МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ
ОРЛОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

№ 3

Орел – 2011

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ
ОРЛОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ № 3

Редакционно-издательская коллегия:

Авдеев Ф.С. (главный научный редактор), Пузанкова Е.Н. (заместитель главного научного редактора), Белевитина Т.М. (ответственный редактор журнала), Дудина Е.Ф. (ученый секретарь редакционной коллегии), Зайченкова М.С., Золотарев Ю.В., Иванов А.Е., Изотов В.П., Исаева Н.И., Капустин А.Я., Колесникова А.Ф., Львова С.И., Минаков С.Т., Михеичева Е.А., Оскотская Э.Р., Пахарь Л.И., Пивень В.Ф., Репин О.А., Седов Е.Н., Серегина Т.В., Тер-Минасова С.Г., Тыртышников Е.Е., Уман А.И., Шабанов Н.К.

Серия «Естественные, технические и медицинские науки»

Редакционно-издательская коллегия серии:

Авдеев Ф.С. (главный научный редактор), Пузанкова Е.Н. (заместитель главного научного редактора), Белевитина Т.М. (ответственный редактор журнала), Дудина Е.Ф. (ученый секретарь редакционной коллегии), Ветров В. В., Вишневский В. И., Горпинич А.Б., Зарубин А.Н., Затолокин В.Д., Золотарев Ю.В., Калекин А.А., Колесникова А.Ф., Ладнова Г.Г., Оскотская Э.Р., Пивень В.Ф., Пузина Т.И., Сараева А.М., Снимщикова И.А., Федотова И.Э.

Решением Президиума ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации журнал «Ученые записки Орловского государственного университета» включен в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук

Учредитель — ГОУ ВПО «Орловский государственный университет»
Адрес редакции: 302026, г. Орел, ул. Комсомольская, 95,
Орловский государственный университет
Редакция журнала «Ученые записки ОГУ»
E-mail: utchen-zap@univ-orel.ru

ISSN 1998-2739

© Коллектив авторов, 2011
© Орловский государственный университет, 2011

СОДЕРЖАНИЕ

Ф.С. Авдеев, А.А. Русаков, Г.П. Веркеенко, Л.В. Гранина — Уверенные шаги на трудном пути создания информационного общества и реализации новых конструктивных идей в интеллектуально-культурной среде 5

Г.П. Веркеенко, Л.В. Гранина — Исследование проблем исторического образования в научно-практической деятельности региональной экспериментальной площадки «Современные технологии преподавания истории в средней и высшей школе: проблемы преемственности и взаимосвязи» 13

МАТЕМАТИКА

И.Ф. Авдеев — О плотностной теореме М.Н. Хаксли 25

М.И. Исмоилов, Ч. Шимо — Оценка качества сортировки насыпных материалов на основе принципа классификации . . 30

О.С. Клименко — Рациональные узлы и d-диаграммы 37

А.В. Кокорев — Теорема о среднем значении тригонометрической суммы в поле алгебраических чисел второй степени 42

ФИЗИКА

И.И. Зубова, Е.В. Александрова, И.А. Хуснутдинов — Применение инновационных технологий обучения в аграрном вузе 49

М.И. Исмоилов, Р.Ш. Умаралиев, Ф.С. Пиров — Имитационное моделирование технологических процессов термической обработки в среде RDO 54

П.С. Корчагин, О.И. Марков, Ю.В. Хрипунов — Автодеформационнные дефекты монокристаллов висмут-сурьма 61

С.И. Матюхин, С.Ю. Гришина — Деканалирование ионов из хиральных углеродных нанотрубок 67

С.И. Матюхин, З.Ж. Козил, Г.Р. Магомедов, Д.О. Малый, С.Н. Ромашин — Длина волны полупроводникового ДГС РО лазера на основе AlGaAs с квантоворазмерной активной областью 74

Т.А. Павлова — Моделирование акустического сопротивления в трубках с переменным поперечным сечением 84

Ю.С. Федяев — Математическое моделирование эволюции границы раздела жидкостей различных вязкостей и плотностей в однородном анизотропном слое пористой среды 90

ХИМИЯ

С.В. Гришин, А.Г. Якушева, О.А. Каверин, Ю.А. Стекольников — Расчёт теплового баланса и конструкции резервного источника тока (РИТ) 98

Э.Р. Оскотская, Н.Н. Басаргин, С.А. Гаврин — Закономерности комплексообразования в ряду полимерных сорбентов с амино-азо-окси-ФАГ и их комплексов с ионами ванадия (IV) 103

Э.Р. Оскотская, Е.Н. Грибанов, Н.Н. Басаргин — Предварительное концентрирование и спектрофотометрическое определение ванадия(IV) при анализе горных пород 108

БИОЛОГИЯ

Г.М. Аманкельдиева — Показатели здоровья и физического развития учащихся школ нового типа в условиях техногенного загрязнения окружающей среды 112

Е.В. Борздыко, Н.В. Маркелова — Сравнительная характеристика гамма-спектрометрических показателей лекарственных растений из Юго-Западного Нечерноземья РФ 118

О.Г. Волобуева — Влияние корневина на бобово-ризобиальный симбиоз растений фасоли 124

Т.Н. Лазарева, И.Н. Фесенко — Сравнительный анализ спектров запасных белков Fagopyrum esculentum и двух морфологически различных линий F. homotropicum 130

О.Л. Ляхова — Особенности процесса физиологической адаптации у студентов в зависимости от влияния количества учебных нагрузок 134

Л.Л. Киселева, Ю.Л. Белоусько — Анализ распределения и состава лесов Орловского района с использованием данных дистанционного зондирования и ГИС-технологий 138

К.К. Киселева, О.И. Фандеева — Остатки лугово-степной растительности бывших степей Орловской области (Бобринской, Фоминской, Лавровской) 144

Н.Н. Овсянникова, О.Л. Ляхова — Физиологическая адаптация студентов к процессу обучения в вузе 151

Е.А. Парахина, Л.Л. Киселева — Деревья и кустарники Орловской области – объекты государственной и региональной охраны 159

Ю.Г. Поцепай Биоразнообразие синантропной растительности селитебных районов сельского типа Южного Нечерноземья России (на примере Брянской области) 168
Ю.М. Садовникова Показатели заболеваемости и резистентности организма детей дошкольного возраста из экологически различных районов 173
Ю. А. Семенищенков, М. Н. Абадонова Псаммофитные сообщества с участием Koeleria glauca (Schrad.) DC. (Gramineae) за пределами ареала Corynephorus canescens (L.) Beauv. (Gramineae) в Брянской и Орловской областях 178
Ж.Г. Силаева Структура популяций спорофитов Polypodium vulgare L. в Западном Закавказье и на Западном Кавказе 188

МЕДИЦИНА

А.Г. Алексеев Анализ распределения меланоцитов в межфолликулярном эпидермисе кожи волосистой части головы у мужчин различных возрастных групп 199
А.Н. Боева, И.А. Сараев Данные холтеровского мониторирования в дифференциальной диагностике поражения сердца ишемического и токсического генеза 204
А.В. Борсуков, О.В. Андреева Морфологические критерии эффективности малоинвазивного электрохимического лизиса узлового коллоидного зоба 211
Э.В. Гегерь, Г.П. Золотникова Сравнительный анализ гематологических показателей периферической крови у лиц, страдающих аллергопатологией респираторного тракта, из экологически различных районов 219
А.Б. Горпинич, А.Л. Альянов, А.В. Мамошин Диагностика и хирургическое лечение больших и гигантских язв двенадцатиперстной кишки 225
О.В. Демьяненко Гиперлипидемия – фактор резистентности к антиагрегантной терапии у больных стабильной стенокардией 234
Ю.В. Иванов, Н.А. Соловьев Использование современных информационных технологий в интраоперационной диагностике узловых образований щитовидной железы 241
В.В. Иванов, М.В. Шипилов Изучение концентрации интерлейкина-4 у больных острыми респираторными вирусными инфекциями 249
А.А. Косинский Питание как фактор метаболической регуляции развития детей 254
И.М. Котован, М.В. Шипилов Уровень интерлейкина-1β у больных острыми респираторными вирусными инфекциями . . 257
Е.А. Семенова, В.И. Вишневский Психолого-социальные аспекты сердечно-сосудистых заболеваний 261
И.А. Снимщикова, М.А. Халилов, Е.В. Митяева Роль антимикробных пептидов в патогенезе и течении хронического первичного пиелонефрита 264
Н.А. Соловьев, Ю.В. Иванов, Е.Э. Казанцева Современные мини-инвазивные методы лечения узловых образований щитовидной железы . 268
Р.Н. Степанова, Е.В. Коломеец, Л.П. Тарасова Фоновые заболевания, предрак и рак шейки матки у беременных женщин 275
А.В. Тарасов, В.И. Вишневский Особенности антиагрегантной терапии у больных сахарным диабетом 282
И.А. Филина Сбалансированная связь процесса заказа, приёмки и ценообразования товара в аптеках с результатами фармацевтической деятельности 286
М.В. Шипилов Исследование уровня фактора некроза опухоли-а при острых респираторных вирусных инфекциях 291

ГЕОГРАФИЯ

Е.В. Соломина Из истории топонимов Верховского района 296
Л.Н. Трофимец, И.П. Баранов Использование карт пластики рельефа и структурных линий земной поверхности для оценки вторичного перераспределения цезия-137 в бассейне верхней Оки 301

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

А.Н. Загородних Оценка достаточности мер по снижению возможности проявления риска столкновения транспортных средств при визуальном отражении процесса их торможения 312
А.В. Павликова, А.Л. Кузнецов О необходимости применения автономных СИЗОД при работе с пестицидами и направлениях их совершенствования 317
Г.А. Симонов, В.С. Никульников, В.С. Зотеев Борщевик Сосновского – злостный засоритель полей 324
Д.Н. Сковородников Результаты использования клонального микроразмножения ремонтантных форм малины . 327
Ю.Г. Шестаков, Е.В. Полехина Обучение охране труда с использованием общих положений и принципов обучения 331

Редакционно-издательская коллегия журнала «Ученые записки Орловского государственного университета» . . 336
Редакционно-издательская коллегия серии «Естественные, технические и медицинские науки» 337
Требования к оформлению статьи 338

***АВДЕЕВ Ф.С.**, профессор, ректор*
Орловского государственного университета,
***РУСАКОВ А.А.**, профессор МГУ им. М.А. Шолохова*

УВЕРЕННЫЕ ШАГИ НА ТРУДНОМ ПУТИ СОЗДАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЩЕСТВА И РЕАЛИЗАЦИИ НОВЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ ИДЕЙ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНО-КУЛЬТУРНОЙ СРЕДЕ

(к 75-летию со дня рождения Я.А. Ваграменко)

Мы рвемся в полет неспроста.
У каждого, как наважденье,
своя впереди высота,
свое к облакам восхожденье.

Я.А. Ваграменко

Уровень развития информационной индустрии и соответствующих технологий определяется уровнем развития научно-методологических, методических основ и, в частности, нормативно-методической базы (системы стандартов) области информационных технологий. Научно-общественное объединение «Академия информатизации образования» (АИО) ведет отсчет своей истории с 1996 года (Инициативная группа во главе с Я.А. Ваграменко, 15 учредителей, зарегистрировали в Министерстве юстиции РФ межрегиональную общественную организацию – нашу Академию информатизации образования) [1].



Заседание президиума АИО. 2000 г.

© Авдеев Ф.С., Русаков А.А., Селютин В.Д.

В нее в течение 1996–2010 гг. были избраны 510 действительных членов и 531 член-корреспондент из различных регионов России: Москвы, Санкт-Петербурга; областей Московской, Тульской, Орловской, Курской, Пензенской, Волгоградской, Рязанской, Астраханской, Липецкой, Самарской, Томской, Свердловской, Калужской, Ленинградской, Архангельской, Костромской, Иркутской, Новгородской, Омской; республик: Башкирской, Якутской, Удмуртской, Дагестана, Калмыцкой, Чеченской; краев: Краснодарского, Ставропольского, Пермского, Хабаровского, Красноярского, Приморского, Алтайского; Ханты-Мансийского автономного округа.

В настоящее время функционируют 23 отделения, имеющие свои научные советы, планы работы и осуществляющие исследования в данной области с учетом региональных факторов и в направлении реализации государственных программ внедрения информационных технологий в современное образование. Кроме этого для развития международного сотрудничества в соответствии с Уставом АИО в состав Академии избраны иностранные члены из США (3 человека), Украины (12 человек), Казахстана (3 человека), Болгарии (1 человек), Венгрии (2 человека), Приднестровской Молдавской Республики (4 человека), Индии (1 человек), Беларуси (2 человека), Латвии (1 человек), Израиля (2 человека), Таджикистана (1 человек), Узбекистана (1 человек), Китая (1 человек).

В модернизацию образования за счет новых информационных технологий Академия за эти годы вложила свой немалый вклад. В соответствии с Уставом АИО важнейшая роль Академии – *консолидация научного и творческого потенциала специалистов и развитие творческой инициативы работников образования при внедрении информационных технологий в учебный процесс и управление образованием*. В работе АИО значительное место занимает проблематика, связанная с осуществлением международных, ведомственных, федеральных и региональных программ информатизации образования. Решая эти проблемы в рамках различных проектов и при создании научно-методического обеспечения, члены Академии наращивают результативность своей работы и постоянно отслеживают тенденции в вопросах интеграции традиционных и инновационных образовательных технологий. Важно отметить, что в сообществе Академии соединяются инновационные начинания, опыт и методы работы на различных уровнях образования.

Научная общественность России из системы Министерства образования, Российской Академии наук, ведомственных структур образования в 1996 году **избрала профессора Ваграменко Я.А. президентом** общественно-научной Академии информатизации образования (АИО), имеющей отделения в различных городах и регионах России.

1 января 2011 года отметил свой семидесятипятилетний юбилей заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор, директор Научно-образовательного центра «Институт информатизации образования» Московского государственного гуманитарного университета им. М.А. Шолохова Ярослав Андреевич Ваграменко.



Я.А. Ваграменко родился 1 января 1936 г. в селе Барановка Виньковецкого района Хмельницкой области. Ярослав вырос в многодетной семье, его родители – сельские учителя. Вся его трудовая деятельность связана с научной, научно-организационной и научно-педагогической работой.

В 1953 г. Я.А. Ваграменко поступил в Днепропетровский университет. В 1958 г. окончил университет и был направлен на работу в Москву, хотя очень хотел поехать на Урал или в Сибирь, где разворачивалась ракетно-космическая индустрия, куда уехала большая группа выпускников – его однокурсников. С 1966 г. Я.А. Ваграменко работал в ЦНИИМаш старшим научным сотрудником, с 1971 г. по 1975 г. – начальником лаборатории, с 1975 г. – начальник головного научного отдела института.

С 1972 г. Я.А. Ваграменко – доктор технических наук, диссертацию защитил в Центральном научно-исследовательском институте машиностроения.

С 1980 г. Я.А. Ваграменко – профессор, действительный член Российской Академии космонавтики (РАК). Как действительный член Академии Космонавтики, Ярослав Андреевич участвует в делах этой Академии, объединяющей крупнейших ученых и руководителей ракетно-космической отрасли России. Я.А. Ваграменко внес существенный вклад в подготовку научных кадров и разработку ряда научно-технических проблем космонавтики, а также направлений конверсионного развития передовой науки и техники в новых условиях, с внедрением компьютеризированных технологий. Все технические науки в какой-то степени опираются на математику. Во всяком случае, для понимания их необходимо знание элементарной математики: алгебры, геометрии, тригонометрии. Не зная элементарной математики, нельзя стать инженером, особенно инженером-конструктором. Поэтому хорошая постановка преподавания математики и информатики в средней школе и в вузе является необходимым условием для научно-технического прогресса страны. В Центральном научно-исследовательском ракетно-космическом институте (ЦНИИМАШ) в 1975–1983 гг. он возглавлял одно из важных направлений разработок, результаты которых являются актуальными для данной отрасли и в настоящее время. Важным аспектом его научных работ в этот период было внедрение методов вычисления на ЭВМ в научных исследованиях и разработках.

Ярослав Андреевич – яркий, многогранный человек, его жизнь достойна подражания.

- Инженер, разрабатывающий старт с Луны летательных аппаратов, сегодня заслуженный деятель науки с известными результатами в теории турбулентности и автор монографии *«Турбулентность. Газодинамика. Информатика»*.
- Профессор университета с многолетним опытом чтения лекций.
- Студент, публикующий свои стихи в университетской малолитражке, сегодня член Союза писателей России.

Вообще писать стихи не трудно,
Коль бумагу ручка не дерет,
Если мысли призрачной подспудной
Обнажиться наступил черед,

Если чувству вольно иль невольно
Проявиться в строках суждено,
Ежели не слишком подконтрольно
Разуму холодному оно.

Я.А. Ваграменко

Уместным будет отметить тот факт, что Я.А. Ваграменко, например, выпустил 10 поэтических сборников (его стихов и прекрасных басен), в том числе двухтомное издание в издательстве «Вешние воды» (2006 г.) и книгу стихов в издательстве «Советский писатель» (2003 г.).



На снимке (справа налево): вице-президент Российской Академии естественных наук Виктор Жанович Аренс, академики РАЕН Ярослав Андреевич Ваграменко, Степан Иорданович Берилл (Приднестровская Молдавская Республика, ректор), Гурам Венедиктович Какилашвили (председатель Грузинского отделения РАЕН) в Колонном зале Дома союзов после конференции «XX лет РАЕН» 9 ноября 2010 года.

Помимо его собственного служения естествознанию (свыше ста научных работ), потребовавшего от него колоссального духовного напряжения, в жизни Ярослава Андреевича огромное место заняло просвещение, воспитание подрастающих поколений. С 1983 г. деятельность профессора Я.А. Вагра-менко всецело связана с развитием народного образования, направлена на актуальные задачи информатизации общего среднего и педагогического образования. Большое внимание он уделял научно-педагогической деятельности, отдавая много сил и энергии руководству аспирантами и стажерами, чтению лекций и проведению семинаров как в МГГУ им. М.А. Шолохова, так и в ряде университетов (Туле, Ельце, Орле, Курске, Волгограде и др.). Среди его учеников 5 докторов и более 25 кандидатов наук [3].

В своей научной и педагогической работе Я.А. Вагра-менко не ограничивается общением с ближайшими коллегами в русле сугубо профессиональных интересов. Он придает большое значение развитию контактов с университетами и специалистами в других городах. Можно отметить его творческие связи с Орловским, Тульским педагогическим, Курским, Елецким, Волгоградским педагогическим, Екатеринбургским педагогическим, Нижневартовским гуманитарным, Ставропольским университетами. Ректора этих университетов обычно оказывают хорошую поддержку инициативам Я.А. Вагра-менко как директора Института информатизации образования и президента Академии информатизации образования. Развивается сотрудничество Я.А. Вагра-



На снимке (справа налево): академик РАН Сергей Михайлович Никольский, президент АИО Ярослав Андреевич Вагра-менко (Тула, 2005 г.)

менко с МГУ им. М.В. Ломоносова: в кругу его общения такие профессора, как А.В. Михалев, В.Н. Чубариков, А.А. Русаков, В.А. Сухомлин, Н.Х. Розов. Все они члены Академии информатизации образования. С особым уважением Я.А. Вагра-менко относится к своему земляку, тоже выпускнику Днепропетровского университета, академику, почетному профессору МГУ им. М.В. Ломоносова С.М. Никольскому, отметившему в 2010 году свой 105-летний юбилей. Земляки подружились в последние годы как единомышленники в вопросах образования.

Под руководством Ярослава Андреевича Академия информатизации образования в настоящее время ведет значительную работу по консолидации научно-методического потенциала в интересах информатизации школы, по развитию общественной инициативы для реализации государственных образовательных программ информатизации. Важная особенность Академии информатизации образования заключается в том, что она активно работает в регионах России. Мероприятия АИО организуются в различных городах и всегда с активным участием учительства.

Основные направления исследований и разработок АИО:

- развитие методологии интеграции образовательных и информационно-компьютерных технологий,
- создание информационных ресурсов для обеспечения многоуровневого образования,
- экспертиза программ и учебного электронного продукта с учетом их качества, научности, эргономичности, здоровьесберегающих свойств, экономических факторов,
- реализация проектов, осуществляемых на конкурсной основе по программам Министерства образования и науки РФ,
- реализация проектов, осуществляемых на конкурсной основе по программам Министерства образования и науки РФ,
- консультации работников образования по вопросам внедрения новейших информационных технологий,
- оказание содействия членам АИО в реализации пионерских идей и проектов,
- развитие инструментария для учета региональных и национальных факторов в применении информационных технологий в образовании,
- разработка концепции и методических рекомендаций для сотрудничества с корпоративными образовательными структурами.



Я.А. Ваграменко – главный редактор журнала «Педагогическая информатика», учрежденного в 1994 году Институтом информатизации образования совместно с педагогическими университетами Москвы и Екатеринбурга и распространяемого по подписке Роспечати в России и странах СНГ. Журнал в настоящее время – трибуна для ученых и учителей в области информатизации образования, учебное пособие для практической работы в школах и вузах.

Некоторые из членов Академии публикуют свои работы в журнале «Педагогическая информатика» (подчеркнем, что с 1 января журнал входит в перечень журналов, рекомендуемых ВАК), а также в других изданиях, имеющих широкое распространение в России и за рубежом. В составах диссертационных советов мы находим имена выдающихся ученых в области информатизации образования и информационных технологий, смежных областях из числа действительных членов АИО. Они в соответствии с уровнем их профессиональной компетентности являются также членами экспертных советов, рабочих групп, продвигающих региональные проекты информатизации образования. Оценивая роль наших коллег по

АИО, мы видим, что многие из них добились выдающихся результатов в своей научной работе. В связи с этим Президиум АИО в 2008 году принял решение об учреждении именных почетных золотых медалей Академии информатизации образования «За научные достижения», которыми будут награждаться члены АИО. Прецедент такого рода имеет место уже сегодня [4], в 2009 году отдельные члены Академии, согласно решению Президиума АИО, были персонально отмечены золотыми медалями Академии «За научные достижения»:

- **Роберт Ирэн Вельяминовна** – директор Института информатизации образования Российской Академии образования (РАО), вице-президент АИО, действительный член РАО – за исследования в области методологии образования.
- **Некрасова Елена Анатольевна** – директор Анапского филиала МГГУ им. М.А. Шолохова, член-корреспондент АИО – за научно-организационное обеспечение ряда симпозиумов АИО.
- **Сергеев Николай Константинович** – ректор ВГПУ, действительный член АИО, член-корреспондент РАО – за развитие исследований в педагогике и информационных технологиях.
- **Киселев Владимир Дмитриевич** – председатель научного совета Тульского отделения АИО, вице-президент АИО – за разработки информационных систем по государственным заказам.

В своих выступлениях и публикациях президент Академии Я.А. Вагрaменко так характеризует состояние дел. Этап информатизации образования в России сегодня таков, что после снятия остроты в компьютерном обеспечении учебных заведений необходимо решать весьма непростые задачи создания информационного ресурса для образования и достижения нового уровня компетентности работников образования в вопросах применения информационных технологий. Такую тенденцию можно видеть, анализируя содержание программ информатизации образования в 2008–2011 гг., тематику и содержание трудов научно-методических и научно-практических конференций (симпозиумов), многочисленные публикации в научно-методических журналах. Заметна также тенденция в развитии методического инструментария по пути интеграции информационных и образовательных технологий. Отчетливо проявляется направленность работ на информационную поддержку профильного обучения и создание электронных версий учебно-методических комплексов. Это, конечно, обусловлено необходимостью информационной поддержки соответствующих стратегических направлений модернизации образования. В работах отделений АИО усиливается их связь с региональными проблемами образования, и это отрадный факт, поскольку принципы работы АИО во многом ориентированы на потребности образования в субъектах Федерации.

Весьма подробную и в определенной мере полную картину деятельности АИО можно представить по результатам научно-методических конференций, организованных нами в 2008–2010 гг. К числу таких конференций общероссийского значения, на наш взгляд, следует отнести V Всероссийский научно-методический симпозиум «Информатизация сельской школы» (г. Анапа, сентябрь 2008 г.), II Всероссийский научно-методический симпозиум «Смешанное и корпоративное обучение» (г. Анапа, сентябрь 2008 г.), Всероссийскую научно-практическую конференцию «Инновационные технологии в обучении и воспитании» (г. Елец, октябрь 2009 г.), Всероссийскую научно-практическую конференцию «Информационные ресурсы образования» (Нижневартовск, апрель 2010 г.), Международную научно-методическую конференцию «Информатизация образования 2010» (г. Кострома, июнь 2010 г.), Международный научно-методический симпозиум «Электронные ресурсы в непрерывном образовании» (г. Ростов-на-Дону, сентябрь 2010 г.).

Были изданы труды этих конференций в нескольких томах каждый объемом порядка 600 страниц. На страницах этих изданий выступили около 700 авторов. Полные сведения о прошедших конференциях, в том числе труды конференций, представлены в портале АИО www.acadio.ru.

Работа отделений АИО различается разнообразием форм и результатов, что можно видеть из представленных отчетов отделений [5].



На снимке – коллаж конференций и встреч в различных городах России.

Заводила, организатор, пленарный докладчик, председатель оргкомитетов – таков вклад Я.А. Вагра-менко в работу многих научно-образовательных мероприятий (конференций, съездов, симпозиумов и др.). Многие из инициатив Я.А. Вагра-менко вошли в программные документы симпозиумов и конференций, обогащая их содержание. Отчетливо видны весьма значительные результаты деятельности Ярослава Андреевича Вагра-менко, но это всего лишь рубеж, с которого открываются новые перспективы творчества и большой организационной работы нашего президента. В юбилейный год 15-летия Академии информатизации образования пожелаем всем ее членам и президенту крепкого здоровья и новых успехов на ниве просвещения и на благо отечественной науки.

Литература

1. Русаков А.А. О президенте нашей Академии. Информатизация образования – 2006: Материалы Междунар. науч.-метод. конф.: Доп. том. – Тула: Изд-во Тул. гос. пед. ун-та им. Л.Н. Толстого, 2006.
2. Вагра-менко Я.А. Турбулентность. Газодинамика. Информатика: Монография. – М., Елец: Академия информатизации образования, 2005.
3. Русаков А.А. Я.А. Вагра-менко: восхождение: Монография. Изд-во Тул. гос. пед. ун-та им. Л.Н. Толстого, 2005.
4. Rusakov A.A. Information Technologies in Science and Education. Synergetics and reflection in mathematics education, international conference, 2010 Bachinovo, Bulgaria.
5. Вагра-менко Я.А. Ресурсы информатизации // Педагогическая информатика. – № 2. – 2010.



Геннадий Петрович Веркéенко – профессор, заведующий кафедрой отечественной истории Орловского государственного университета, автор более ста научных работ и пяти поэтических сборников, отличник народного просвещения, почётный работник высшего профессионального образования, академик Международной педагогической академии, действительный член Академии информатизации образования, ветеран труда

Дорогой Геннадий Петрович!

Редакционная коллегия журнала «Ученые записки Орловского государственного университета» сердечно поздравляет Вас с юбилейной датой – 65-летием со дня рождения!

Желаем Вам здорового долголетия, бодрости и привычной творческой энергии.

***Г.П. ВЕРКЕЕНКО**, кандидат исторических наук, профессор, заведующий кафедрой отечественной истории Орловского государственного университета*

***Л.В. ГРАНИНА**, кандидат педагогических наук, доцент кафедры всеобщей истории Орловского государственного университета*

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМ ИСТОРИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ «СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРЕПОДАВАНИЯ ИСТОРИИ В СРЕДНЕЙ И ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ: ПРОБЛЕМЫ ПРЕЕМСТВЕННОСТИ И ВЗАИМОСВЯЗИ»

В статье обобщается четырехлетний опыт научно-практической деятельности региональной экспериментальной площадки «Современные технологии преподавания истории в средней и высшей школе: проблемы преемственности и взаимосвязи» по совершенствованию инновационной методической работы учителей и преподавателей истории средней и высшей школы, по развитию их творческого потенциала. Анализируются авторские методики, инновационные методы, приемы, формы и средства преподавания истории, а также особенности функционирования творческого коллектива в рамках научной лаборатории.

Региональная экспериментальная площадка «Современные технологии преподавания истории в средней и высшей школе: проблемы преемственности и взаимосвязи» была открыта в январе 2008 года. Базовыми учебными учреждениями стали СОШ № 24 г. Орла, ОГОУ СПО «Мезенский педагогический колледж» и Орловский государственный университет.

В настоящее время участниками эксперимента являются учителя и преподаватели истории общеобразовательных школ, средних профессиональных учебных учреждений и высших учебных заведений:

- высшие учебные учреждения: Орловский государственный университет, Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации, Орловский государственный институт искусств и культуры;
- учреждения среднего профессионального образования: Мезенский педагогический колледж, Мценское медицинское училище, Орловский техникум сферы услуг, профессиональный лицей № 9 г. Орла, Орловский технологический техникум;
- муниципальные образовательные учреждения среднего общего образования: школы № 6, 12, 24, 27 г. Орла; гимназии № 32, 34, 39 г. Орла, № 1 г. Болхова, лицеи № 18 и 32 г. Орла; сельские средние общеобразовательные школы (Становоколодезская Орловского района, Лавровская Орловского района, Успенская Ливенского района).

© Г.П. Веркеенко, Л.В. Гранина

В научно-практической деятельности региональной экспериментальной площадки принимают участие студенты 3–5-х курсов исторического факультета ОГУ.

Идея эксперимента заключается в развитии творческих возможностей учителей и преподавателей истории на основе совместных разработок инновационных технологий преподавания истории в средней и высшей школе. Повышение профессионального уровня учителей и преподавателей неизбежно будет способствовать улучшению качества исторических знаний учащихся и студентов.

Замысел эксперимента предполагает совершенствование инновационной методической работы учителей и преподавателей истории средней и высшей школы, а объектом исследования стал их творческий потенциал.

Предметом исследования являются инновационные методы, приемы, формы и средства преподавания истории.

Цель эксперимента состоит в том, чтобы на основе разностороннего изучения опыта преподавания истории и разработки новых технологий создать творческую постоянно действующую научную лабораторию, объединяющую учителей и преподавателей истории средних и высших образовательных учреждений.

Исследовательская работа экспериментальной площадки учитывает приоритетные направления инновационной деятельности в системе образования:

– проектирование новых методов, форм и средств обучения;
– разработку новых принципов, методов и средств воспитания личности;
– создание новых моделей образовательной практики, интегрирующей процессы обучения, воспитания и развития личности.

Научно-практическая деятельность экспериментальной площадки учитывает основные пути модернизации школьного образования:

– личностную ориентацию содержания образования;
– деятельностный характер образования;
– усиление воспитательного потенциала и социально-гуманитарной направленности содержания образования;
– формирование ключевых компетенций;
– соответствие содержания образования возрастным закономерностям развития учащихся;
– обеспечение всеобщей компьютерной грамотности.

Особое внимание уделяется более полному раскрытию историко-культурных аспектов, причинно-следственных связей, роли человеческого фактора, цивилизационной составляющей исторического процесса.

Для каждой группы участников эксперимента определены задачи. В качестве основных направлений исследовательской работы методистов выступают:

· изучение современных технологий преподавания истории в высшей школе;
· систематизация и обобщение опыта преподавания истории в различных типах учебных заведений;
· выявление воспитательных аспектов преподавания истории в высшей школе;
· формирование у студентов творческого отношения к профессии преподавателя истории.

К основным направлениям исследований преподавателей истории средних профессиональных учебных заведений отнесены:

· анализ специфики изучения истории в средних профессиональных учебных заведениях;
· определение значения изучения истории России в развитии и воспитании студентов средних профессиональных учебных заведений;
· разработка инновационных подходов к изучению истории в средних профессиональных учебных заведениях;
· проектирование компьютерных технологий обучения истории;
· изучение интегрированных форм обучения в системе среднего профессионального образования.

Учителя истории средних общеобразовательных школ сформулировали следующие основные направления своей исследовательской работы:

· моделирование авторских уроков на основе инновационных технологий;
· экспериментальная проверка эффективности авторских моделей уроков;
· изучение воспитательных аспектов обучения истории в общеобразовательной школе;

- создание системы дидактических материалов для реализации принципа деятельностного характера обучения истории.

Исследования студентов исторического факультета Орловского государственного университета направлены на:

- анализ и обобщение авторских методик преподавания истории учителей г. Орла и Орловской области;
- моделирование и экспериментальную проверку инновационных методик преподавания в период педагогической практики;
- изучение различных подходов к разработке методического аппарата школьных учебников истории;
- создание системы нетрадиционных авторских наглядных пособий по истории, способствующих более эффективному решению познавательных, развивающих и воспитательных задач обучения истории.

Общим направлением исследований для всех участников эксперимента является изучение преемственности исторического образования в средней общеобразовательной школе, средних профессиональных образовательных учреждениях и высших учебных заведениях. Предполагается, что создание творческой лаборатории преподавателей истории в рамках экспериментальной площадки привлечёт к научно-исследовательской деятельности заинтересованных учителей, будет способствовать преемственности в преподавании истории, повысит эффективность преподавания в образовательных учреждениях г. Орла и Орловской области.

На прогностическом этапе эксперимента (с января 2008 г.) сформулированы основные направления исследования, определены индивидуальные темы, начата работа по формированию базы проведения эксперимента, разработана его программа, предложены основные методы и формы осуществления научно-исследовательской деятельности. Общая проблема исследования разрабатывается и формулируется на каждый учебный год. В 2007–2008 учебном году участники эксперимента исследовали воспитательные аспекты преподавания истории в средних и высших образовательных учреждениях. Темой исследования в 2008–2009 учебном году стала проблема деятельностного характера исторического образования. «Цивилизационная составляющая исторического процесса: новые подходы к содержанию исторических знаний и современные технологии преподавания» – тема исследования на 2009–2010 учебный год. В 2010–2011 учебном году изучается проблема «Причинно-следственные связи в истории и личностно ориентированное обучение».

Изучению поставленных проблем предшествовала четкая постановка задач. Например, задачи на 2009–2010 учебный год (проблема «Цивилизационная составляющая исторического процесса: новые подходы к содержанию исторических знаний и современные технологии преподавания»):

- систематизировать информацию о различных подходах к определению цивилизационной составляющей исторического процесса;
- провести анализ учебников и учебных пособий по истории с целью определения их ориентации на цивилизационный подход в изложении истории;
- выявить взаимосвязь цивилизационного подхода к изучению истории с основными направлениями модернизации исторического образования;
- определить новые подходы к проблеме отбора исторической информации при рассмотрении цивилизационной составляющей исторического процесса;
- изучить опыт преподавания истории, направленный на усиление цивилизационной составляющей исторического процесса в общеобразовательных школах, профессиональных средних учебных учреждениях и вузах;
- разработать и экспериментально проверить систему методов, приемов, средств и форм реализации цивилизационного подхода в изучении истории;
- выявить специфику технологий осуществления цивилизационного подхода в изучении истории в образовательной, средней профессиональной и высшей школе;
- проследить возможные направления преемственности и взаимосвязи усиления цивилизационной составляющей исторического процесса в средней и высшей школе.

Более детальную разработку и формулировку задач можно проследить на примере исследовательской деятельности участников экспериментальной региональной площадки в 2010–2011 учебном году (проблема исследования – «Причинно-следственные связи в истории и личностно ориентированное обучение»). Перед членами экспериментальной площадки в качестве основных были поставлены следующие задачи исследования:

- выявить новые подходы к определению причинно-следственных связей в истории;
- провести анализ учебников и учебных пособий по истории с целью определения содержания и формулировок причинно-следственных связей;
- определить новые подходы к проблеме формулировки причинно-следственных связей в процессе преподавания истории;
- изучить опыт преподавания истории с позиций формулировки и доказательства причинно-следственных связей, а также опыт личностно ориентированного обучения;
- систематизировать информацию о сущности и методах личностно ориентированного обучения;
- выявить влияние личностно ориентированного обучения на более глубокое усвоение причинно-следственных связей;
- разработать и экспериментально проверить систему методов, приемов, средств изучения причинно-следственных связей на основе личностно ориентированного обучения;
- проследить возможные направления преемственности и взаимосвязи изучения причинно-следственных связей на основе личностно ориентированного обучения в средней и высшей школе.

В соответствии с задачами эксперимента был разработан и реализован план практического этапа эксперимента, в рамках которого члены экспериментальной площадки Г.П. Веркеенко, Л.В. Гранина, Т.В. Абросимова, Н.В. Агошкова, И.С. Гаврилина, М.Н. Грекова, И.Р. Заверняева, Л.Г. Зеленина, А.Б. Кулагина, Т.В. Мосина, М.П. Соколова, Е.В. Фандеичева, А.В. Фокина, Г.В. Шатохина детализировали направления научно-практической деятельности:

- создать компьютерные презентации с элементами драматизации для осуществления личностно ориентированного обучения;
- смоделировать систему тестов по истории на нравственно-эстетическую оценку личностей, событий, явлений, процессов, периодов, эпох;
- разработать и оформить дидактический материал к урокам личностно ориентированного обучения;
- разработать и экспериментально проверить авторские модели уроков личностно ориентированного обучения (урок исторического смысла, урок образного опережающего представления, урок этического мышления, урок жизнетворчества, урок настроения);
- представить и защитить варианты портфолио личностно ориентированного обучения в зависимости от типа учебного учреждения;
- изучить возможности реализации личностно ориентированного обучения с учетом специфики сельской школы;
- провести на базе исторического факультета ОГУ фестиваль инновационных методик «Исторический образ: цвет, звук, символ»;
- принять участие в научно-практических конференциях, связанных с личностно ориентированным обучением;
- подготовить к публикации статьи об авторских методиках личностно ориентированного обучения.

Направления и задачи исследований обусловливают методы исследования: анализ исторической, научно-методической, психологической, педагогической литературы; наблюдение и анализ преподавания истории в средней и высшей школе; систематизация и обобщение опыта преподавания истории; анкетирование преподавателей, учителей истории, учащихся и студентов; беседа; мониторинг; анализ учебной документации; проведение экспериментальной работы.

В соответствии с особенностями экспериментальной деятельности осуществляются коллективные, групповые и индивидуальные формы работы участников эксперимента. Индивидуальные исследования отличаются большим разнообразием и отражают особенности профессиональных качеств преподавателя и специфику образовательного уч-

реждения. Для подтверждения данного положения можно привести темы индивидуальных исследований 2009–2010 учебного года:

- Методические основы использования коллажа при изучении особенностей российской цивилизации (И.С. Гаврилина, СОШ № 27 г. Орла).
- Роль этнопедагогики в усилении цивилизационной составляющей школьных курсов истории (Е.В. Фандеичева, СОШ № 12 г. Орла).
- Перевод исторических знаний учащихся на философский уровень осмысления (М.П. Соколова, СОШ № 6 г. Орла).
- Изучение истории Орловской области в 20–30-х годах XX века в контексте цивилизационного подхода (М.Н. Грекова, лицей № 32 г. Орла).
- Альтернативность в истории и цивилизационный подход на уроке «Иван Грозный: свет или тьма?» (Т.В. Абросимова, лицей № 18 г. Орла).
- Особенности проведения урока «Культура и духовная жизнь общества в период «оттепели» (О.А. Борзенкова, техникум сферы услуг г. Орла).
- Уроки повышенной эмоциональной насыщенности с учетом специфики обучения студентов Мценского медицинского училища (Е.А. Ильинова).
- Реализация цивилизационного подхода на уроках истории Орловского края (Т.А. Лущенко, Мезенский педагогический колледж).

Отдельная группа учителей проводит исследовательскую работу в контексте одного направления при изменении тем, планируемых на каждый учебный год. И.С. Гаврилина занимается информационными технологиями; А.В. Фокина – использованием живописи в процессе обучения истории; М.П. Соколова – интеграцией истории с живописью, литературой и философией; Е.В. Фандеичева – возможностями этнопедагогики в изучении истории; Н.В. Агошкова разрабатывает инновационные методики на основе краеведческого материала; А.Б. Кулагина моделирует и экспериментально проверяет эффективность нетрадиционных форм уроков истории.

Процесс и итоги работы над индивидуальными темами коллективно анализируются в ходе проведения запланированных мероприятий. Так, М.П. Соколова (МОУ СОШ № 6 г. Орла) для участников экспериментальной площадки провела мастер-класс «Личностно ориентированное обучение и развитие творческих способностей учащихся на уроках истории». Представлялась разработка урока «Место России в мировом цивилизационном процессе». Типология урока – урок-образ, на котором вырабатывается механизм пробуждения саморазвития школьников, активизируется поиск личностного смысла жизни, повышается мотивация обучения. Интеграция истории с живописью (репродукция картины И.С. Глазунова «Вечная Россия», репродукция иконы А. Рублева «Троица») создает эмоциональные образы-символы (элемент личностно ориентированного обучения). Основная воспитательная задача урока – формирование духовных основ поведения и развитие личности на основе соотношения традиционных российских ценностей с общечеловеческими, кроме того, ученики в ходе обсуждения сформулировали собственное мнение о соотношении личностных ценностей с ценностями окружающих людей.

Творческие способности учащихся развивались в процессе составления символических (знаковых) художественных изображений. В конце урока ученики получали творческое задание, которое выполняли на фоне записи звона колоколов: «Представьте, что вы художник, придумайте и нарисуйте символический, художественно-живописный образ России, выражающий ее духовные ценности и определяющий ее место в мировом цивилизационном процессе».

После ознакомления с моделью урока М.П. Соколова демонстрировала и анализировала творческие работы учеников. В качестве тренинга участники экспериментальной площадки сами выполнили творческое задание и обсудили эффективность предложенной методики личностно ориентированного обучения.

В форме защиты реферата на заседании региональной экспериментальной площадки рассматривалась исследовательская работа А.В. Фокиной (МОУ «Лавровская средняя общеобразовательная школа» Орловского района). Тема исследования – «Роль нетрадиционных источников информации в решении задач личностно ориентированного обучения». А.В. Фокина обосновала особую значимость как источника информации живописи изу-

чаемого периода, при этом указала на нераскрытый потенциал, связанный с содержанием и приемами работы с ней. В этом ряду значительное место занимает средневековая миниатюра. В качестве модели урока личностно ориентированного обучения представлялся урок «Такое родное средневековье», пробуждающий смысловое историческое и личностно-смысловое переживание. Представление реферата содержало репродукции средневековых миниатюр, не включенных в учебники по истории средних веков. К миниатюрам было подобрано описание изображенных сюжетов. Миниатюра и ее описание сопровождались системой познавательных задач на личностную оценку, учитывающих личностный уровень развития мышления учащихся, сформированные на данный момент нравственные и эстетические ценности, опыт осмысления и понимания окружающего мира.

Эффективность описанных авторских приемов работы с миниатюрой А.В. Фокина проверила экспериментально, что также нашло отражение в реферате.

Участниками эксперимента признано, что защита реферата является интересной формой анализа разрабатываемых авторских методик.

На базе МОУ «Лицей № 22 г. Орла» состоялся семинар участников региональной экспериментальной площадки «Комплексная работа школы по личностно ориентированному обучению». Директор лицея Т.А. Шевцова проинформировала об основных направлениях осуществляемого в школе личностно ориентированного обучения. Учитель истории Г.В. Шатохина (участник экспериментальной площадки) обобщила опыт социализации на уроках истории. В социализации особая роль отводится пробуждению представления о продуктивном действии, пробуждению волевых оснований социального поступка, пробуждению актов самосознания (элементы содержания личностно ориентированного обучения). М.А. Хархардин, заместитель директора по воспитательной работе, подготовил и показал фрагмент внеклассного мероприятия «Я Родину вижу такой», основой которого стал метод интеллектуально-исторического образа (один из ведущих методов личностно ориентированного обучения). Т.В. Мосина, учитель истории, участник региональной экспериментальной площадки, продемонстрировала метод событийно-исторического образа личностно ориентированного обучения в музыкально-пластическом этюде «Основание города Орла».

М.Н. Астахова, учитель истории, рассказала о возможностях музея боевой славы в личностно ориентированном обучении. Пробуждению представлений о продуктивном действии (один из видов содержания личностно ориентированного обучения) способствует исследовательская деятельность учащихся в поиске материалов для разделов музея:

1. Воинские формирования, находившиеся на территории Орловской области в предвоенный период. Первые Герои Советского Союза – наши земляки.
2. Боевой путь орловских 380-й, 129-й и 5-й стрелковых дивизий.
3. 17-я гвардейская танковая бригада в боях за Орел.
4. Эскадрилья «Нормандия».
5. Фронт в тылу врага (подпольная группа В. Сечкина).
6. Орел – крепость оборонительного значения (история города Орла).

Таким образом, комплексный подход к личностно ориентированному обучению, осуществляемый в лицее № 22 г. Орла, показывает возможности всех методов личностно ориентированного обучения и вариативности его содержания.

Одной из форм анализа работы над индивидуальными темами являются выездные заседания членов региональной экспериментальной площадки в школы города Орла.

Например, в МОУ СОШ № 24 с углубленным изучением отдельных предметов гуманитарного профиля им. И.С. Тургенева г. Орла изучение опыта организации деятельностного характера обучения истории проводилось по нескольким направлениям:

- общая ориентация школы на деятельностный характер образования;
- дискуссия как форма проявления у учащихся исследовательских и коммуникативных умений и навыков;
- исследовательская и творческая деятельность учащихся в рамках работы школьного этнографического музея «Русская изба»;

- разностороннее развитие учащихся в психологическом театре.

Различные аспекты данной проблемы изучались на примере профессиональной деятельности учителей истории Ю.А. Беловой, М.В. Комаровой, Т.В. Мосиной, С.Е. Прохоровой. Анализ организации деятельностного характера обучения в школе № 24 участниками региональной экспериментальной площадки подтвердил принципиальную новизну педагогических методик, дающих новые по сравнению с прежними результаты.

Семинар «Влияние деятельностного характера обучения истории на формирование личности школьника» проходил в МОУ СОШ № 12 г. Орла. Учителя истории Е.А. Хомякова, Е.В. Фандеичева, А.В. Шевяков поделились опытом работы по данной проблеме.

Е.В. Фандеичева (участник экспериментальной площадки), определив идеи и задачи этнопедагогики, изучает её возможности в процессе развития у учеников индивидуальных исследовательских и творческих способностей. Занятия, проводимые учителем в рамках эксперимента, являются принципиально новыми и базируются на инновационных авторских методиках: коллективная сюжетная игра «Русское селение», имитация научной этнографической экспедиции, конкурс рекламных плакатов о традициях и обычаях русского народа и др. Результатом исследовательской деятельности учеников и учителей истории явилось создание в школе этнографической комнаты, экспозиция которой отличается большим разнообразием. Здесь, в частности, демонстрируются художественные и ремесленные изделия учащихся. Наряду с этнопедагогикой Е.В. Фандеичева обращается к музейной и театральной педагогике. В театральных действиях воссоздаются традиции и обычаи русского народа.

Участники семинара имели возможность проследить влияние этнопедагогики, музейной и театральной педагогики на развитие литературных, музыкальных, художественных, лингвистических, сценических и других способностей учеников.

Авторские инновационные методики изучались и в МОУ «Лицей № 32 г. Орла» (учитель М.Н. Грекова). М.Н. Грекова провела урок «Орловская область в 20–30-х годах XX века». Модель урока была ориентирована на авторские методики, связанные с проблемой усиления цивилизационной составляющей в процессе изучения истории. Цивилизационный подход с точки зрения содержания исторической информации прослеживался в правильном структурировании и соотношении блоков информации. Рассматривались основные стороны развития общества в обозначенный период в их взаимосвязи и специфике:

1. Индустриализация и коллективизация.
2. Социальная структура.
3. Конституция «либерального социализма».
4. Культурная революция в Орловском крае.

Приемы изучения отличались интересными творческими поисками учителя, необычной была наглядность обучения. В начале урока демонстрировался «Островок вещей» (патефон, пластинки, альбом, фотографии). Так состоялось нетрадиционное погружение в тему – ощущение «дыхания» того времени. С помощью семейных фотографий и познавательных задач выявлялась социальная структура общества. Сложившаяся политическая система анализировалась на основе плакатов. Информация о культурной революции сопровождалась показом фотографий жизни своей школы (№ 32) в изучаемый период. Весь урок был пронизан идеей личностно ориентированного обучения.

Участники региональной экспериментальной площадки подчеркнули оригинальность и эффективность авторских методик М.Н. Грековой.

Работе над индивидуальными темами исследования предшествует теоретическая подготовка.

На базе Орловского государственного университета для участников эксперимента доцентом кафедры всеобщей истории Л.В. Граниной были проведены такие формы теоретической подготовки к экспериментальной работе: лекция-практикум «Урок комплексного интегрирования «Историческая география России»; деловая игра «Мастерская»; мастер-класс, посвященный 300-летию Полтавской битвы; лекция-тренинг «Использование психологических игр на уроках истории»; дискуссия «Нетрадиционные приемы использования музыки в процессе обучения истории» и другие занятия. Преподавателям истории предлагалась информация о разработанных на научном уровне ав-

торских методиках. Например, особенность лекции-практикума «Историческая география России» заключалась в соединении излагаемых теоретических научных положений с демонстрацией их реализации на практическом занятии по методике преподавания со студентами 4-го курса исторического факультета. В теоретической части лекции-практикума выявлялись проблемы нового подхода к отбору исторической информации для урока с преобладанием деятельностного характера обучения истории и предлагалась система групповой и индивидуальной работы, направленной на развитие исследовательских, творческих, коммуникативных умений и навыков.

Одно из направлений коллективной формы исследовательской деятельности участников региональной экспериментальной площадки – изучение опыта преподавания истории в различных типах образовательных учреждений.

Кафедра гуманитарных дисциплин Академии ФСО России провела занятия по военной истории России в нетрадиционной форме: устный журнал «История России в музыке военных маршей». На занятии преподаватели А.Е. Голиков и А.Н. Беляев показали специфику организации учебной познавательной деятельности курсантов. Журнал включал шесть страниц: «Рождение великой державы», «Недаром помнит вся Россия», «Первая мировая война», «Гражданская война», «Великая Отечественная война», «На страже мира». На основе мультимедийных технологий курсанты создали интересный текстовый, наглядный и звуковой информационный ряд. Страницы журнала заканчивались исполнением военных маршей духовым оркестром (дирижер – заслуженный деятель культуры России В.А. Ханенко). Участники экспериментальной площадки отметили большую эффективность сочетания мультимедийных технологий и звучания живой музыки.

Возможности различных подходов к проблеме отбора исторической информации при изучении традиций и обычаев русского народа анализировались на базе Орловского государственного института искусств и культуры. Кафедрой народного хорового пения (заведующая – доцент С.Н. Чабан) была показана для членов региональной экспериментальной площадки музыкально-образовательная программа «Этнографический калейдоскоп».

Интересный аспект личностно ориентированного обучения – пробуждение этического глубинного мышления и метод эстетического образа – изучался также в Орловском государственном институте искусств и культуры. Просмотр творческой работы студентов 404 и 304 групп «Наш Чехов», посвященной 150-летию со дня рождения А.П. Чехова, дал возможность проанализировать высокую эффективность личностно ориентированного обучения студентов в высших учебных заведениях такого типа и обозначить методики, которые можно перенести в обучение учащихся средних общеобразовательных школ и студентов средних специальных учебных заведений.

Наблюдение и анализ занятий, сориентированных на деятельностный характер обучения, с учетом профессиональной направленности учебного процесса, проводился в ОГОУ СПО «Орловский техникум сферы услуг». Занятие «СССР и мир в хрущёвскую эпоху: повседневная жизнь общества» подготовила О.А. Борзенкова.

Методики развития учащихся с учетом комплексной интеграции информации (история, литература, география, фольклор, этнология, психология, изобразительное искусство) изучались на базе Мезенского педагогического колледжа (преподаватель истории – Т.А. Лущенко).

Особое внимание участники региональной экспериментальной площадки уделяют анализу инновационного преподавания в сельских школах. Несколько семинаров и лабораторных занятий участников региональной экспериментальной площадки состоялось в сельских школах Орловской области. Основными формами работы в Новосильской СОШ Новосильского района были выбраны беседы с учителями и анкетирование. Анкетирование проводилось по вопросам организации самостоятельной работы учащихся на уроках истории. Полученные данные систематизированы и обобщены. Знаменская СОШ Знаменского района стала базой для дискуссии о профессиональных качествах учителя-новатора. В Шаблыкинской средней школе состоялся выездной семинар «Современные педагогические технологии, их использование в учебно-воспитательном процессе».

Анализ работы педагогического коллектива школы проходил по нескольким направлениям:

- нетрадиционные формы обучения (урок-альманах «Сословный быт, обычаи и нравы», учитель М.П. Степина);
- инновационные приемы использования художественной литературы (урок-конкурс «Поэзия Великой Отечественной войны», учитель Т.Н. Матеркина);
- проектно-исследовательская деятельность учащихся (защита презентаций «Средства массовой информации», учитель Л.Е. Лошкарева);
- использование интерактивной доски в школьной лекции (урок «Графика. Плакат «Мы за мир», учитель М.В. Удовиченко).

В результате анализа уроков все участники региональной экспериментальной площадки высказали мнение о высокой эффективности разработанных педагогическим коллективом Шаблыкинской школы инновационных приемов, средств и форм обучения.

В 2010–2011 учебном году продолжается изучение опыта инновационного преподавания в сельских школах. Выездной семинар проводился в Малиновской средней общеобразовательной школе Краснозоренского района Орловской области.

Анализ учебно-воспитательного процесса проходил по нескольким направлениям:

- научно-исследовательская работа учеников на уроке и во внеурочное время;
- использование мультимедийных презентаций по истории Орловского края;
- творческая деятельность учащихся и личностно ориентированное обучение;
- нравственно-эстетическое воспитание учеников (анализ литературно-музыкальной исторической композиции «Скоморошины»);
- роль школьного музея села Малиново в формировании у учащихся глубокого чувства любви к Родине.

Участники региональной экспериментальной площадки отметили особенности личностно ориентированного обучения в сельской школе, связанные с небольшой численностью учеников школы, близостью с природой, хорошей материально-технической базой школы, высоким уровнем профессиональной квалификации учителей.

Кроме изучения инновационного опыта обучения и воспитания в сельских школах на выездных семинарах обсуждались результаты деятельности региональной экспериментальной площадки «Современные технологии преподавания истории в средней и высшей школе: проблемы преемственности и взаимосвязи». Учителям истории Краснозоренского района Орловской области была предложена информация:

- История создания региональной экспериментальной площадки «Современные технологии преподавания истории в средней и высшей школе: проблемы преемственности и взаимосвязи» – научный руководитель Г.П. Веркеенко.
- Идея региональной экспериментальной площадки и основные направления исследований – научный руководитель Л.В. Гранина.
- Анализ инновационного опыта преподавания истории в средних общеобразовательных школах, средних специальных учебных заведениях и вузах города Орла – Г.В. Шатохина.
- Анализ инновационного опыта преподавания истории в средних общеобразовательных школах Орловской области – М.Н. Грекова.
- Экспериментальное моделирование нетрадиционных приемов, средств и форм обучения – Т.В. Абросимова.
- Организация и проведение выставок и конкурсов исследовательских и творческих проектов по истории учеников и студентов – Н.В. Агошкова.
- Участие в научно-практических конференциях – И.С. Гаврилина.
- Написание и публикация статей – М.П. Соколова.
- Индивидуальные, групповые и коллективные формы работы участников региональной экспериментальной площадки – А.Б. Кулагина.
- Образовательные выездные программы – И.Р. Заверняева.

Благодаря этой информации учителя истории сельских школ имеют возможность повысить свой профессиональный уровень и присоединиться к научно-исследовательской работе.

Формой коллективной деятельности участников региональной экспериментальной площадки стали

коллективные творческие исследовательские проекты. На базе исторического факультета ОГУ ежегодно проводятся выставки-реконструкции, которые создаются совместными действиями преподавателей вузов, средних профессиональных учебных заведений и учителями общеобразовательных школ, с одной стороны, студентами и учащимися школ, с другой стороны.

Были организованы выставки «Россия Православная», «300 лет Полтавской битве», «65-летие Победы в Великой Отечественной войне». В апреле 2011 года представлялся коллективный творческий проект «Исторический образ: цвет, звук, символ». Форма проекта – фестиваль инновационных методик. В фестивале участвовали: студенты и преподаватели ОГУ; преподаватели и студенты средних специальных учебных заведений г. Орла (Орловский техникум сферы услуг, Мезенский педагогический колледж, Орловский технологический техникум и др.); учителя и ученики средних общеобразовательных школ г. Орла (лицей № 18, СОШ № 27, лицей № 32, гимназия № 34, СОШ № 12, лицей № 22, гимназия № 39); учителя и ученики школ области (Становоколодезская СОШ, Лавровская СОШ, Успенская СОШ).

Основная идея фестиваля – показать возможности личностно ориентированного обучения на основе инновационных методик соединения исторического образа с цветовыми, звуковыми и символическими ассоциациями.

В качестве исторического образа выступают исторические личности, конкретные события, исторические периоды, эпохи.

Ассоциации исторической информации с цветом, звуком, символом предполагают сложную систему размышлений, опыт использования цвета для нравственно-эстетической оценки, умения понимать сущность звуков, смысл символов. Работа с цветом, звуком и символом носит ярко выраженный индивидуальный личностный характер.

Студентами исторического факультета были подготовлены творческие проекты «Размышления о нацизме», «Кризис общества на пороге Советской власти», «Викторианская эпоха», «Инквизиция и ее роль в средние века», «Смута», «Иван Грозный». Представление и защита творческих проектов предполагают просмотр композиции, расшифровку символов, методические рекомендации использования композиций на уроках истории. Вопросы и задания к композициям полностью направлены на личные размышления и эмоции.

Составной часть фестиваля выступала выставка коллажей по той же теме «Исторический образ: цвет, звук, символ». Коллажи были подготовлены студентами третьего курса второй группы, студентами четвертого курса первой группы и учениками МОУ СОШ № 27 г. Орла. Коллаж, рассматриваемый как одно из средств наглядного обучения, – оптимальный способ раскрыть значение цвета и символа в осмыслении исторической информации. Сам фестиваль стал нетрадиционной формой обсуждения инновационных методик.

Все формы исследовательской деятельности участников региональной экспериментальной площадки «Современные технологии преподавания истории в средней и высшей школе: проблемы преемственности и взаимосвязи» объединяются общими направлениями разработки инновационных технологий.

Особое внимание уделяется принципиально новым методикам:

- ✓ нетрадиционным приемам работы с историческими текстами;
- ✓ психологическим играм на занятиях по истории;
- ✓ методике цветовых ассоциаций;
- ✓ комплексному интегрированию в процессе изучения истории;
- ✓ приемам использования музыки в процессе изучения истории;
- ✓ творческим, исследовательским ученическим проектам на основе мультимедийных технологий;
- ✓ нетрадиционным формам уроков (урок-выставка, урок-музей, урок-кинофестиваль, урок, основанный на фантазии, урок-имитация, урок повышенной эмоциональной насыщенности, сюжетно-ролевой урок и др.);
- ✓ новым подходам к моделированию и использованию тестов.

Экспериментальные методики разрабатываются научными руководителями экспериментальной площадки (Г.П. Веркеенко, Л.В. Гранина) и участниками эксперимента (учителя общеобразователь-

ных школ, преподаватели средних профессиональных и высших учебных заведений).

Результаты научно-исследовательской деятельности обсуждаются на конференциях и научно-практических семинарах. В конце каждого учебного года традиционно проводятся Устряловские чтения на базе Орловского государственного университета (кафедра отечественной истории).

Участники эксперимента выступили с сообщениями и докладами на конференциях:

- ✓ «Полтавская битва в контексте международных отношений в Европе в XVIII веке: историческая ретроспектива» (Орел, 22–23 мая 2009 г.).
- ✓ IX Международная научная конференция «Духовные начала русского искусства и просвещения» (Великий Новгород, 10–13 мая 2009 г.).
- ✓ V Всероссийское совещание деканов и заведующих кафедрами исторических факультетов классических университетов и педагогических вузов России. Москва, ИВИ, 31 марта – 01 апреля, 2009 г.
- ✓ Международная научно-практическая конференция «Орловская битва – известная и неизвестная: 1941–1943 гг.» (Орел, 9–11 апреля 2009 г.).
- ✓ Всероссийская конференция «Развитие педагогического потенциала как фактора обновления качества образования» (Воронеж, 23–24 апреля 2010 г.).
- ✓ Международная научно-практическая конференция «Оккупационный режим в годы Великой Отечественной войны: его демографические, экономические и социально-культурные последствия» (Орел, 21–25 апреля 2010 г.).
- ✓ Научно-практическая конференция «Проблемы патриотизма в России» (Орел, 18 июня 2010 г.).

Становится традицией участие в международных научно-практических конференциях. Так, на конференции «Полтавская битва в контексте международных отношений в Европе в XVIII веке: историческая ретроспектива» (Орел, 22–23 марта, 2009 г.), прозвучали следующие доклады:

- ➢ Практическая деятельность учащихся, посвященная 300-летию Полтавской битвы, на основе мультимедийных технологий (И.С. Гаврилина).
- ➢ Нетрадиционные формы изучения Полтавской битвы студентами исторического факультета ОГУ на практических занятиях по методике преподавания истории (Л.В. Гранина).
- ➢ Нравственные аспекты оценки Полтавского сражения в школьном курсе истории России (М.Н. Грекова).

Сделаны заявки на участие в I Международной научно-практической конференции «Ценности образования в процессе духовно-нравственного воспитания молодежи» и III Международной научно-практической конференции «Современный учитель: личность и профессиональная деятельность» (г. Таганрог, 30 марта 2011 г.).

По вопросам инновационных методик с января 2008 по апрель 2011 года участниками региональной экспериментальной площадки «Современные технологии преподавания истории в средней и высшей школе: проблемы преемственности взаимосвязи» опубликовано 89 статей. Статьи опубликованы в различных изданиях. Можно отметить статьи, связанные с отдельными результатами исследования проблемы «Причинно-следственные связи в истории и личностно ориентированное обучение», опубликованные в первом номере журнала «Социосфера» за 2011 год (М.П. Соколовой «Личностно ориентированное обучение и развитие творческих способностей учащихся на уроках истории»; А.В. Фокиной «Урок-практикум “Такое разное средневековье”»; Т.В. Абросимовой «Урок-альманах “Иван Грозный: свет или тьма?”»; О.А. Борзенковой «Урок-погружение в историческую эпоху “СССР и мир в «хрущевскую оттепель»: сквозь призму повседневной жизни”»).

Подтверждением реализации идеи эксперимента может служить получение гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых в 2009 году тремя участниками экспериментальной площадки (Т.В. Мосина, Е.В. Фандеичева, М.Н. Грекова) и премии Губернатора (И.Л. Чукаева), участие во всероссийских конкурсах (О.М. Аверичева, И.С. Гаврилина), участие в конкурсе «Учитель года» (Т.В. Абросимова, О.А. Борзенкова).

ОТРАЖЕНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПЛОЩАДКИ В СМИ

1. Л. Назарова. «Созидая храм внутренний» // Орловский комсомолец, 5 апреля 2008 г.
2. А. Градов. «Икона без цвета и облачения из мешковины» // Красная строка, 9 апреля 2008 г.
3. Л. Назарова. «… и вой картечи, и жизнь висит на волоске» // Орловский комсомолец, 18 апреля 2009 г.
4. Е. Костина. «Истории важная роль» // Орловская правда, 2 июля 2008 г.
5. «Инновации и их реализация» // Орловская правда, 28 октября 2008 г.
6. А. Иконников «Педагоги Орловщины, объединяйтесь» // Орловский комсомолец, 23 апреля 2009 г.
7. О.А. Борзенкова «Заседание экспериментальной площадки “Современные технологии преподавания истории в средней и высшей школе: проблемы преемственности и взаимосвязи” // Классический университет, октябрь 2009 г.
8. Р. Базаров «Даже святая война есть поражение мира» // Классический университет, март-апрель 2010 г.
9. Н. Давыдова, Р. Ревенко «Нет войне!» // Классический университет, март-апрель 2010 г.
10. Н. Давыдова, Р. Ревенко «Немцы в городе» // Орловский вестник, 14 апреля 2010 г.
11. Л. Назарова «Есть ли жизнь на войне?» // Орловский комсомолец, 15 апреля 2010 г.

И.Ф. АВДЕЕВ, *кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математического анализа механико-математического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова*
Тел. 89208061777; ivan_avd@mail.ru

О ПЛОТНОСТНОЙ ТЕОРЕМЕ М.Н. ХАКСЛИ

В статье получено улучшение результата А. Ивича на промежутке $\Delta = \left(\frac{77}{101}, \frac{13}{17}\right)$.

Ключевые слова: ***дзета-функция Римана, критическая полоса, плотностная гипотеза.***

Современная постановка проблемы оценки количества плотности нулей дзета-функции Римана правее критической прямой, то есть оценки величины $N(\sigma, T)$, обычно формулируется как задача нахождения новых значений показателя $A(\sigma)$, для которого выполняется оценка

$$N(\sigma, T) <<_{\varepsilon} T^{A(\sigma)(1-\sigma)+\varepsilon}, \ \forall \varepsilon > 0. \qquad (1)$$

В 1937 году А.Э. Ингам получил оценку (1) со значением $A(\sigma) = A_1(\sigma) = \frac{3}{2-\sigma}$.

Несколько позднее эту оценку он уточнил, заменив в ней величину T^{ε} на множитель L^c, где $L = \ln T$ и $c > 0$ – некоторая постоянная. Но новых степенных понижений в оценке (1), справедливой при всех $\sigma > 0{,}5$, не было получено до настоящего времени. Наилучшее значение параметра $c = 5$ указано в монографии А. Ивича [1, с. 27].

Утверждение о том, что оценка (1) справедлива при всех $\sigma > 0{,}5$ со значением $A(\sigma) = 2$, называют плотностной гипотезой. Из неё следует, что для количества $\pi(x+h) - \pi(x)$ простых чисел на промежутке $(x, x+h)$ при $h >>_{\varepsilon} x^{0,5+\varepsilon}$ справедлива асимптотическая формула $\pi(x+h) - \pi(x) \sim \frac{h}{\ln x}$, $x \to \infty$. Если же использовать значение $A(\sigma) = \alpha > 2$, то указанная асимптотика будет выполняться лишь при $h >>_{\varepsilon} x^{1-1/\alpha+\varepsilon}$.

В 1972 году М.Н. Хаксли получил плотностное неравенство (1) со значением $A(\sigma) = A_2(\sigma) = \frac{3}{3\sigma - 1}$, $\sigma > 0{,}5$. Вместе с результатом Ингама для величины $A(\sigma)$ это дало значение

$$A(\sigma) = 2{,}4 = A_1(0{,}75) = A_2(0{,}75).$$

Тем самым асимптотическая формула для разности $\pi(x+h) - \pi(x)$ была доказана для значений $h >>_{\varepsilon} x^{\frac{7}{12}+\varepsilon}$.

© И.Ф. Авдеев

Заметим, что нахождение новых значений $\alpha = \sup\limits_{\sigma \geq 0,5} A(\sigma)$ прежде всего связано с получением новых оценок сверху для величины $A(\sigma)$ в окрестности $\sigma = 0{,}75$. Но до настоящего времени это удалось сделать только в правой полуокрестности этой точки, то есть для значений $\sigma > 0{,}75$.

Последний результат в этом направлении был получен А. Ивичем [1, с. 290]. Он может быть сформулирован в следующем виде:

$$A(\sigma) = \frac{3}{7\sigma - 4} \text{ при } \sigma \in \left[\frac{13}{17}, \frac{3}{4}\right].$$

При больших значениях σ в настоящее время получены ещё более точные оценки величины $N(\sigma, T)$. В статье доказывается, что на промежутке $\Delta = \left(\frac{77}{101}, \frac{13}{17}\right)$ оценка

$$N(\sigma, T) <<_{\varepsilon} T^{A(\sigma)(1-\sigma)+\varepsilon}, \ \forall \varepsilon > 0$$

выполняется для значений $A(\sigma) = \frac{51}{23}$. Поскольку при $\sigma \in \Delta$ выполняется неравенство $\frac{51}{23} < \frac{3}{7\sigma - 4}$, то данный результат является улучшением соответствующей оценки А. Ивича $\forall \sigma \in \Delta$.

Следует отметить, что ряд работ известных математиков – Х.Л. Монтгомери, М.Н. Хаксли, К. Рамачандра, Ф. Форти и С. Виолы, М. Ютилы, Д.Р. Хиз-Брауна – был посвящен вопросу расширения границ при $\Delta_0 = (\sigma_1, 1]$, $\sigma < 0{,}75$, для которых выполняется оценка $A(\sigma) \leq 2$. Наилучший результат $\sigma_1 = \frac{11}{14}$ получен М. Ютилой [2].

Что же касается значений σ, лежащих в левой окрестности точки $\sigma_0 = 0{,}75$, то здесь наилучшей оценкой остается теорема Ингама в том смысле, что к настоящему времени удалось лишь уменьшить значение показателя степени в логарифмическом множителе L^c в этой оценке, доведя его, как уже было отмечено, до значения $c = 3$.

Статья посвящена выводу новой оценки функции $N(\sigma, T)$ для значений параметра σ, лежащего на промежутке $\Delta = \left(\frac{77}{101}, \frac{13}{17}\right]$. Основной целью является вывод неравенства вида $N(\sigma, T) <<_{\varepsilon} T^{A(\sigma)(1-\sigma)+\varepsilon}$, где $A(\sigma) = \frac{51}{23} = 2{,}2173913...$, $\sigma \in \Delta$ и $\varepsilon > 0$ и сколь угодно мало.

Указанная выше оценка А. Ивича, приводимая, в частности, в его монографии «The Riemann zeta-function» [1, с. 290], имеет тот же вид, что и наша оценка, но со значением $A(\sigma) \leq A_1(\sigma) = \frac{3}{7\sigma - 4}$ при $\sigma \in \left(\frac{3}{4}, \frac{13}{17}\right]$.

Сравнивая оценку А. Ивича с нашей оценкой, получаем, что разность

$$d(\sigma) = A_1(\sigma) - \frac{51}{23} = \frac{3}{7\sigma - 4} - \frac{51}{23} = \frac{21(13 - 17\sigma)}{23(7\sigma - 4)} > 0$$

при всех $\sigma < \frac{13}{17}$ и $d\left(\frac{13}{17}\right) = 0$.

Это означает, что наш результат является улучшением оценки А. Ивича при всех значениях σ из интервала $\Delta = \left(\frac{77}{101}, \frac{13}{17}\right)$. Его точная формулировка дается в следующей теореме.

Теорема. *Обозначим через $N(\sigma, T)$ количество нулей дзета-функции Римана $\zeta(s)$ в прямоугольнике P вида* $\operatorname{Re} s \geq \sigma$, $0 < |\operatorname{Im} s| \leq T$.

Тогда при $\sigma \geq \sigma_2 = \frac{77}{101} = 0{,}76237623762...$ *выполняется оценка вида (1)*

$$N(\sigma, T) <<_{\varepsilon} T^{A(\sigma)(1-\sigma)+\varepsilon},$$

где $A(\sigma) = \frac{51}{23} = 2{,}2173913...$ *и* $\varepsilon > 0$ *сколь угодно мало.*

Приведем схему доказательства данной теоремы.

Обозначим через Ω_1 совокупность нулей $\rho = \beta + i\gamma$ дзета-функции Римана, лежащих в прямоугольнике P и удовлетворяющих дополнительным условиям, состоящим в том, что мнимые части γ точек ρ превосходят значение $0{,}5T$ и отличаются между собой не менее чем на единицу. В этих обозначениях получим

$$N(\sigma, T) << LN_1,$$

где $L = \ln T$, а N_1 представляет собой максимально возможную мощность множества Ω_1. Кроме того, учитывая, что при всех $\sigma \ge \sigma_1 = \frac{13}{17}$ оценка теоремы вытекает из приведенного выше результата А. Ивича, при доказательстве достаточно рассматривать случай $\sigma \in [\sigma_2, \sigma_1)$. В каждой точке $\rho \in \Omega_1$ для значения $\zeta(\rho) = 0$ запишем приближенное функциональное уравнение простейшего вида [3, с. 72]

$$\zeta(s) = \sum_{n \le x} \frac{1}{n^s} + \frac{x^{1-s}}{s-1} + \mathrm{O}\left(x^{-\sigma} \ln x\right).$$

Преобразовав это соотношение при $s \in \Omega_1$, получим

$$\zeta(s) = \zeta(\rho) = 0 = \sum_{n \le T_1} \frac{1}{n^\rho} + \mathrm{O}\left(T^{\frac{1}{2}-\sigma}\right).$$

Зафиксируем некоторое положительное $h \ge 100$ и положим $x_0 = T^{0.01}$, тогда последнее равенство можно будет записать в виде

$$-\sum_{n \le x_0} \frac{1}{n^\rho} = \sum_{x_0 < n \le T_1} \frac{1}{n^\rho} + \mathrm{O}\left(T^{\frac{1}{2}-\sigma}\right).$$

Переходя к неравенствам, суммируя по всем $\rho \in \Omega_1$ и используя оценку снизу вида $\sum_{\rho \in \Omega_1} \left| \sum_{n \le x_0} \frac{1}{n^\rho} \right| >> N_1 T^{\frac{\sigma-1}{h}}$, приходим к

$$N_1 T^{\frac{\sigma-1}{h}} << \sum_{\rho \in \Omega_1} \left| \sum_{x_0 < n \le T_1} \frac{1}{n^\rho} \right|.$$

Дальнейшие рассуждения посвящены получению надлежащей верхней оценки правой части последнего неравенства. Обозначая её через A, имеем $N_1 << A T^{\frac{1-\sigma}{h}}$. Переходя к неравенству, получим $A << L A(z)$, $N_1 \square\ L T^{\frac{1-\sigma}{h}} A(z)$, где $A(z)$ некоторая сумма вида

$$A(z) = \sum_{\rho \in \Omega_1} \left| \sum_{z < n \le z_1} \frac{1}{n^\rho} \right|,$$

причем z и z_1 – некоторые целые числа с условием $z_1 \le 2z$ и $z \in (x_0, T_1]$. Оценивая сверху величину $A(z)$ в зависимости от значения параметра z, приходим к неравенству

$$A(z) \le A_1(z) = \sum_{\rho \in \Omega_1} \left| \sum_{n=z+1}^{z_0} \frac{1}{n^{\sigma+i\gamma}} \right|,$$

где $z_0 = k$ – некоторое фиксированное целое из промежутка $(z, z_1]$. Далее при рассмотрении случая $z \ge T^{0,5}$ получено неравенство

$$A_1(z)^2 << N_1 \sum_{\rho \in \Omega_1} \left| \sum_{z < n \le z_0} \frac{1}{n^{\sigma+i\gamma}} \right|^2.$$

Двойная сумма в правой части последнего неравенства представляет собой среднее квадратичное значение модуля некоторого полинома Дирихле. Далее к сумме $\sum_{z < n \le z_0} \frac{1}{n^{\sigma+i\gamma}}$ применяется доказанная формула обращения вида

$$\sum_{k=x_0}^{x} \frac{1}{k^s} = \chi(s) \sum_{\frac{t}{2\pi x} < n \le \frac{t}{2\pi x_0}} \frac{1}{n^{1-s}} + \mathrm{O}\left(x_0^{-\sigma} + x^{0,5} t^{-0,5}\right).$$

Здесь

$$\chi(s) = \Gamma\left(\frac{1-s}{2}\right) \Gamma^{-1}\left(\frac{s}{2}\right) \pi^{s-0,5} = \left(\frac{2\pi}{t}\right)^{\sigma+it-0,5} e^{i\left(t+\frac{\pi}{4}\right)} \left(1 + \mathrm{O}\left(t^{-1}\right)\right)$$

и $|\chi(s)| << t^{0,5-\sigma}$, $s = \sigma + it$, причем $\mathrm{Re}\, s = \sigma \in (0,1)$, $t \ge 10$ и $1 \le x_0 < x \le \frac{t}{2\pi}$.

В результате в случае, когда $z \ge T^{0,5}$, выводится оценка $N_1 << T^{4\frac{1-\sigma}{h} + 2(1-\beta)} L^7$.

При достаточно большом h эта оценка значительно лучше той, которая сформулирована в условии доказываемой теоремы. Поэтому в дальнейшем рассматривается случай, когда $z < T^{0,5}$.

После этого промежуток изменения параметра $\frac{L}{\ln z}$ разбивается на отдельные участки. С этой целью определяется целое число $m = \left[\frac{L}{\ln z}\right]$,

$m \in [2,h]$. Применение неравенства Гёльдера дает оценку

$$A_1(z)^m \le N_1^{m-1} \sum_{\rho\in\Omega_1} \left| \sum_{n=z+1}^{z_0} \frac{1}{n^{\sigma+i\gamma}} \right|^m = N_1^{m-1} \sum_{\rho\in\Omega_1} \left| \sum_{z^m<n\le z_0^m} \frac{b(n)}{n^{\sigma+i\gamma}} \right|,$$

где $b(n)$ удовлетворяет условию $0 \le b(n) \le \tau_m(n)$. Положим далее $r = z^m$ и $r_0 = z_0^m$. Дальнейшие рассуждения приводят нас к случаю $m = 2$, когда отношение логарифмов $\frac{\ln r}{L} \in E_0 = \left(\frac{2}{3}, 1\right]$. Затем с помощью стандартных оценок промежуток E_0 уменьшается до промежутка $E_3 = \left[\frac{A(\sigma)}{3}, \phi_0\right]$, где $A(\sigma) = \frac{51}{23}$, $\phi_0 = 0,90095189091...$

Далее рассматривается случай, когда отношение $\phi = \frac{\ln r}{L}$ лежит в промежутке E_3. Разобьем множество Ω_1 на не более чем $K = T^\theta$ подмножеств, в каждое из которых входят те точки ρ из Ω_1, разность ординат которых не превышает величины порядка $T_0 = T^{1-\theta} = TK^{-1}$. В дальнейшем значение K выбирается равным $T^{A(\sigma)(1-\sigma)} r^{2\sigma-2}$.

Выделим из этих множеств одно, в котором содержится максимальное количество этих точек. Само это множество будем обозначать через Ω_0, а количество точек в нем обозначим через N_0. Проведенные преобразования с помощью неравенства Халоша–Монтгомери [1, с. 494] приводят нас к оценке

$$N_0 <<_\varepsilon N_0 r^{2-2\sigma+\varepsilon} \sum_{\substack{\rho,\rho_1\in\Omega_0 \\ \gamma>\gamma_1}} \left| \sum_{k=r+1}^{r_0} k^{-\frac{1}{2}+i(\gamma-\gamma_1)} \right|. \quad (2)$$

Далее совокупность пар нулей (γ, γ_1) разбивается на L с условием, что в одном подмножестве разность $|\gamma - \gamma_1|$ имеет один и тот же порядок.

Затем к внутренней сумме по k применяется формула обращения для полинома Дирихле.

После этого обе части неравенства для величины N_0, полученного с помощью этих преобразований, возводятся в некоторую степень $n \ge 2$ и применяется процедура сглаживания в форме А. Ивича. В результате приходим к оценке

$$N_0 <<_\varepsilon r^{n(3-4\sigma)+\varepsilon} \sum_{\gamma\in\mu_m} \left| \sum_{k=y^n}^{y_1^n} \frac{1}{k^{0,5+i(\gamma-\gamma_1)}} \right|^2, \quad y << T_0 r^{-1}. \quad (3)$$

Для значений γ с условием $|\gamma - \gamma_1| \ge 20y^n$ к сумме по k применяется формула обращения [4]. В результате мы приходим к неравенству вида $N_0 << V_1 + V_2$, где

$$\begin{cases} V_1 = r^{n(3-4\sigma)} y^n T_0^\varepsilon = r^{n(3-4\sigma)} r^{-n} T_0^{n+\varepsilon}, \\ V_2 << T_0^{1+\varepsilon} y^{-n} r^{n(3-4\sigma)} N_0 = T_0^{-n+1+\varepsilon} r^n N_0 r^{n(3-4\sigma)}. \end{cases}$$

Дальнейшее доказательство сводится к оптимальному выбору значения степени n в зависимости от величины отношения $\phi = \frac{\ln r}{L}$ и от значения параметра $x_m \approx \gamma - \gamma_1$. При этом случаи $n = 7$ и $n = 8$ требуют отдельного рассмотрения, а случаи $n \ge 9$ разбираются единообразно. В конечном итоге мы приходим к оценкам, дающим полное доказательство данной теоремы.

В заключение отметим, что изложенный выше метод доказательства теоремы о плотности нулей дзета-функции Римана в полосе от $\frac{77}{101} < \sigma \le \frac{13}{17}$, развиваемый нами в данной статье, на самом деле позволяет еще немного уточнить оценки величины $N(\sigma, T)$. Для этого лишь требуется рассматривать функцию $A(\sigma)$ как переменную величину с условием $A(\sigma) < \frac{51}{23}$ при $\sigma \in \left(\frac{77}{101}, \frac{13}{17}\right]$. Кроме того, таким же образом можно получить новые степенные понижения нулей $N(\sigma, T)$, и при всех $\sigma \in \left(\frac{3}{4}, \frac{77}{101}\right]$.

Библиографический список

1. Ivić A. The Riemann zeta-function. The theory of the Riemann zeta-function with applications [Текст] / Aleksandar Ivić. University of Belgrade. – Yugoslavia, 1985.
2. Jutila M. Zero-density estimates for L-functions [Текст] / M. Jutila // Acta. Arith. 32, 52–62, 1977.
3. Карацуба А.А. Основы аналитической теории чисел [Текст] / А.А. Карацуба. – М.: Наука, 1983. – 240 с.
4. Авдеев И.Ф. Об оценках количества нетривиальных нулей дзета-функции Римана [Текст]. – Орел: Издательство Орловского государственного университета, 2007. – 57 с.

I.F. AVDEEV

ON THE HUXLEY'S DENSITY THEOREM

The result of Iviж is strengthened in the interval $\Delta = \left(\frac{77}{101}, \frac{13}{17}\right)$.

Key words: ***Riemann zeta-function, critical stripe, Riemann Hypothesis.***

М.И. ИСМОИЛОВ, *кандидат технических наук, доцент кафедры «Автоматизированные системы управления» Московского автомобильно-дорожного института (ГТУ)*
Ч. ШИМО, *аспирант, специальность – 05.13.06*
Тел. 8(4862) 70-53-58

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СОРТИРОВКИ НАСЫПНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПА КЛАССИФИКАЦИИ

В статье рассматриваются вопросы оценки качества сортировки насыпных материалов на основе принципа классификации.

Ключевые слова: ***насыпные стройматериалы, щебень, форма зерна, технология сортировки.***

Введение

Существующие нормативы по параметрам насыпных стройматериалов базируются на основе вероятностной модели прохождения гладких зерен сферической формы через прямоугольные отверстия. Очевидно, что рекомендации на основании такой упрощенной модели не могут быть удовлетворительными, поэтому в основу практических расчетов берутся не они, а главным образом табличные данные, составленные в результате промышленного опыта эксплуатации дробильного оборудования. В частности, строительный щебень принято относить по качеству к одной из трех групп в соответствии с массовой долей зерен пластинчатой и игловатой формы: «обычный»: 35%, «улучшенный»: 25%, «кубовидный»: 15%.

Заметим, что по промышленным нормативам к пластинчатой (лещадной) и игловатой формам относятся такие зерна, толщина или ширина которых менее длины более чем в 3 раза (по соглашению сторон допускается содержание и более 35% указанных форм).

Технология сортировки

В принципе технология сортировки не так проста, как может показаться, и прежде всего непрост сам по себе объект обработки – продукт дробления. Щебень не является набором сферических зерен, поэтому определение вероятности просеивания по отношению площадей сечения зерна и отверстий сита представляется не вполне убедительным. При строгом подходе осуществляемая грохотом сортировка по размерам зерен не способна удовлетворять требованиям для наиболее ответственных объектов строительства.

Требования постоянно растут, например, считается, что при строительстве большинства современных дорог необходим щебень с «кубовидным» зерном, но и это не предел, так как растущие нормативы предъявляют к качеству дорог все более жесткие требования к стройматериалам.

Указанные соображения дают повод для размышлений:

1. Прежде всего не ясно, почему для оценки качества определяется *массовая* доля зерен «некубовидной» формы? Ведь это означает, что контроль формы зерна осуществляется измерением насыпной массы (а сортировка производится по размерам!).

© М.И. Исмоилов, Ч. Шимо

2. Представляется слишком широким диапазон массовой доли зерен «неполноценной» формы в «улучшенном» (да и в высококачественном – «кубовидном» продукте).

3. Искусственным представляется и само по себе определение пластинчатой и игловатой форм зерна: чем обосновывается принятое трехкратное, а, например, не пятикратное отношение?

Не касаясь других параметров, таких как шероховатость, истираемость и др., попробуем установить те признаки, которые определяют качество дробленого продукта при более строгом подходе. Логично положить, что помимо размеров существенный интерес представляет форма зерна, точнее, выбор ее модели – сравнительно простого геометрического тела, имитирующего зерно при анализе:

1. Прежде всего, это «диаметр» зерна ***d*** – некоторый его характерный размер, определяющий возможность прохождения сквозь ячейки грохота. Как известно, форма зерна далека от сферической, так что надо опираться на некоторый эквивалентный размер. Например, принять за него наибольший диаметр некоторого характерного сечения, рис. 1(а). При уточнении модели очевидна необходимость отхода от «сферической теории».

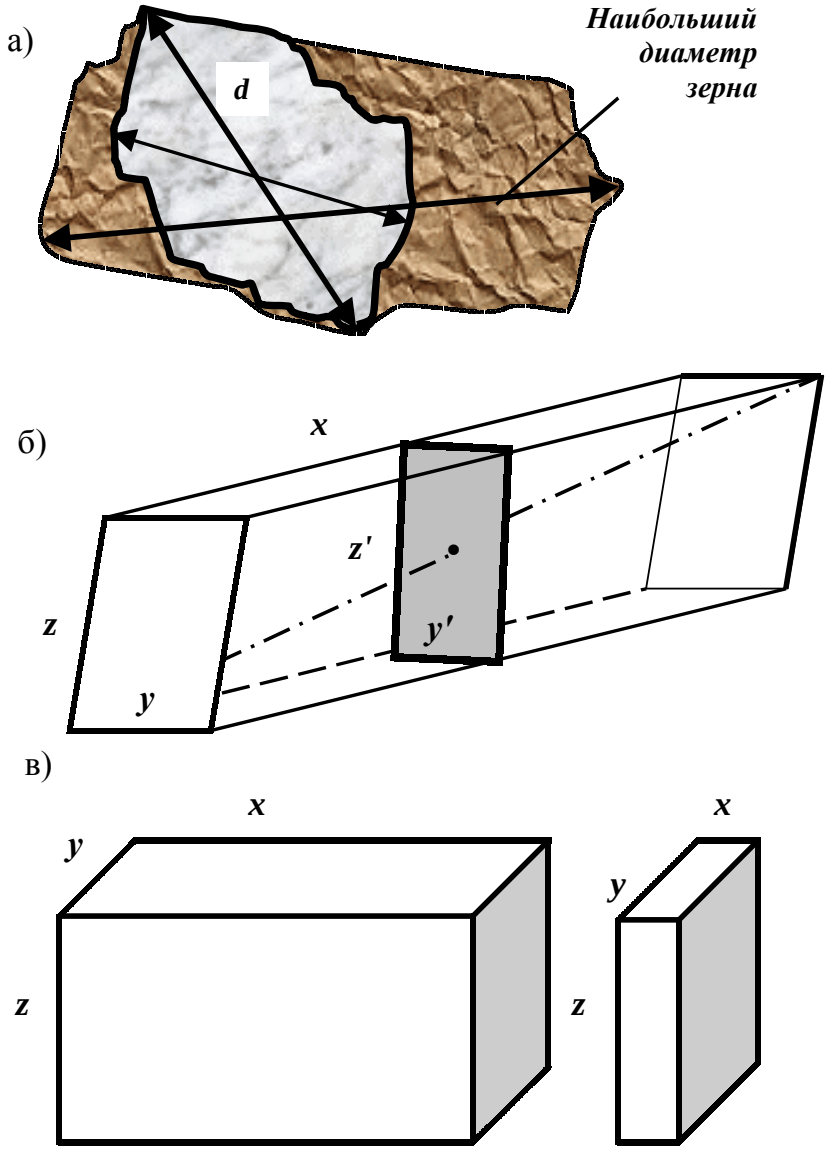


Рис.1. Геометрические модели формы зерна

2. Можно аппроксимировать зерно параллелепипедом с тремя размерами ***x***, ***y***, ***z***, рис.1(б). Для данной задачи требуется определить, например, диагональ его более-менее симметричного сечения ***y′z′***, перпендикулярного третьей стороне ***x***. Для упрощения можно взять прямоугольный параллелепипед с квадратным сечением, для которого вероятность прохождения определится длиной равных сторон ***y, z***. Кстати, совсем не обязательно, чтобы стороны ***y, z***, были меньше ***x***, см. рис. 1(в). В этом случае форма определится двумя параметрами: за первый примем длину сторон ***y, z*** (обозначим ***d***), второй – относительная величина $\Lambda = x / d$. Согласно принятым нормативам зерна с $\Lambda > 3$ относятся к игольчатой, а с $\Lambda < 1/3$ – к пластинчатой (лещадной) форме. Таким образом, к «кубовидным» относятся зерна в диапазоне $1/3 < \Lambda < 3$.

Аналогичным путем можно аппроксимировать зерно эллипсоидом, в частности эллипсоидом вращения, рис. 2.

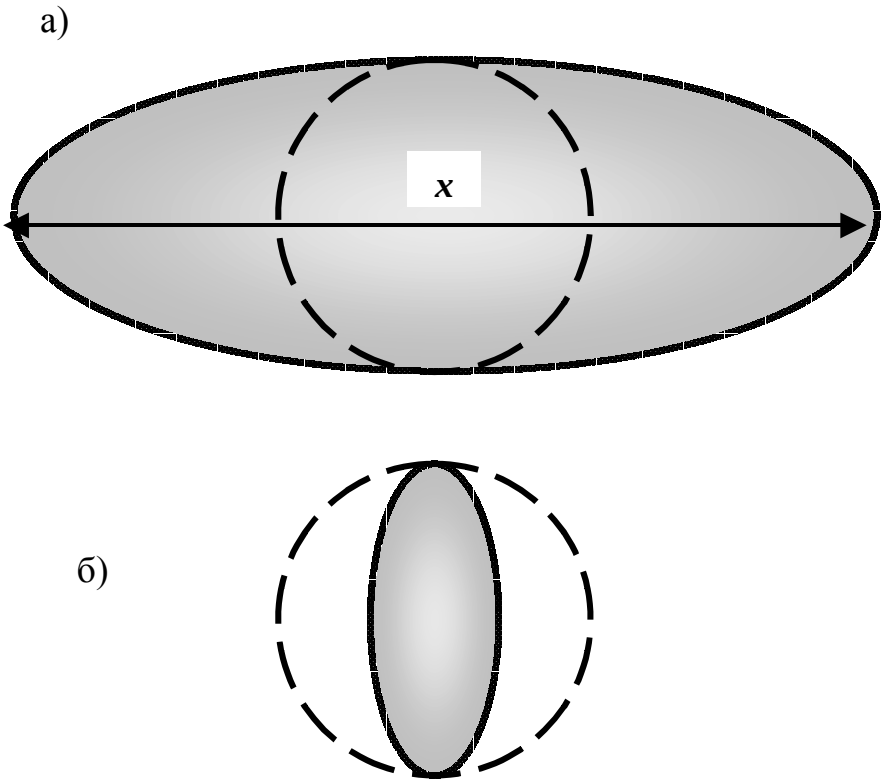


Рис. 2. Модель — эллипсоид вращения.
Игольчатая (а) и пластинчатая (б) формы зерен

Если наибольший диаметр симметричного сечения – окружности обозначить ***d***, а длину ***x***, то, подобно предыдущему случаю, получаем относительный параметр $\Lambda = x / d$. Соображения относительно игольчатой, пластинчатой (лещадной) и кубовидной форм зерен для моделей эллипсоида и параллелепипеда совпадают.

Содержание сыпучего материала можно представить плотностью его распределения по размерам, рис. 3.

Как было предложено выше, распределение на фракции целесообразно проводить по некоторым определяющим свойствам продукта дробления, первое из которых – характерный размер зерна ***d***.

Условие материального баланса требует нормирования плотности распределения по интегралу:

$$I = \int_{-\infty}^{\infty} p(z)dz , \qquad (1)$$

а с учетом того, что размер частиц не может

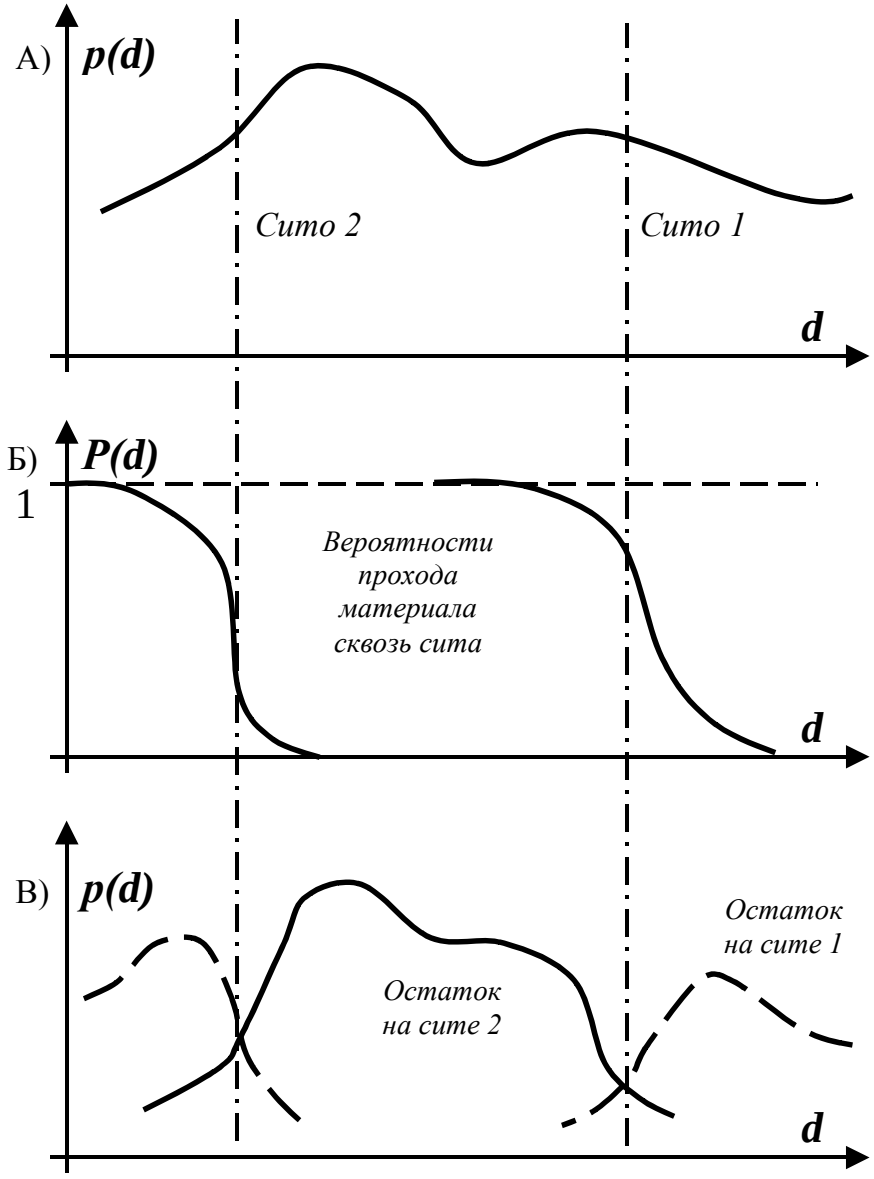


Рис.3. Статистика по размеру кусков

быть меньше 0 и больше некоторого максимального исходного, имеем:

$$I = \int_0^{d_{max}} p(z)dz. \qquad (2)$$

Сквозь сито грохота с отверстиями определенного размера будут проходить:

– бóльшая часть кусков материала, имеющих размеры, мéньшие отверстий сита,

– значительная часть кусков с размерами, близкими размерам отверстий,

– некоторая часть кусков с несколько большими размерами.

Работу грохота можно характеризовать кривой ***P*(*d*)** – вероятности прохода кусков определенных размеров сквозь сито, см. рис. 3(Б): слева от кривой – вероятностная частота прохождения кусков материала размера ***d***. Работа грохота с двумя ситами (сито 1 – крупное, сито 2 – мелкое), с сортировкой по принципу «от крупного – к мелкому» отразится в виде двух кривых. Это можно также представить как преобразование исходного закона в три кривых – плотности распределения остатков на ситах 1, 2 и распределения мелочи, прошедшей оба сита, рис. 3(В).

Нетоварная мелочь и песок идут в брак (кстати, его доля бывает довольно значительной (до

60%), в зависимости от свойств материала и типа дробилки). Остаток с сита 1 при замкнутом цикле технологии возвращается назад для вторичного дробления, остаток на сите 2, предназначенный для заказчика, составляет основной интерес и может быть представлен интегралом

$$Q_{Вых} = \left(\frac{1}{I}\right)\int_0^{d_{max}} p_2(z)dz, \qquad (3)$$

где $p_2(z)$ – плотность распределения по крупности материала, оставшегося на втором сите, I – нормирующий множитель, см. уравнение (1).

Следует обратить внимание на «хвосты» кривых, свидетельствующие, что в продукт сортировки попадает определенная часть мелочи и избыточно крупных кусков.

Представляется очевидным, что чем жестче требования к размеру как основному показателю продукта, тем меньше должна быть разница между размерами ячеек сит. Однако вместе с тем ясно и то, что при более строгой сортировке будет выделена как товарная значительно меньшая доля продукта.

Например, если устанавливать сита с размерами отверстий 0,035 м и 0,04 м, то следует ожидать, что на втором сите, выдающем требуемый продукт, останется совсем мало материала, см. рис. 4, что резко снизит производительность системы в целом. Кроме того, это ухудшит и качественную сторону процесса: еще раз обратим внимание на «хвосты» кривых плотностей распределения.

В силу разброса, специфического для процесса грохочения, следует ожидать, что значительная часть материала требуемой крупности пройдет сквозь оба сита и попадет в брак, а другая, также значительная его часть останется на верхнем сите и будет передана на вторичную переработку. И, напротив, в остатке на сите 2, представляемом как товарный продукт, будет содержаться значительная доля мелочи и избыточно крупных кусков. Таким образом, видно, что достигнуть улучшения эффективности простым сближением границ допусков (размеров отверстий сит) не удастся.

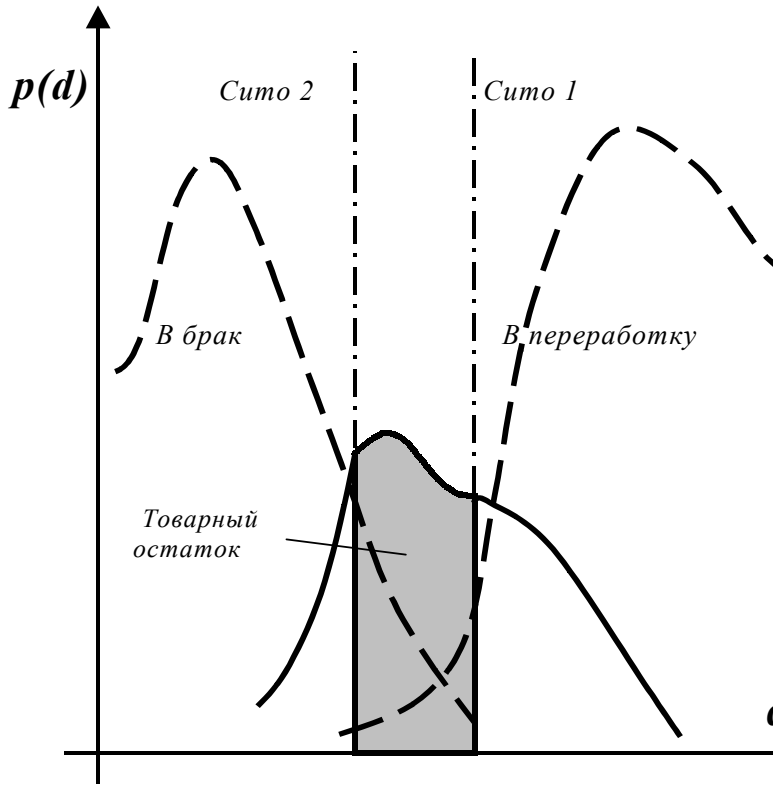


Рис.4. Перекрытие плотностей распределения при сближении границ поля допуска

Таким образом, сортировку можно рассматривать как решение задачи классификации, а грохоты в принципе можно отнести к классификаторам – специфическим устройствам, предназначение которых – распределение имеющихся объектов по заданным классам в соответствии со значением присущих им признаков.

Из предыдущего анализа видно, что в промышленной практике классификация продукта дробления производится по единственному признаку – способности его кусков проходить сквозь сита с определенными отверстиями. Очевидно, что эффективность сортировки, ее точность и производительность невозможно улучшить только повышением точности изготовления сит грохотов и сближением размеров их отверстий.

Этому препятствует, во-первых, значительный разброс отсеиваемого продукта по крупности и форме, а во-вторых, резкое снижение производительности по готовому продукту. Задача усовершенствования сортировки должна решаться другими путями, с ориентацией на множество свойств обрабатываемого материала.

Идея классификации объектов, различающихся по случайным признакам, всегда осознанно или интуитивно опирается на вероятность принадлежности объекта к некоторому классу в зависимости от значений этих признаков. Рассуждения при этом чаще всего имеют примерно такой вид: «Если значение z контролируемой величины (признака) не превышает некоторого порогового значения z_0, то (с некоторой вероятностью) данный объект отнесем к классу ω_1, а если превышает, то – к классу ω_2». Если признаков несколько (n), то говорят о точке в системе координат «n-мерного пространства признаков», принадлежность которой одной из областей позволяет отнести данный объект (с некоторой вероятностью) к соответствующему этой области классу (или указать, что ни к одному из известных классов он не относится). То есть суть задачи не изменяется, только речь в этом случае идет не о скаляре (одной величине), а об *n*-мерном векторе ***z***. Качество классификации при этом улучшается при соответствующем росте объема вычислений.

При формальном подходе с позиций теории классификации для определения принадлежности объекта к некоторому классу ω_j можно применить правило Байеса:

$$P(\omega_j|z) = \frac{p(z|\omega_j)P(\omega_j)}{p(z)}, \qquad (4)$$

где
$$p(z) = \sum_{j=1}^{n} p(z|\omega_j) \cdot P(\omega_j). \qquad (5)$$

Величина $P(\omega_j|z)$ – вероятность класса ω_j при условии, что измеренное значение признака равно z (условная вероятность класса ω_j по признаку z). Величина $p(z|\omega_j)$ – вероятность данного значения z для класса ω_j, деление на $p(z)$ – обычное нормирование закона распределения.

Если классификация неправильная (объект *j*-го класса ошибочно отнесен к *i*-му классу), то потери из-за ошибки можно обозначить q_{ij} Ожидаемые суммарные потери при данном значении z определятся выражением:

$$Q(\alpha_i|z) = \sum_{j=1}^{n} q(\alpha_j|\omega_j) \cdot P(\omega_j|z) \qquad (6)$$

Здесь $q(\alpha_i|\omega_j) = q_{ij}$ – потери из-за ошибочной классификации,

α_i – действия исполнителя при отнесении объекта к i-му классу.

Величину $Q(\alpha_i|z)$ в теории классификации принято называть «суммарным условным риском». Оптимизация процесса классификации состоит в минимизации этого риска, то есть в нахождении такого α_i, при котором величина $Q(\alpha_i|z)$ минимальна.

При разделении на два класса (например, в случае одного сита) имеем:

$$\begin{aligned} Q(\alpha_1|z) &= q_{11} P(\omega_1|z) + q_{12} P(\omega_2|z) \\ \text{и} \quad Q(\alpha_2|z) &= q_{21} P(\omega_1|z) + q_{22} P(\omega_2|z). \end{aligned} \qquad (7)$$

Математическая постановка задачи классификации состоит в нахождении «разделяющих» или «решающих» функций, определяющих принадлежность объекта к одному из классов. Например, решающая функция может относить объекты к классу ω_i, если соблюдаются неравенства:

$$\begin{aligned} & p(z|\omega_i) > p(z|\omega_j), \qquad \forall\, i \neq j \\ \text{или} \quad & \\ & p(z|\omega_i) / p(z|\omega_j) > 1, \qquad \forall\, i \neq j. \end{aligned} \qquad (8)$$

Формально задача вычисления решающих функций несколько упрощается в случае, если предположить, что признаки распределены по нормальному закону:

$$p(z|\omega_i) = \frac{e^{-\frac{1}{2}(z-\mu_i)^t C^{-1}(z-\mu_i)}}{(2\pi)^{\frac{n}{2}} \cdot |C|^{\frac{1}{2}}}, \quad (9)$$

где C – ковариационная матрица:

$$C = \begin{pmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ c_{n1} & c_{n2} & \dots & c_{nn} \end{pmatrix}, \quad (10)$$

c_{ij} – ковариация i-й и j-й компонент вектора z (c_{ii} – дисперсия i-й компоненты z),

μ_i – вектор среднего значения (математического ожидания) z.

Заключение

Из материалов, рассмотренных в данной статье, можно заключить, что решение задачи улучшения качества сортировки следует искать в использовании помимо характерного размера дополнительных признаков сортируемого продукта, прежде всего определяемых формой зерна. Сортировка при этом принимает форму задачи теории решений, точнее – классификации образов в многомерном пространстве статистических признаков объекта.

Библиографический список

1. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. – М., 1969.
2. Дуда Р., Харт П. Распознавание образов и анализ сцен. – М., 1976.
3. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. – М., 1970.

M. ISMOILOV, S. ZHOU

QUALITY ASSESSMENT GRADING DRY BULK MATERIALS BASED ON THE PRINCIPLE OF CLASSIFICATION

The article deals with assessing the quality sorting of bulk materials based on the principle of classification.

*Key words**: bulk materials, grain shape, macadam, sorting technology.***

***О.С. КЛИМЕНКО**, ассистент кафедры общих математических дисциплин Орловского государственного университета*
Тел. 8 905 1664699; olyaklimenko@rambler.ru

РАЦИОНАЛЬНЫЕ УЗЛЫ И *D*-ДИАГРАММЫ

В статье рассматриваются диаграммы узла (обычные), описывается способ построения d-диаграмм. Определяются рациональные узлы, играющие особую роль в теории узлов. Дается определение тангла, его замыкания по числителю и по знаменателю. Приводится способ построения d-диаграмм, соответствующих рациональным узлам.

Ключевые слова: ***узел, четырехвалентный граф, диаграмма узла, d-диаграммы, тангл, рациональный узел.***

Как известно, узлы и зацепления задаются диаграммами.

При рассмотрении плоскости и проекции узла на эту плоскость можно увидеть, что в случае плоскости общего положения проекция будет представлять четырехвалентный граф, вложенный в плоскость. Можно считать, что особые точки проекции исчерпываются двойными точками. Двойные точки будут вершинами графа, а дуги, соединяющие двойные точки, ребрами графа. Малая окрестность каждой двойной точки представляет собой проекции двух дуг проектируемой замкнутой кривой. Для каждой такой вершины можно будет сказать, какая дуга проходит выше, а какая – ниже.

Будем говорить, что вышерасположенная дуга в вершине образует переход, а нижерасположенная дуга – проход.

Проход и переход обозначаются так, как показано на рисунке 1.

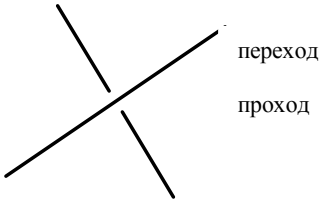


Рисунок 1.

Описанный четырехвалентный граф с дополнительной информацией проход – переход называется (обычной) диаграммой узла. Аналогично определяется диаграмма зацепления (образ вложения нескольких замкнутых кривых, гомеоморфных окружности).

Структура проход – переход позволяет раскрасить четыре угла в окрестности вершины в два цвета – черный и белый так, что противоположные узлы будут закрашены в один цвет и при движении по дуге «переход» до вершины справа будет иметь черный цвет, а после вершины – белый.

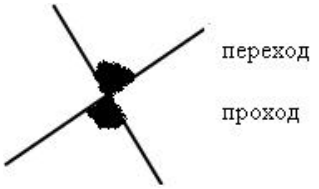


Рисунок 2. Раскраска окрестности вершины.

© О.С. Клименко

В источнике [3] дается понятие *d*-диаграммы – окружности с двумя семействами хорд, причем хорды каждого семейства не пересекаются.

d-диаграмма узла строится по обычной диаграмме следующим образом. Вместо диаграммы узла мы рассматриваем четырехвалентный граф, а вместо перекрестка (проход – переход) ставим пересечение. В этом случае хордовая диаграмма строится по правилу: все время идем прямо (в вершине перескакиваем с ребра на противоположное). А для *d*-диаграммы, наоборот, в каждой вершине нужно поворачивать направо или налево. Рассмотрим обход этого графа, т.е. движение вдоль по ребрам графа, начиная с некоторой вершины, такое, что: 1) при достижении каждой следующей вершины направление движения изменяется на 90 или 270 градусов (т.е. происходит поворот налево или направо, 2) по окончании обхода каждая вершина оказалась пройденной ровно два раза и каждое ребро – ровно один раз. Доказывается, что такой обход существует. Пронумеруем последовательно вершины графа при данном обходе. Каждая вершина получит при этом два номера. Рассмотрим окружность на плоскости и разделим ее на 2 *m* частей, где *m* – число вершин графа. Соединим хордами некоторые пары точек окружности, а именно те, номера которых соответствуют одной и той же вершине четырехвалентного графа. В результате все полученные хорды разобьются на два семейства хорд, таких, что хорды каждого семейства не пересекаются между собой. Хорды могут быть положительными и отрицательными. Как узнать, какие хорды надо взять со знаком «+», а какие – со знаком «–»?

Если хорда соединяет вершины углов, закрашенных в черный цвет, то хорде присваиваем знак плюс, в противном случае – минус.

Изучение *d*-диаграмм представляет определенный интерес. Среди них хотелось бы выделить рациональные.

Особую роль в теории узлов играют рациональные узлы. Они были введены Л. Кауфманом и рассмотрены в источнике [9]. Для их определения необходимо ввести понятие тангла. Оно было введено в 1967 году Конвеем.

Нам достаточно рассматривать так называемые 2x2=танглы. Мы определим только 2x2=танглы и будем называть их просто танглами.

Определение. Тангл (или 2x2=тангл) есть граф, у которого четыре вершины имеют валентность один, а остальные – валентность четыре. Одновалентные вершины делятся на две пары: одна пара входная, другая – выходная. Они называются соответственно первая входная, вторая входная, первая выходная, вторая выходная. В каждой из четырехвалентных вершин задана структура проход – переход. Танглы изображают схемой.

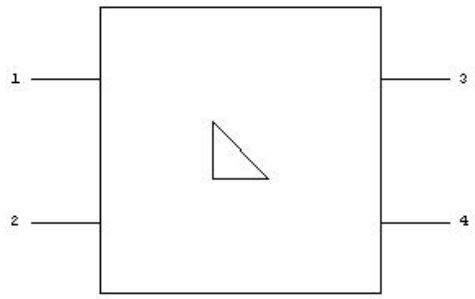


Рисунок 3. Тангл.

На рисунке 1, 2, 3, 4 обозначают соответственно первую входную, вторую входную, первую выходную, вторую выходную вершины. Внутри квадрата расположены четырехвалентные вершины. Сложение танглов есть операция, соответствующая двум танглам, взятым в определенном порядке нового тангла по правилу, иллюстрируемому рисунком 4.

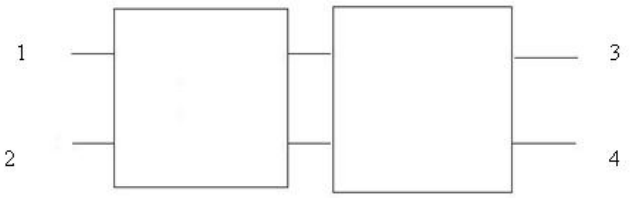


Рисунок 4. Сумма танглов A и B обозначается через A + B.

Транспонирование тангла есть операция, переводящая тангл *A* на рисунке 3 в тангл *B* на рисунке 5 (поворот на 90 градусов по часовой стрелке).

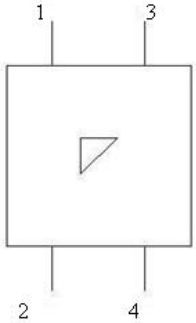


Рисунок 5. Транспонированный тангл.

На рисунке цифрами 1, 2, 3, 4 помечены соответственно вершины: первая и вторая входные, первая и вторая выходные.

Обозначим $B = 1/A'$, где A' – тангл A, у которого все проходы заменены на переходы и все переходы заменены на проходы.

Среди танглов выделяют танглы, называемые плетью.

Плетью называется граф $R(n)$, изображенный на рисунке 6, с четырьмя вершинами валентности один и n вершинами валентности четыре. На каждой вершине валентности четыре определено отношение «проход – переход». На рисунке показана плеть, расположенная горизонтально. Если повернуть рисунок на 90 градусов против часовой стрелки, то получим плеть, расположенную вертикально. Отношение «проход–переход» показывается разрывом линии.



Рисунок 6. Плеть.

Если задан тангл T, то по нему можно построить диаграмму узла. Сделать это можно, соединив ребра первое входное с первым выходным и второе входное со вторым выходным. Полученная диаграмма называется замыканием тангла T (по числителю) и обозначается $cn[T]$.



Рисунок 7. Замыкание тангла (по числителю).

Если же соединить в тангле T первое входное ребро со вторым входным, а первое выходное со вторым выходным, получим диаграмму узла, называемую замыканием тангла T (по знаменателю). Такая диаграмма обозначается $cd[T]$.

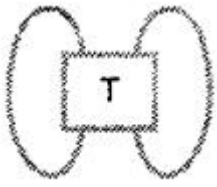


Рисунок 8. Замыкание тангла (по знаменателю).

Узлы, диаграммы которых строятся из горизонтальных и вертикальных плетей указанным способом, определяются как рациональные узлы.

Для построения рационального узла используются плети $R(n_i)$, где $i = 1, 2,\ldots k$.

Обозначим рациональные узлы $R(n_1, n_2\ldots n_k)$, где n_i, $i = 1, 2,\ldots k$ – плеть с определенным количеством перекрестков. Построение рационального узла происходит шаг за шагом.

Началом индукции является горизонтальная плеть. К ней на i-м шаге присоединим $R(n_{i+1})$ плеть горизонтальную, если i нечетное, и вертикальную, если i четное. Вершины с валентностью один располагаются в северо-восточной, северо-западной, юго-западной и юго-восточной частях диаграммы. Это справедливо и в отношении горизонтальных и вертикальных плетей. На i-м шаге при нечетном i соединяются юго-восточное ребро графа с северо-восточным ребром присоединяемой плети и юго-западное ребро графа – с северо-западным ребром присоединяемой плети. При четном i соединяются северо-западное ребро графа с северо-восточным ребром присоединяемой плети и юго-западное ребро графа с юго-восточным ребром присоединяемой плети.

Данное соединение ребер можно определить по-другому. На каждом шаге индукции плеть располагается под диаграммой графа, если i четное, или слева от диаграммы графа, если i нечетное. Следующим шагом будет соединение двух пар ближайших друг к другу ребер.

После выполнения ($к$-1)-й операции присоединения полученный граф с четырьмя замыкают, то есть соединяют между собой попарно четыре ребра, инцидентных одновалентным вершинам. При нечетном i соединяются северо-западная вершина с северо-восточной и юго-западная с юго-восточной, а при четном i – северо-западная с юго-западной и северо-восточная с юго-восточной. На рисунке 9 изображены диаграммы рациональных узлов.

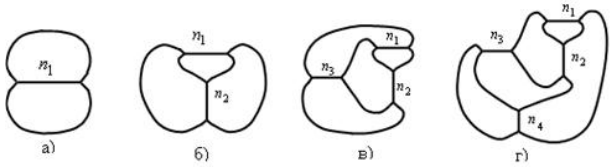


Рисунок 9. Диаграммы рациональных узлов: а) узел $R(n_1)$ вида; б) узел вида $R(n_1, n_2)$; в) узел вида $R(n_1, n_2, n_3)$; г) узел вида $R(n_1, n_2, n_3, n_4)$.

Каждый рациональный узел получается из предыдущего добавлением вертикальной или горизонтальной плети. Горизонтальная и вертикальная плети условно изображены в виде, показанном на рисунке 10.

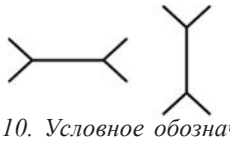


Рисунок 10. Условное обозначение плети.

Сопоставим каждой диаграмме рационального узла рациональное число

$$n_1 + 1/(n_2 + 1/(n_3 + \ldots 1/(n_k))\ldots). \qquad (1)$$

По каждому рациональному числу, представленному в виде (1), можно построить соответствующую диаграмму (узел).

Теорема Конвея гласит, что два рациональных узла эквивалентны тогда и только тогда, когда соответствующие им рациональные числа одинаковы.

Каждое рациональное число можно разложить в непрерывную дробь. Положительные рациональные числа при этом будут представлены в виде (1) с положительными числами $n_1, n_2, \ldots n_k$. Теорема Конвея утверждает, что любые два представления одного и того же рационального числа в виде (1) порождают рациональные диаграммы (рациональные узлы), эквивалентные друг другу. Таким образом решается задача классификации рациональных узлов.

Одно и то же рациональное число можно разложить в непрерывную дробь разными способами. Например, число $\frac{3}{2} = 1 + \frac{1}{2}$ и в то же время $\frac{3}{2} = 2 - \frac{1}{2} = 2 + \frac{1}{(-2)}$. Соответственно плети у этих чисел будут разные по внешнему виду, но, согласно теореме Конвея, изотопные.

Используя разложения числа $\frac{3}{2}$, построим плеть.

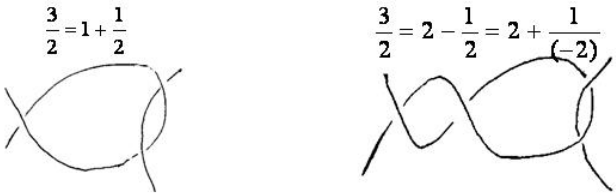


Рис. 11. Изображение плетей, имеющих одинаковую дробь $\frac{3}{2}$.

Целью данной работы является описание *d*-диаграмм, соответствующих рациональным узлам.

Для начала рассмотрим случай, когда все $n_i = 1$, $i = 1, 2, \ldots k$. Построить диаграмму такого узла нетрудно. Нужно соединить танглы вида $c([n_k] +$

$$+ 1/(1/([n_{k-2}] + 1/([n_{k-3}] + 1/(\ldots) + [n_{k-4}])) + [n_{k-1}]))$$

в количестве *к* штук так, как предписано правилами сложения и транспонирования танглов, описанными выше. После этого возьмем замыкание полученного тангла для нечетных и замыкание по числителю, а для четных *n* – замыкание по знаменателю. Затем нужно взять некоторый обход полученной диаграммы и по нему построить *d*-диаграмму так, как было описано выше. В результате получатся *d*-диаграммы, в которых первая хорда пересекается только со второй, вторая пересекается только с третьей и первой, третья – с четвертой и второй и так далее, *i*-я хорда пересекается только с (*i* +1)-й и (*i*-1)-й, а последняя *к*-я хорда пересекается только с (*к* -1)-й хордой.

На рисунке 12 представлена *d*-диаграммы узла R_6, соответствующего обсуждаемым танглам при $n = 6$.



Рисунок 12. Диаграмма рационального узла R_6.

Теперь перейдем к общему случаю. *d*-диаграммы рациональных узлов вида $R(n_1, n_2 \ldots n_k)$ связаны с *d*-диаграммами узлов $R(1, 1, \ldots 1)$. Они представляют собой *d*-диаграммы рациональных узлов, в которых к каждой хорде добавлено $n_i - 1$ малых хорд, которые пересекают ее в малой окрестности ее конца (все равно какого). То есть к *i*-й хорде добавлено $n_i - 1$ малых хорд. Каждую хорду нужно обозначить знаком плюс или минус. Это делается по правилам, описанным выше.

Библиографический список

1. Анюшина Е.И. d-диаграммы. Рациональные узлы. Полином Конвея для рациональных узлов вида R(0,0,0,0,0,0) // Труды кафедры геометрии Московского государственного областного университета № 4, сборник научно-методических работ. – 2007. – С. 5–10.
2. Анюшина Е.И. Рациональные узлы и многогранники. «Математика. Компьютер. Образование». Сб. трудов XV Международной конференции. – Ижевск: Научно-издательский центр «Регулярная и хаотическая динамика», 2008. Том 2. – С. 9–16.
3. Мантуров В.О. Лекции по теории узлов и их инвариантов. – М.: Эдиториал УРСС, 2001. – 304 с.
4. Мантуров О.В., Клименко О.С. О свойствах r-порожденных узлов. Геометрия в Астрахани – 2007: тезисы докл. II междунар. семинара «Симметрии: теоретический и методический аспекты». – Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2007. – С. 31–32.
5. Мантуров О.В., Скрипченко О.С. d-диаграммы рациональных узлов // Труды кафедры геометрии Московского государственного областного университета № 3, сборник научно-методических работ. – 2006. – С. 30–36.
6. Скрипченко-Клименко О.С. Рациональные числа и d-диаграммы. Труды кафедры геометрии Московского государственного областного университета № 2, сборник научно-методических работ. – 2005. – С. 47–51.
7. Kauffman L., Lambropolou S. Classifying and applying rational knots and rational tangles// Con-temporary mathematics, 1999, pp 1 – 37.
8. L. H. Kauffman S. Lambropoulou. On the classification of rational knots.

O.S. KLIMENKO

RATIONAL KNOTS AND D-DIAGRAMS

The article deals with the knots diagram (conventional), describe how to construct d-diagrams. Determined by rational nodes, which play a special role in knot theory. The definition of the tangle, its closure of the numerator and denominator. A method for constructing d-diagrams corresponding rational knots is described .

Key words: ***knot, 4 – valent graph, knot diagram, d-diagrams, tangle, rational knot.***

А.В. КОКОРЕ*В, аспирант кафедры геометрии и методики преподавания математики Орловского государственного университета*
Тел. 89202875223; pears911@mail.ru

ТЕОРЕМА О СРЕДНЕМ ЗНАЧЕНИИ ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКОЙ СУММЫ В ПОЛЕ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ ЧИСЕЛ ВТОРОЙ СТЕПЕНИ

В статье рассматривается система уравнений над полем алгебраических чисел. Методами аналитической теории чисел получены оценки числа решений этой системы в случае, когда степень поля алгебраических чисел равна двум.

Ключевые слова: ***аналитическая теория чисел, тригонометрические суммы, теорема о среднем, p-адический метод.***

Теорема Виноградова о среднем значении тригонометрической суммы является основной в методе тригонометрических сумм [2]. Корнер обобщил теорему Виноградова на случай полей алгебраических чисел степени n [6]. Еда, применив p-адический метод Карацубы, упростил результат [5]. В данной статье получено уточнение результата Еда на случай поля алгебраических чисел 2 степени.

Пусть K – поле алгебраических чисел 2 степени, ν – область, состоящая из целых алгебраических чисел в K.

Обозначим через $I(P;k,s)$ число решений системы Диофантовых уравнений

$$\begin{cases} \lambda_1+\lambda_2+\ldots+\lambda_s=\mu_1+\mu_2+\ldots+\mu_s, \\ \lambda_1^2+\lambda_2^2+\ldots+\lambda_s^2=\mu_1^2+\mu_2^2+\ldots+\mu_s^2, \\ \cdots\cdots\cdots \\ \lambda_1^k+\lambda_2^k+\ldots+\lambda_s^k=\mu_1^k+\mu_2^k+\ldots+\mu_s^k, \end{cases} \qquad (1)$$

где $0<\lambda_i;\mu_i<Q$, $\lambda_i;\mu_i\in\nu$, $Q^n=P$.

Теорема Виноградова о среднем.

Пусть $0<\theta\le 1$, $k\ge 2$ – целые положительные. R – достаточно большое число, удовлетворяющее условию $R>Max\left(k,\left(2^n\theta^{-1}\right)^{\frac{1}{k}}\right)$, $Q=Q_0$, $Q_0^n=P_0=P$.

Тогда имеет место оценка $I(P;k,s)\le(lc)^{\chi(\tau)}k^{2k\delta(\tau)}s^{2k\tau}P^{2s-\delta(\tau)}$,

где $\delta(\tau)=\frac{k(k+1)}{2}-\frac{k^2}{2}\left(1-\frac{1}{k}\right)^{\tau}$, $\chi(m)=2k^2m+km^2$, $s\le\tau k$, $\tau\ge 1$.

Для доказательства теоремы воспользуемся вспомогательными утверждениями [5].

© А.В. Кокорев

Лемма 1. Пусть ρ_v – главный идеал в K, тогда существует целое $\pi_v \le \nu$, удовлетворяющее условиям

$$\begin{gathered}\rho_v \| \pi \ (\text{т.е.} \ \pi \vdots \rho_v ; \rho_v \mathrm{I} \pi^2), \\ c_{v1}\sqrt{N\rho_v} \le |\pi_v| \le c_{v2}\sqrt{N\rho_v}, \\ 0 < c_{v1} \le 1; \ 1 \le c_{v2}.\end{gathered} \qquad (2)$$

А также используем тот факт, что

$$\frac{1}{1+\theta} P_{v-1}^{\frac{1}{k}} < N\rho < P_{v-1}^{\frac{1}{k}}, \qquad (3)$$

при условии $P_v = Q_v^n$,

где

$$Q_v = \left[\frac{2}{c_{v1}} \left(\frac{P_{v-1}}{N\rho_v} \right)^{\frac{1}{2}} + 1 \right]. \qquad (4)$$

Лемма 2 (о числе решений полной системы сравнений) [5]. Пусть $\lambda_1,...\lambda_k$ – целые числа из ν, удовлетворяющие условиям

$$\lambda_i \equiv \lambda_j (i \ne j) (\mathrm{mod}\, \rho),$$

$$0 < \lambda_v < m(N\rho)^{\frac{k}{2}},$$

где $m \ge 1$.

Пусть D – число решений системы сравнений

$$\begin{cases} \lambda_1 + ... + \lambda_k \equiv \nu_1 (\mathrm{mod}\, \rho), \\ \cdots \\ \lambda_1^k + ... + \lambda_k^k \equiv \nu_k (\mathrm{mod}\, \rho^k). \end{cases}$$

Тогда имеет место оценка

$$D \le k! (c_3^k m)^{2k} (N\rho)^{\frac{1}{2}k(k-1)}, \qquad (5)$$

где константа зависит только от K.

Основное рекуррентное неравенство (аналог неравенства Карацубы)**.**

Лемма 3. Выполняется следующее неравенство:

$$I(P;k,s) \le c^{2k^2} l^{2k} s^{2k} (N\rho)^{2s-2k+\frac{1}{2}k(k-1)} P^k I(P_1;k,s-k) + k^{ks} P^s.$$

Доказательство.

Имеем [4]

$$I(P;k,s) = \int_\Omega \left| \sum\nolimits_\lambda E(f(\lambda)) \right|^{2k} d\Omega = \int_\Omega \left| \sum\nolimits_{\lambda_1} E(f(\lambda)) \dots \sum\nolimits_{\lambda_k} E(f(\lambda)) \right|^{2k} d\Omega,$$

где $E(f(\lambda)) = \exp(2\pi i f(\lambda))$, $f(\lambda) = \omega_1 \lambda + \dots \omega_k \lambda^k$, $d\Omega = d\omega_1 \dots d\omega_k$.

Множество всех наборов $(\lambda_1...\lambda_k)$ разобьем на 2 класса – A и B [1]. Набор $\overline{\lambda} = (\lambda_1...\lambda_k)$ отнесем к классу А, если существует π_1, что среди $\lambda_1...\lambda_k$ существует n несравнимых по модулю π_1. Скажем, что такой набор отвечает этому числу. Все остальные наборы отнесем к классу B.

Имеем

$$I = \int_\Omega \left| \sum\nolimits_{\overline{\lambda} \in A} + \sum\nolimits_{\overline{\lambda} \in B} \right|^2 d\Omega \le 2\int_\Omega \left| \sum\nolimits_{\overline{\lambda} \in A} \right|^2 + 2\int_\Omega \left| \sum\nolimits_{\overline{\lambda} \in B} \right|^2 = 2I_1 + 2I_2. \qquad (6)$$

Оценим интеграл I_1. Величина I_1 – это число решений (1) при условии, что $\overline{\lambda} \in A$, $\overline{\mu} \in A$. Очевидно, что

$$I_1 \le \binom{s}{k}^2 \int_\Omega \left| \sum\nolimits_{\overline{\lambda} \in A} \right|^2 d\Omega = \binom{s}{k}^2 \int_\Omega \left| \overline{\sum\nolimits_{(\lambda_1 \dots \lambda_k)}} \right|^2 \left| \sum\nolimits_{\overline{\lambda} \in A} \right|^{2s-2k} d\Omega,$$

где $\overline{\sum_{(\lambda_1...\lambda_k)}}$ – суммирование по попарно несравнимым по модулю π_1 числам λ.

Согласно лемме 1 можно положить

$$\lambda_i = \varphi_i + \xi_i \pi_1,$$

$$\mu_i = \psi_i + \eta_i \pi_1,$$
$$0 < \varphi_i, \psi_i < c_1 \pi_1,$$
$$c_{v1}\sqrt{N\rho_1} \le |\pi_1| \le c_{v2}\sqrt{N\rho_1},$$

где φ_i, ψ_i пробегают полную систему вычетов по модулю ρ_1. Следовательно,

$$\sum_{\bar{\lambda}} E(f(\lambda)) = \sum_{\varphi}\sum_{\xi} E(f(\varphi_i + \xi_i \pi_1)) = \sum_{\varphi} S(\varphi).$$

Таким образом, учитывая, что попарная несравнимость λ_i, $i = \overline{1,k}$ означает, что $\varphi_i \neq \varphi_j$, $1 \le i \ne j \le k$, получаем

$$I_1 \le \binom{s}{k}^2 \int_{\Omega} \left| \sum_{\substack{\varphi_1 \dots \varphi_k \\ \varphi_i \neq \varphi_j}} S(\varphi_1) \dots S(\varphi_k) \right|^2 \left| \sum_{\varphi} S(\varphi) \right|^{2(s-k)} d\Omega.$$

Далее, согласно неравенству Гельдера [3],

$$\left| \sum_{\varphi} S(\varphi) \right|^{2(s-k)} = \left| \sum_{\varphi}\sum_{\xi} E(f(\varphi + \xi\pi_1)) \right|^{2(s-k)} \le (N\rho_1)^{2(s-k)-1} \sum_{\varphi} |S(\varphi)|^{2(s-k)}.$$

Положив $\varphi = \varphi_0$ в сумме по φ, где φ_0 – то значение φ, при котором величина $|S(\varphi)|^{2s-2k}$ максимальна, получим

$$I_1 \le \binom{s}{k}^2 (N\rho_1)^{2(s-k)} \int_{\Omega} \left| \sum_{\substack{\varphi_1 \dots \varphi_k \\ \varphi_i \neq \varphi_j}} \prod_{l=1}^{k} S(\varphi_l) \right|^2 \left| \sum_{\xi} E(f(\varphi_0 + \xi\pi_1)) \right|^{2(s-k)} d\Omega.$$

Интеграл справа равен числу решений системы

$$\sum_{v=1}^{k} (\varphi_v + \xi_v \pi_1)^p + \sum_{v=1}^{k} (\psi_v + \eta_v \pi_1)^p = \sum_{v'=k+1}^{s} (\varphi_0 + \xi_{v'} \pi_1)^p + \sum_{v'=k+1}^{s} (\varphi_0 + \eta_{v'} \pi_1)^p. \qquad (7)$$

Число решений этой системы такое же, как у системы со сдвинутыми на φ_0 переменными [4], т.е. системы

$$\sum_{v=1}^{k} (\varphi_v + \xi_v \pi_1 - \varphi_0)^p + \sum_{v=1}^{k} (\psi_v + \eta_v \pi_1 - \varphi_0)^p = \pi_1^p \left(\sum_{v'=k+1}^{s} \xi_{v'}^p + \sum_{v'=k+1}^{s} \eta_{v'}^p \right), \ 1 \le p \le k.$$

Далее, число решений

$$\sum_{v'=k+1}^{s} \xi_{v'}^p + \sum_{v'=k+1}^{s} \eta_{v'}^p = \chi_p, \ 1 \le p \le k,$$

не превосходит $I(Q_1; k, s-k)$, где $Q_1 = \left[\frac{2}{c_{11}} \frac{Q_0}{N\rho_1^{\frac{1}{n}}} + 1 \right]$.

Число решений системы (7) не превосходит

$$\sum_{\chi_1 \chi_2 \dots \chi_k} D(\chi_1 \chi_2 \dots \chi_k) I(P_1; k, s-k),$$

где $D(\chi_1 \chi_2 \dots \chi_k)$ есть число решений системы

$$\sum_{\nu=1}^{k}(\varphi_\nu+\xi_\nu\pi_1-\varphi_0)^p+\sum_{\nu=1}^{k}(\psi_\nu+\eta_\nu\pi_1-\varphi_0)^p=\pi_1^p\chi_p,\ 1\le p\le k.$$

Окончательно получаем

$$I_1\le I(Q_1;k,s-k)D,$$

где $Q_1=\left[\frac{2}{c_{11}}\frac{Q_0}{N\rho_1{}^{\frac{1}{n}}}+1\right]$, а D – число решений системы

$$\sum_{\nu=1}^{k}(\varphi_\nu+\xi_\nu\pi_1-\varphi_0)^p+\sum_{\nu=1}^{k}(\psi_\nu+\eta_\nu\pi_1-\varphi_0)^p\equiv(\mathrm{mod}\,\rho_1^p),\ 1\le p\le k.$$

Оценим D. Для этого возьмём η_ν произвольным. Следовательно, всего их будет не более P_1^k. Далее, ψ_ν также возьмём произвольными: их будет $N\rho_1{}^k$. В таком случаем можно положить $\omega_p=\sum_{\nu=1}^{k}(\psi_\nu+\eta_\nu\pi_1-\varphi_0)^p$. Тогда получим систему

$$\sum_{\nu=1}^{k}(\psi_\nu+\eta_\nu\pi_1-\varphi_0)^p\equiv\omega_p(\mathrm{mod}\,\rho_1^p),\ 1\le p\le k..$$

Обозначим $\varphi_\nu+\xi_\nu\pi_1=\varphi+\alpha_\nu$, т.е. по заданным значениям α_ν однозначно определяются φ_ν, а следовательно, и ξ_ν.
Далее [5],

$$m\le c_{11}Q_1N\rho_1{}^{-\frac{k-1}{k}}.$$

Используя лемму о числе решений полной системы сравнений, получаем

$$D\le N\rho_1{}^kP_1^k\left(k!\left(c_3^kc_{11}Q_1N\rho_1{}^{-\frac{k(k-1)}{2}}\right)^{2k}N\rho_1{}^{\frac{1}{2}k(k-1)}\right)\le(c_3^kc_{11})^{2k}k!(P_1N\rho_1)^k\left(Q_1^{2k}N\rho_1{}^{-k^2+k}\right)N\rho_1{}^{\frac{1}{2}k(k-1)}\le$$

$$\le(c_3^kc_{11})^{2k}k!\left(l\frac{P}{N\rho_1}N\rho_1\right)^k\left(P_1^kN\rho_1{}^{-k^2}N\rho_1{}^k\right)N\rho_1{}^{\frac{1}{2}k(k-1)}\le$$

$$\le(c_3^kc_{11})^{2k}k!(lP)^k(l^k2^{k^2})N\rho_1{}^{\frac{1}{2}k(k-1)}\le c^{2k^2}l^{2k}k!P^kN\rho_1{}^{\frac{1}{2}k(k-1)},$$

где

$$P_1=\left[\frac{2}{c_{11}}\left(\frac{P_0}{N\rho_1}\right)^{\frac{1}{2}}+1\right]^2\le\frac{4}{c_{11}^2}\frac{P_0}{N\rho_1}+\frac{4}{c_{11}}\left(\frac{P_0}{N\rho_1}\right)^{\frac{1}{2}}+1\le l\frac{P_0}{N\rho_1},$$

$$l=\frac{4}{c_{11}^2}+\frac{4}{c_{11}}+1,\ N\rho_1{}^{-k^2}\le\left(\frac{1+\theta}{P^{\frac{1}{k}}}\right)\le\frac{2^{k^2}}{P^k}.$$

Наконец, согласно (6), огрубляя оценку

$$\left(\binom{s}{k}^2 k! = C_s^{k^2} k! = \left(\frac{s!}{k!(s-k)!}\right) k! \le \left(\frac{s!}{(s-k)!}\right)^2 = \left((s-(k+1))...(s-(k-k))\right)^2 \le s^{2k}\right),$$

получаем

$$I_1 \le \binom{s}{k}^2 N\rho_1{}^{2s-2k-1} DI(P_1;k,s-k) = \binom{s}{k}^2 N\rho_1{}^{2s-2k-1} c^{2k^2} l^{2k} k! P^k N\rho_1{}^{\frac{1}{2}k(k-1)} I(P_1;k,s-k) \le$$

$$\le c^{2k^2} l^{2k} s^{2k} P^k N\rho_1{}^{2s-2k+\frac{1}{2}k(k-1)} I(P_1;k,s-k)$$

Теперь оценим число решений I_2, т.е. количество решений, которые принадлежат классу B. Пусть M – число наборов $(\lambda_1...\lambda_k)$, принадлежащих 2 классу. Далее, пусть M_v – число наборов $(\lambda_1...\lambda_k)$, в которых существует v различных $\lambda_1...\lambda_k$. Тогда очевидно, что

$$M_0 = N\rho_1,$$

$$M_1 = \binom{N\rho_1}{2} 2^s,$$

...

$$M_{k-2} = \binom{N\rho_1}{k-1} (k-1)^s,$$

т.к. M_l равно числу наборов $\lambda_1...\lambda_k$, где каждое λ_i принимает $N\rho_1$ значений, причем среди λ_i не более $k-1$ различных.

Следовательно, для количества наборов $(\lambda_1...\lambda_k)$, принадлежащих M, имеем

$$M \le M_0...M_{k-2} \le \binom{N\rho_1}{1} 1^s \binom{N\rho_1}{2} 2^s ... \binom{N\rho_1}{k-1} (k-1)^s 2^s \le$$

$$\le N\rho_1 C_{N\rho_1}^2 C_{N\rho_1}^3 ... C_{N\rho_1}^{k-1} 1^s 2^s ... (k-1)^s \le \frac{P_0^{\frac{k-1}{2}}}{1!...(k-1)!} \left(1...(k-1)\right)^s.$$

Оценим теперь количество $\overline{\mu} = (\mu_1...\mu_k)$. Зафиксируем $s-k$ из них. Их будет Q^{s-k}, а остальных будет не более $\kappa!$

Имеем

$$I_2 \le Q^{s-k} k! \left(\frac{P^{\frac{k+1}{2}}}{1!...(k-1)!}\right) (1...(k-1))^s \le P^{\frac{s+1}{2}} k^{ks} \le P^s k^{ks}.$$

Лемма доказана полностью.

Доказательство теоремы о среднем

Проведем доказательство по индукции [1]. Пусть $s = k\tau$. При $\tau = 1$ получаем $\delta(1) = k$, $\chi(1) = 2k^2 + k$ и доказываемое неравенство принимает следующий вид:

$$I = l^{k+2k^2} c^{k+2k^2} k^{2k} s^{2k} P^{2s-k},$$

что слабее просто получаемой оценки $I \le k! P^{2s-k}$.

Предположим теперь, что теорема верна для $\tau = m \geq 1$, и докажем её справедливость для $\tau = m+1$. К величине $I(P;k,k(m+1))$ применим рекуррентное неравенство:

$$I(P;k,s) \leq c^{2k^2} l^{2k} s^{2k} (N\rho)^{2s-2k+\frac{1}{2}k(k-1)} P^k I(P_1;k,s-k) + k^{ks} P^s, \tag{8}$$

где $s = k(m+1)$. К величине $I(P_1;k,s-k)$ применим оценку теоремы с $\tau = m$.

$$I(P_1;k,s-k) \leq c^{\chi(m)} l^{\chi(m)} k^{2k\delta(m)} (km)^{2k} P_1^{2(s-k)-\delta(m)}, \tag{9}$$

где

$$\delta(\tau) = \frac{k(k+1)}{2} - \frac{k^2}{2}\left(1-\frac{1}{k}\right)^{\tau},$$

$$\chi(m) = 2k^2 m + km^2.$$

Подставим это неравенство (9) в (8) и покажем, что получившаяся оценка не хуже, чем оценка теоремы при $\tau = m+1$. Получим

$$I(P;k,k(m+1)) \leq c^{2k^2} l^{2k} s^{2k} P^k N\rho_1^{2s-2k+\frac{1}{2}k(k-1)} c^{\chi(m)} l^{\varphi(m)} k^{2k\delta(m)} (km)^{2k} P_1^{2(s-k)-\delta(m)}.$$

Используя (2), (4), получаем

$$P_1^{2(s-k)-\delta(m)} \leq P^{2(s-k)-\delta(m)} \left(N\rho_1^{-1}\right)^{2(s-k)-\delta(m)} l^{2(s-k)-\delta(m)}.$$

Тогда получим, что первое слагаемое в (6) не превосходит

$$c^{2k^2} l^{2k} (k(m+1))^{2k} P^k N\rho_1^{2s-2k+\frac{1}{2}k(k-1)} c^{2k^2m+km^2} l^{2k^2m+km^2} k^{2k\delta(m)} (km)^{2km} P^k N\rho_1^{2k-2s+\delta(m)} \leq$$

$$\leq \frac{1}{2} c^{2k^2(m+1)+k(m+1)^2} l^{2k^2(m+1)+k(m+1)^2} (k(m+1))^{2k(m+1)} k^{2k\delta(m+1)} N\rho_1^{\frac{1}{2}k(k-1)+\delta(m)} P^{2s-k-\delta(m)} \leq$$

$$\leq \frac{1}{2} c^{\chi(m+1)} l^{\chi(m+1)} (k(m+1))^{2k(m+1)} k^{2k\delta(m+1)} P^{\frac{k-1}{2}+\frac{\delta(m)}{k}+2s-k-\delta(m)}.$$

Наконец, учитывая, что

$$\delta(m+1) = \delta(m) - \frac{\delta(m)}{k} + \frac{k+1}{k},$$

$$\chi(m+1) > \chi(m) + 2km + \frac{k(k-1)}{2},$$

получаем оценку для первого слагаемого в (6) вида

$$\frac{1}{2} c^{\chi(m)} l^{\chi(m+1)} (k(m+1))^{2k(m+1)} k^{2k\delta(m+1)} P^{2s-\delta(m+1)}.$$

Приступим к оценке второго слагаемого в (6). Можно считать, что $P > k^{2k}$, т.к. если $P \leq k^{2k}$, то $P^{\delta(\tau)} \leq k^{2k\delta(\tau)}$ [4]. Отсюда видно, что в таком случае понижение по P в оценке теоремы меньше, чем первые множители, и утверждение становится тривиальным. Итак,

$$P > k^{2k};\ (k^{-2k}P) > 1;\ (k^{-2k}P)^{s-\delta(m+1)} \geq 1;$$

$$k^{2ks} P^s (k^{-2k}P)^{s-\delta(m+1)} \geq k^{2ks} P^s;$$

$$k^{2ks} P^s \leq k^{2k\delta(m+1)} (k(m+1))^{2s-\delta(m+1)} \leq \frac{1}{2} (cl)^{\chi(m+1)} (k(m+1))^{2k(m+1)} k^{2k\delta(m+1)} P^{2s-\delta(m+1)}.$$

Теорема доказана.

Библиографический список

1. Архипов Г.И., Карацуба А.А., Чубариков В.Н. Теория кратных тригонометрических сумм. – М.: Наука, 1987.
2. Виноградов И.М. Метод тригонометрических сумм в теории чисел. – Москва: Наука, 1971.
3. Карацуба А.А. Основы аналитической теории чисел. – Москва: Наука, 1983.
4. Козлов И.М. Аддитивные задачи в алгебраических полях: канд. дис. – М., 2002.
5. Eda Y., On the meanvalue theorem in an algebraic number field // Jap. J. Math., 36 (1967), pp. 5–21.
6. Korner O., Uber Mittlewerte trigonometrischen Zahlkorpern // Math. Ann., 147 (1962), pp. 205–309.

A.V. KOKOREV

THE MEANVALUE THEOREM OF THE TRIGONOMETRICAL SUM IN AN ALGEBRAIC NUMBER FIELD OF SECOND DEGREE

In this article the system of the equations over of algebraic numbers field is considered. Methods of the analytical theory of numbers receive estimate of the number of solutions of this system in a case when degree of an algebraic numbers field is equal two.

Key words: ***the analytical theory of numbers, the trigonometrical sums, the meanvalue theorem, r-adichesky method.***

ФИЗИКА

***И.И. ЗУБОВА**, доцент, кандидат педагогических наук ФГОУ ВПО «Орловский государственный аграрный университет»*
***Е.В. АЛЕКСАНДРОВА**, доцент, кандидат педагогических наук ФГОУ ВПО «Орловский государственный аграрный университет»*
***И.А. ХУСНУТДИНОВ**, доцент, кандидат технических наук ФГОУ ВПО «Орловский государственный аграрный университет»*
Тел. (4862) iizubova@ramler.ru

ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ В АГРАРНОМ ВУЗЕ

Статья посвящена рассмотрению проблемы использования инновационных технологий обучения для формирования высококвалифицированных специалистов агропромышленного комплекса. Предложен еще один метод организации учебного процесса: использование лабораторного исследовательского комплекса интегрированных лабораторных работ.

Ключевые слова: ***образовательные технологии обучения, технологизация, лабораторный исследовательский комплекс (ЛИК), микроклимат, датчики системы «Естествоиспытатель».***

В современных условиях глобализации и конвергенции образовательных рынков становление общего образовательного пространства прочно ассоциируется с целями Болонского процесса: академическая мобильность, признание дипломов, введение кредитных систем, инвариативные технологии обучения и управления знаниями.

Основной целью профессионального образования является подготовка квалифицированного специалиста, способного к эффективной профессиональной работе.

Традиционная подготовка выпускников высших учебных заведений, ориентированная на формирование знаний, умений и навыков в предметной области, всё больше отстаёт от современных требований рынка труда. Основой образования должны стать не столько учебные дисциплины, сколько способы мышления и деятельности. Необходимо не только выпустить специалиста, получившего теоретическую подготовку высокого уровня, но и включить его уже на стадии обучения в разработку новых технологий, адаптировать к условиям конкретной производственной среды, сделать его проводником новых решений, успешно выполняющим функции инженера.

Изменяющаяся социально-экономическая ситуация в современной России обусловила необходимость модернизации образования, переосмысления теоретических подходов и накопившейся практики работы учебных заведений.

Концепцией модернизации образования и программой высшего профессионального образования предусмотрены такие приоритеты образования, как доступность, качество, эффективность.

© И.И. Зубова, Е.В. Александрова, И.А. Хуснутдинов

Реализации этих приоритетных требований способствуют педагогические инновации. Инновации в образовательной деятельности – это использование новых знаний, приёмов, подходов, технологий для получения результата в виде образовательных услуг, отличающихся социальной и рыночной востребованностью. Изучение инновационного опыта показывает, что большинство нововведений посвящены разработке технологий.

В последние десятилетия в педагогической практике начали широко применяться различные образовательные технологии, хотя мысль о технологизации процесса обучения высказывал ещё Я.А. Коменский, который призывал сделать обучение «техническим», т.е. таким, чтобы всё, чему учат, имело успех.

За рубежом, прежде всего в США, интерес к образовательным технологиям возник в середине XX в., когда появились первые программы аудиовизуального обучения, т.е. обучения с помощью технических средств. Термин «образовательные технологии», появившийся в 1960-х гг., означает построение педагогического процесса с гарантированным результатом.

Педагогика давно искала пути достижения если не абсолютного, то хотя бы высокого результата в работе с воспитанниками и постоянно совершенствовала свои средства, методы и формы. Длительное время считалось, что достаточно найти какие-то приёмы или методы – и желаемая цель будет достигнута. Постепенно педагогическая практика накопила много средств, методов и форм обучения и воспитания, но результаты их применения были не всегда однозначны.

Очевидно, что оптимизация педагогического процесса путём совершенствования методов и средств является необходимым, но недостаточным условием. Отбор методов, средств и форм должен совмещаться с реализацией конкретной цели и отработкой системы контроля показателей обучения и воспитания. Этому и призвана помочь технологизация педагогического процесса.

Технологизация – совокупность действий для достижения какого-либо результата.

Технология в любой сфере – это деятельность, в максимальной мере отражающая объективные законы данной предметной сферы и поэтому обеспечивающая наибольшее для данных условий соответствие результатов деятельности предварительно поставленным целям.

В «Глоссарии современного образования» рассматривают три подхода к определению понятия «образовательная технология»:

1) «систематический метод планирования, применения, оценивания всего процесса обучения и усвоения знания путём учёта человеческих и технических ресурсов и взаимодействия между ними для достижения более эффективной формы образования»;

2) «решение дидактических проблем в русле управления учебным процессом с точно заданными целями, достижение которых должно поддаваться чёткому описанию и определению»;

3) «…выявление принципов и разработка приёмов оптимизации образовательного процесса путём анализа факторов, повышающих образовательную эффективность, с помощью конструирования и применения приёмов и материалов, а также посредством применяемых методов» [3: 95]

Образовательная технология – системный метод проектирования, реализации, оценки, коррекции и последующего воспроизводства учебно-воспитательного процесса.

Характерные черты:

- диагностическая формулировка целей;
- ориентация всех учебных процедур на гарантированное достижение целей;
- оперативная обратная связь, оценка текущих и итоговых результатов;
- воспроизводимость учебно-воспитательного процесса.

С целью повышения качества подготовки специалиста, активизации познавательной деятельности студентов, раскрытия творческого потенциала, организации учебного процесса с высоким уровнем самостоятельности преподаватели Орловского государственного аграрного университета применяют в работе следующие образовательные технологии: личностно ориентированные обучение, проблемное обучение, тестовые формы контроля знаний, модульное обучение, метод проектов, дистанционное обучение и информационные технологии.

К информационным технологиям, применяемым в процессе обучения студентов, относится обуче-

ние непосредственно в лабораториях, оснащенных компьютерными средствами, в сочетании с традиционными методами преподавания. Поэтому при подготовке студентов по ряду технических специальностей необходимо решить проблему создания полноценного лабораторно-исследовательского комплекса с применением компьютерных технологий по ряду профилирующих дисциплин.

Современное оборудование для лабораторных исследований имеет широкий спектр наименований и зачастую выпускается для проведения измерений определенных параметров. Чем шире диапазон измерения параметров, тем выше цена прибора, которую не всегда можно обосновать для процесса обучения.

Создание ЛИКа для обучения студентов требует организации нескольких лабораторных мест для выполнения фронтальных работ.

В Орловском государственном аграрном университете создан такой ЛИК, который состоит из четырех работ, каждая из которых предназначена для исследования микроклимата производственных помещений. В лабораторном комплексе предусмотрено практическое выполнение студентами комплексного исследования температуры окружающей среды, освещенности в различное время суток, влажности и скорости движения воздуха, теплового излучения на всех рабочих местах в течение смены и сопоставления с нормами согласно СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

При проведении измерений используются следующие приборы и оборудование (рис. 1):

1. Температурный датчик с покрытием из нержавеющей стали (KDS-1001), диапазон измерения, C^o: от – 25^{o}C до + 125^{o}C.

2. Платиновый температурный датчик с покрытием из нержавеющей стали (KDS-1031), диапазон измерения, C^o: от – 50^{o}C до + 180^{o}C.

3. Датчик температуры широкодиапазонный (термопара) (KDS-1002), диапазон измерения, C^o: от –200^{o}C до + 1200^{o}C.

4. Датчик относительной влажности (KDS-1008). Предназначен для работы при температуре от + 10^o C до + 35^{o}C и относительной влажности окружающего воздуха до 80% при 25^{o}C.

5. МЭС-200 для контроля полученных данных.

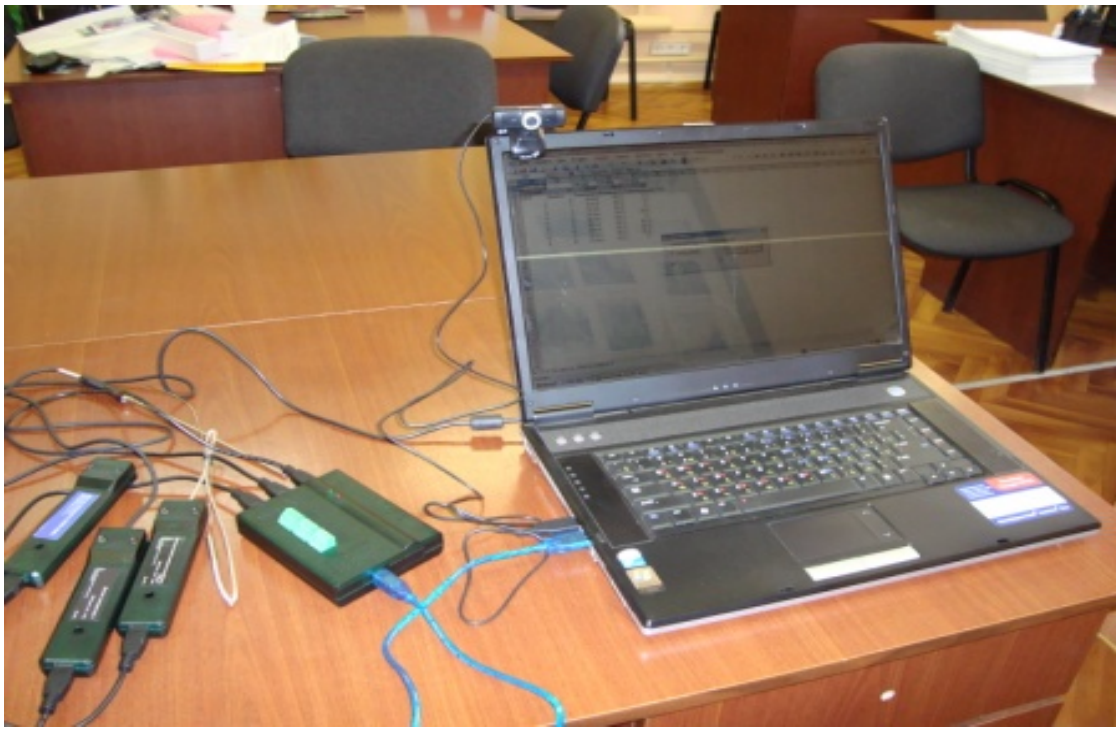


Рис. 1. Внешний вид датчиков и измерительного блока

Датчики работают в комплекте с компьютерным измерительным блоком (KDM-1001 или KDM-1002) и ноутбуком. Получение данных и вывод их на экран осуществляет компьютерная программа Excel.

В качестве примера рассмотрим одну из лабораторных работ комплекса: «Исследование параметров микроклимата производственных помещений».

Цель работы: исследовать микроклимат производственных помещений АПК и оценить полученные данные с учетом норм, установленных гигиеническими требованиями.

Инструкция к лабораторной работе строится по классическому сценарию: предварительные сведения; теоретические положения; основные метеорологические параметры (температура, влажность и скорость движения воздуха) и их влияние на организм человека; оптимальные величины показателей микроклимата в производственных помещениях (СанПиН); приборы и оборудование; выполнение исследований; математическая обработка результатов; составление таблиц и графиков; обработка и анализ результатов протоколов.

Оценка микроклимата проводится на основе измерений его параметров (температура, влажность воздуха, скорость его движения, тепловое излучение) на всех местах пребывания работника в течение смены и сопоставления с нормативами согласно СанПиН 2.2.4.548–96 “Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений”.

Если измеренные параметры соответствуют требованиям СанПиН, то условия труда по показателям микроклимата характеризуются как оптимальные (1 класс) или допустимые (2 класс). В случае несоответствия условия труда относят к вредным и устанавливают степень вредности, которая характеризует уровень перегревания или охлаждения организма человека. Оптимальными являются такие параметры микроклимата, которые не вызывают напряжения реакций терморегуляции и обеспечивают высокую работоспособность человека.

Температура нормального здорового человека поддерживается на уровне 36,5–37°С независимо от метеорологических условий окружающей среды. Она поддерживается на этом уровне с помощью подсознательно действующего механизма терморегуляции. В случае повышения температуры воздуха человек начинает потеть, его потеря тепла увеличивается за счет испарения пота. Выделение тепла связано также с тяжестью выполняемой работы. Все работы по степени тяжести делятся на три категории: легкая, средней тяжести и тяжелая.

Влажность воздуха в значительной мере влияет на самочувствие человека и его работоспособность. Влажность воздуха бывает абсолютная и относительная. Абсолютная влажность – это абсолютное содержание водяных паров в воздухе при данной температуре (г/м^3). Относительная влажность представляет собой процентное отношение абсолютного количества водяных паров в воздухе к их максимально возможному количеству при данной температуре воздуха.

При слишком низкой влажности (менее 20%) организм человека расслабляется, результатом чего является снижение трудоспособности.

Очень высокая влажность (более 80%) нарушает процесс терморегуляции. Выделяющийся пот не испаряется, а лишь стекает по поверхности тела и не отнимает от него излишнего тепла. В особенности неблагоприятно сочетание высокой влажности с высокой температурой при выполнении человеком тяжелой работы.

Оптимальная относительная влажность составляет 40...60%. Допустимая величина относительной влажности может быть до 75% в зависимости от сочетания температуры воздуха со скоростью его движения в помещении.

Источником повышенной влаги в производственных условиях чаще всего являются технологические процессы, сопровождающиеся интенсивным испарением жидкостей (различные ванны, пропарочные, моечные и другие аппараты).

Тепловое самочувствие человека в значительной мере связано с таким метеорологическим параметром, как скорость движения воздуха, так как она влияет на теплообмен организма с окружающей средой. При высокой температуре воздуха увеличение его подвижности благоприятно сказывается на самочувствии человека, при низкой – вызывает неприятные ощущения. Вследствие этого установлена подвижность воздуха, различная

для летнего и зимнего периодов года. В теплый период года скорость движения воздуха в рабочей зоне составляет от 0,2 до 1,0 м/с, а в холодный и переходный периоды – от 0,2 до 0,5 м/с.

В соответствии с этим стандартом теплым периодом года считается сезон, характеризующийся среднесуточной температурой наружного воздуха + 10°С и выше. Холодный и переходный периоды года характеризуются среднесуточной температурой наружного воздуха ниже + 10°С.

Следует отметить, что слишком низкая скорость воздуха (менее 0,2 м/с) неблагоприятно влияет на самочувствие человека, в особенности при выполнении однообразной монотонной работы, например в условиях конвейерного производства. Человек в этом случае быстро утомляется и заметно теряет трудоспособность.

Из вышеизложенного становится ясно, что задача обеспечения наилучших условий труда, способствующих его высокой производительности, должна решаться комплексно, с учетом одновременно трех основных параметров: температуры, относительной влажности и подвижности воздуха. Оптимальное сочетание метеорологических параметров производственной среды называют комфортностью. Комфортность на рабочих местах должна обеспечиваться применением комплекса современных технических и санитарно-гигиенических мероприятий.

Настоящая работа дает возможность студентам изучить условия труда, определить комфортные и дискомфортные метеорологические условия на рабочем месте.

Таким образом, для повышения образовательной и исследовательской эффективности комплекса производится его количественное и качественное наращивание. Планируется создать математическую модель оценки экономической эффективности принятия тех или иных решений и разработать соответствующий программный продукт. Предложенная организация обучения с помощью образовательных технологий позволяет учитывать индивидуальные возможности каждого обучаемого и предоставляет ему возможность самому распоряжаться теоретическими и практическими навыками. И только в этих условиях может быть сформирован компетентный специалист агропромышленного комплекса.

Библиографический список

1. Гузеев В.В. Планирование результатов образования и образовательная технология [Текст] / В.В. Гузеев. – М.: Народное образование, 2000. – 240 с.
2. Жуков Г.Н. Основы общей профессиональной педагогики: Учебное пособие / Г.Н. Жуков, П.Г. Матросов, С.Л. Каплан / Под общей ред. проф. Г.П. Скамницкой. – М.: Гардарики, 2005. – 382 с.
3. Глоссарий современного образования (терминологический словарь) // Народное образование. – 1997. – № 3.
4. СанПиН 2.2.4.548–96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

I.I. ZUBOVA, E.V. ALEXANDROVA, I.A. KHUSNUTDINOV

APPLICATION OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES OF EDUCATION IN AGRARIAN HIGHER EDUCATIONAL ESTABLISHMENT

The article is devoted to the problem of application of innovative educational technologies to train highly qualified specialists of agro industrial complex. One more method of teaching process management: application of laboratory research complex of integrated laboratory works is suggested.

Key words: ***educational technologies of training, laboratory research complex, microclimate, sensors of «Natural Scientist» system.***

***М.И. ИСМОИЛОВ**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Автоматизированные системы управления» Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ)*
Тел. 8(4862) 70-53-58
***Р.Ш. УМАРАЛИЕВ,** аспирант кафедры «Автоматизированные системы управления» Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ)*
Тел. 8(4862) 70-53-58
***Ф.С. ПИРОВ**, аспирант кафедры «Автоматизированные системы управления» Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ)*
Тел. 8(4862) 70-53-58

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ В СРЕДЕ RDO

В статье рассматривается имитационное моделирование технологических процессов термической обработки на примере обжига кирпича в туннельной печи с использованием системы имитационного моделирования RDO.

Ключевые слова: ***имитационное моделирование, объекты, ресурсы, туннельная печь, зоны, обжиг, вагонетка.***

Введение

Система имитационного моделирования RDO [1] предназначена для описания и моделирования разнообразных сложных систем и процессов независимо от их природы. Основные модули системы приведены на рис. 1.

Как известно, имитационная модель — это логико-математическое описание объекта, которое может быть использовано для экспериментирования на компьютере в целях проектирования, анализа и оценки функционирования объекта.

Описание процесса моделирования

Объектами исходных данных при моделировании в RDO являются:

- типы ресурсов;
- ресурсы;
- образцы операций;
- операции;
- константы, функции и последовательности;
- кадры анимации;
- требуемая статистика;
- прогон.

© М.И. Исмоилов, Р.Ш. Умаралиев, Ф.С. Пиров



Рис. 1. Основные модули системы RDO

Объекты, создаваемые RDO-имитатором при выполнении прогона:

- результаты;
- трассировка.

Процесс обжига кирпича производится в туннельной печи. В качестве управляемых параметров выбраны основные характеристики печи: производительность, расход газа, подача воздуха, температура отходящего горячего воздуха, температура отходящих газов, скорость движения вагонетки, температура обжига и время обжига кирпича-сырца.

Обжигом называется процесс высокотемпературной обработки материалов, в результате которой кирпич-сырец превращается в камнеподобное тело, стойкое против механических, физических и химических воздействий.

Типы ресурсов. Типы ресурсов определяют структуру глобальной базы данных модели. В модели определено несколько типов ресурсов с именами: “Туннельная_печь”, “Зоны”, “Датчики”, “Счетчики”, “Производительность”, “Процесс_обжига”, “Расход_газа” и т.д. Описание типов ресурсов имеет следующий вид (рис. 2):

Вид ресурсов данного типа может быть одним из следующих:

- permanent – постоянные ресурсы, ресурсы, которые всегда присутствуют в модели, они не могут быть уничтожены или созданы во время прогона;

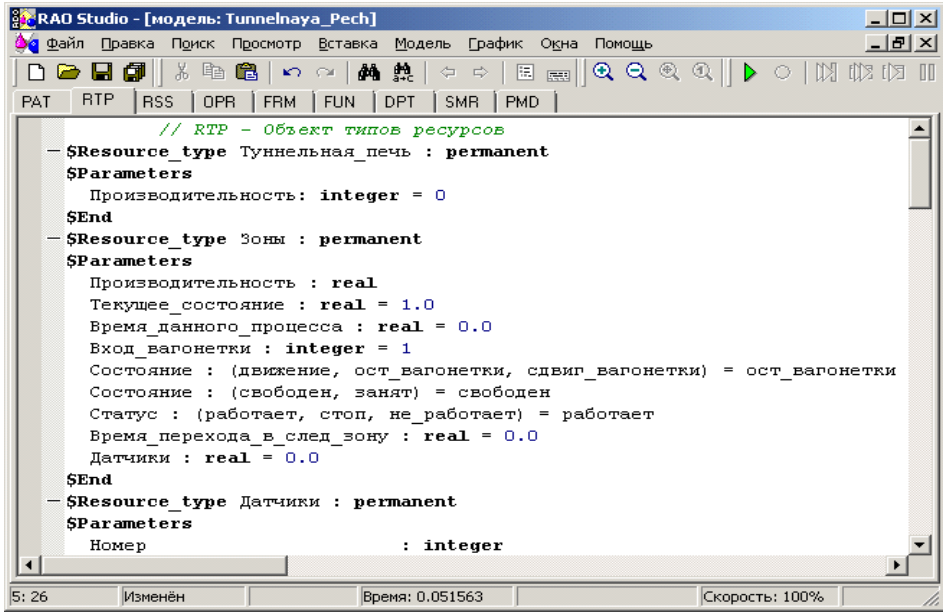


Рис. 2. Описание типов ресурсов

➢ temporary – временные ресурсы, ресурсы, которые могут во время прогона создаваться и уничтожаться при выполнении операций, правил и совершении нерегулярных событий.

Объект ресурсов. Ресурсы определяют начальное состояние глобальной базы данных модели. В модели существует несколько ресурсов с именами: “Зона_подготовки”, “Зона_обжига”, “Зона_охлаждения”, “Датчики”, “Движение_ вагонетки”, “Вагонетка” и т.д. При описании ресурсов после имени типа ресурса можно указать признак трассировки (trace – производить трассировку состояния ресурсов). Трассировка служит для сбора информации об изменениях состояния ресурса. Описание объекта ресурсов имеет следующий вид (рис. 3):

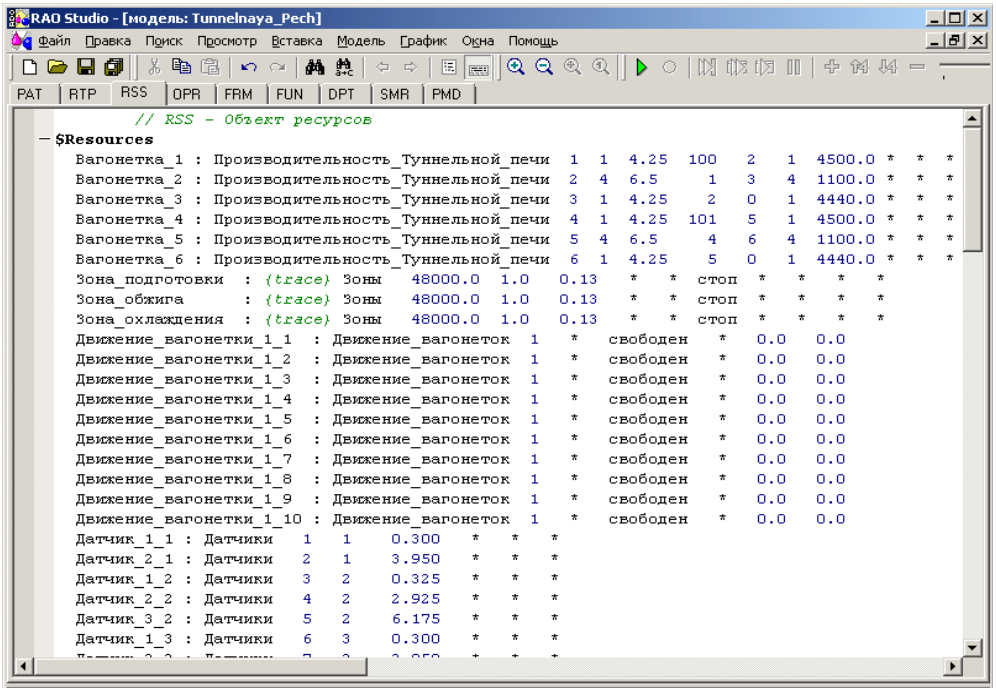


Рис. 3. Описания ресурсов

Приведенные объекты описывают состав ресурсов процесса обжига. После того как ресурсы описаны, необходимо формализовать закономерности их взаимодействия при выполнении действий, происходящих в моделируемой системе. Для этого служат такие объекты, как образцы и операции.

Образцы операции. В среде RDO процедурную часть программы составляют образцы совместно с операциями. Образцы представляют собой знания о функционировании моделируемой системы, записанные в виде модифицированных продукционных правил в соответствии с синтаксисом языка RDO. Образцы описывают, как вагонетка с кирпичом проходит процессы подготовки, обжига и остывания и что происходит при этом с состоянием модели. В среде RDO можно моделировать потоки с различными законами распределения, такими как равномерный, экспоненциальный и нормальный. Для этого в объекте констант, функций и последовательностей (FUN) модели должны быть заданы соответствующие законы распределения. Описание объекта образцов операции имеет следующий вид (рис. 4):

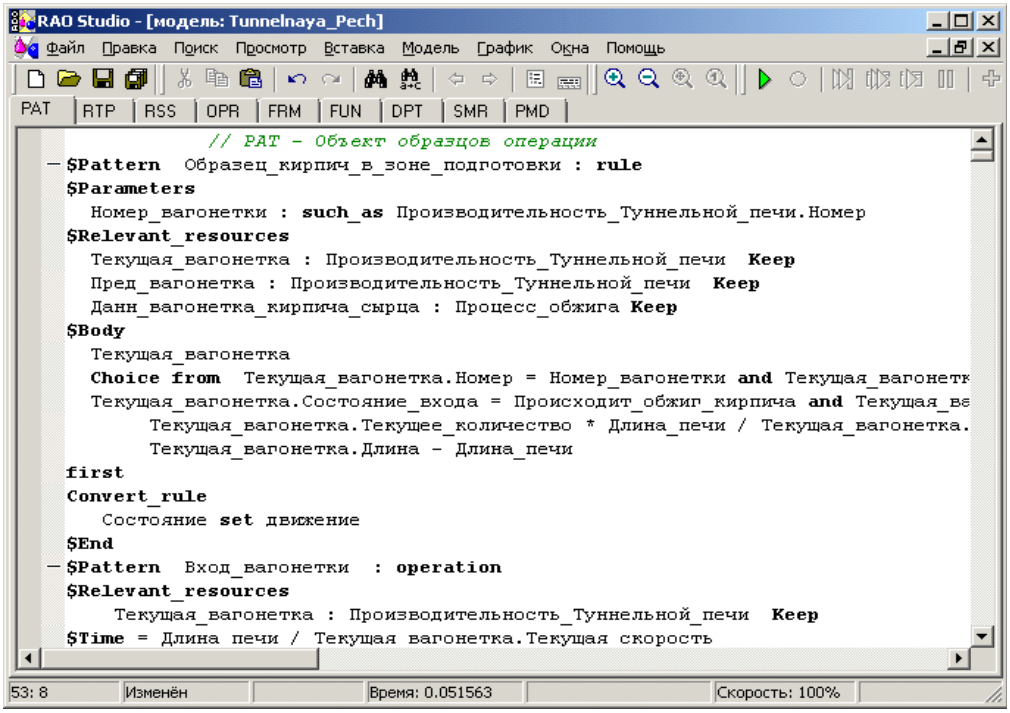


Рис. 4. Описания образцов операции

В модели процесса обжига и образцов операции используем тип образца:

- rule – описывающий продукционное правило;
- operation – описывающий операцию.

С образцом связаны релевантные ресурсы с именами: “Образец_кирпича_в_зоне_обжига” и “Процесс_обжига”. За именем релевантного ресурса следует описатель релевантного ресурса “Зона_обжига”. Следом за описателем релевантного ресурса следует информация о состоянии конвертора, который определяет, что происходит с релевантным ресурсом при выполнении операции.

В среде RDO определены следующие статусы конверторов и соответствующие ключевые слова:

- keep – релевантный ресурс сохраняется, но его состояние (значения параметров) изменяется;
- create – релевантный ресурс создается;
- erase – релевантный ресурс уничтожается;
- noChange – состояние релевантного ресурса не изменяется.

Кадр анимации. Для того чтобы показать, что происходит с ресурсами туннельной печи, необходимо использовать анимацию, чтобы проследить каждый момент времени. Для этого потребуется

изображать графические объекты и их взаимодействия. Описание кадров выполняется в отдельном объекте, который является исходным для системы отображения. Кадр состоит из фоновой картинки и переменных элементов, которые определяются состоянием системы и могут изменяться во время просмотра кадра. Описание объекта кадров анимации имеет следующий вид (рис. 5):

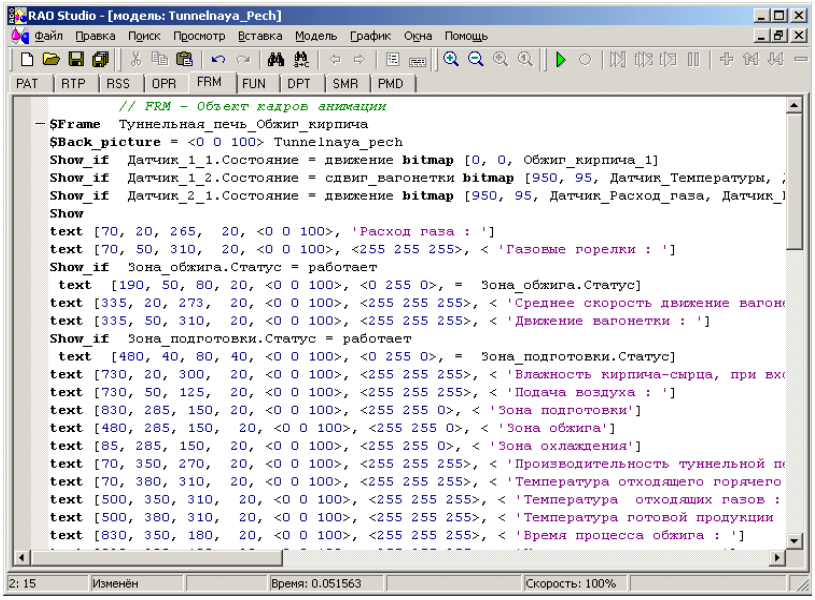


Рис. 5. Описания кадров анимации

Объект требуемой статистики. При имитационном моделировании всегда есть определенный состав показателей, которые необходимо получить и выдать на экран для оценки качества исследуемого процесса. Трассировка создаваемого объекта обеспечивает информацию обо всех изменениях состояния ресурсов. Показатели, которые требуется собрать в процессе прогона модели, описываются в отдельном объекте. В RDO существуют показатели следующих видов:

- watch_par – наблюдение значения параметра ресурса;
- watch_state – наблюдение состояния системы.

В процессе прогона наблюдаются изменения значения параметра ресурса. По окончании прогона выводится статистическая информация о времени и значении параметра в течение прогона. Для рассматриваемой модели этот объект имеет следующий вид (рис. 6):

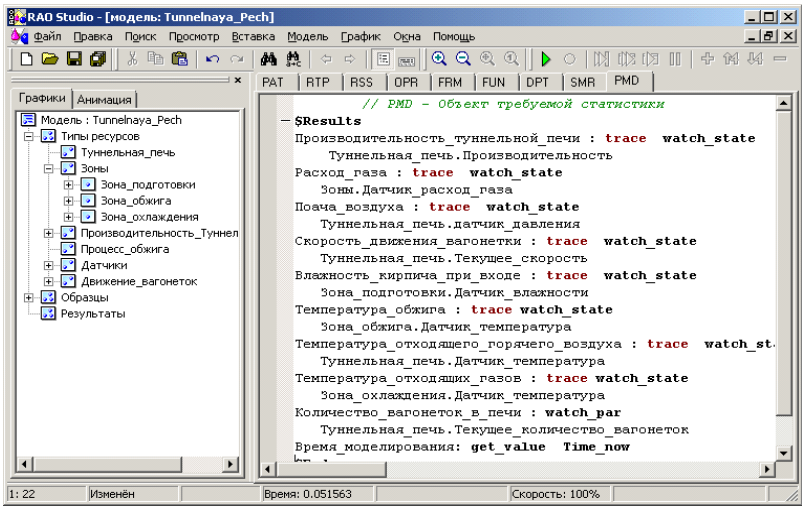


Рис. 6. Описание объекта требуемой статистики

Объект прогона. В объекте прогона указывают ряд необходимых для управления прогоном данных и режимов. Этот объект состоит из двух частей. Первая часть содержит имена файлов, содержащих необходимые объекты, и вторая часть – режимы прогона. Описание объекта прогона имеет следующий вид (рис. 7):

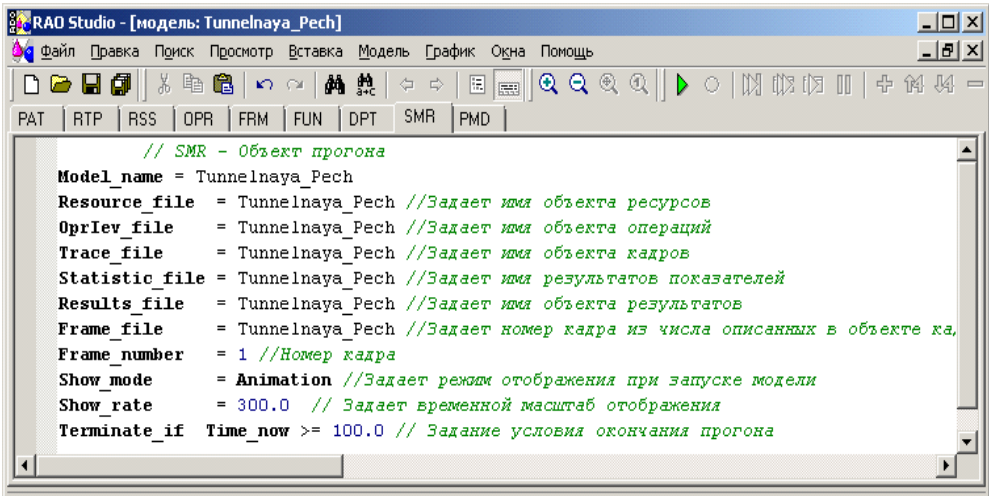


Рис. 7. Описание объекта прогона

Объект результатов и объект трассировки создаются RDO-имитатором. Основные результаты прогона моделирования (нормативы и показатели) процесса обжига представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Основные нормативы и показатели

Показатель	Рекомендуемые нормативы	Показатели в RDO
Производительность туннельной печи, шт./ч.	4160	4130 – 4162
Расход газа, $м^3$/ч.	116	113 – 118
Температура отходящего горячего воздуха, ºС	350 – 400	335 – 410
Температура готовой продукции, ºС	60 – 80	62 – 77
Температура отходящих газов, ºС	70 – 120	85 – 105
Подача воздуха, мм вод. ст.	300	290 – 306
Влажность кирпича-сырца при входе, %	6 – 8	2 – 9
Средняя скорость перемещения вагонетки, м/ч	3	2 – 3
Температура обжига, ºС	До 1100	1037 – 1122
Время обжига, ч.	36	36
Количество вагонеток в туннельной печи, шт.	60	60

Выводы

1. Определены основные ресурсы объекта моделирования, такие как “Зона_подготовки”, “Зона_обжига”, ”Зона_охлаждения”, “Датчики”.

2. В результате моделирования получены такие показатели, как производительность туннельной печи, расход газа, температура отходящего горячего воздуха, температура отходящих газов, температура обжига, время обжига.

3. Проведены исследования модели при различных входных параметрах, полученные реальные результаты показали, что разработанная модель соответствует объекту исследования.

Библиографический список

1. Емельянов В.В., Ясиновский С.И. Имитационное моделирование систем. – М.: МГТУ им Н.Э. Баумана, 2009.
2. Куликов Ю.А. Имитационные модели и их применение в управлении строительством. – Л.: Стройиздат, Ленинград, 1983.
3. Кашкаев И.С., Шейнман Е.Ш. Производство глиняного кирпича. – М.: Высшая школа, 1978.
4. Нохратян К.А. Сушка и обжиг в промышленности строительной керамики. – М., 1962.

M. ISMOILOV, R. UMARALIEV, F. PIROV

SIMULATION OF HEAT TREATMENT PROCESS IN THE ENVIRONMENT RDO

The article deals with simulation of technological processes of heat treatment on the example of firing brick in tunnel kiln, using the simulation system RDO.

Keywords: ***simulation, facilities, resources, tunnel kiln, zones, firing, trolley.***

***П.С. КОРЧАГИН**, магистрант физико-математического факультета Орловского государственного университета*
Тел. (48646) 2-33-47; warpol@yandex.ru
***О.И. МАРКОВ**, кандидат физико-математических наук, доцент, профессор кафедры теоретической физики и математического моделирования Орловского государственного университета*
Тел. (4862) 43-05-73; O.I.Markov@mail.ru
***Ю.В. ХРИПУНОВ**, аспирант кафедры теоретической физики и математического моделирования Орловского государственного университета*
Тел. (4862) 76-33-78; Phyrexia@yandex.ru

АВТОДЕФОРМАЦИОННЫЕ ДЕФЕКТЫ МОНОКРИСТАЛЛОВ ВИСМУТ-СУРЬМА

Проведены металлографические исследования поверхности скола монокристаллов висмут-сурьма. Установлена связь плотности и распределения дислокаций от способа выращивания монокристаллов висмут-сурьма.

Ключевые слова: ***дислокации, монокристаллы висмут-сурьма, металлография.***

Свойства кристаллов в значительной степени зависят от дефектной структуры кристаллов. Происхождение дефектов весьма разнообразно. Некоторые из них возникают уже в процессе выращивания монокристаллов. Это могут быть ростовые дефекты, порождаемые процессами роста монокристаллов. Они обусловлены процессами тепломассопереноса при кристаллизации. Другим видом дефектов являются деформационные дефекты, появляющиеся вследствие того, что в ходе роста кристалла он сам себя деформирует. Поэтому такие дефекты называют автодеформационными [1]. Внутренние механические напряжения в кристалле порождаются процессами роста. Величина и распределение напряжений меняются с течением времени. Возможны два способа релаксации напряжений – хрупкая и пластическая деформация. Способ определяется механическими свойствами монокристалла, уровнем и распределением механических напряжений. В результате пластической деформации появляются различного вида дефекты: блоки, двойники, дислокации.

Физические свойства полупроводниковых кристаллов во многом определяются наличием в них дислокаций. Известно, что плотность дислокаций в монокристаллах зависит от условий их выращивания. Можно выделить следующие механизмы [2] появления дислокаций:

1) в результате прорастания от затравки;
2) в результате захвата примесей, превышающих предел растворимости;
3) в результате флуктуации температуры и скорости роста;
4) в результате термических напряжений, связанных с процессом охлаждения слитка монокристалла.

Анализируя влияние этих механизмов, можно оценить вклад каждого из них. В данном случае затравки либо не использовались совсем, либо использовались образ-

© П.С. Корчагин, О.И. Марков, Ю.В. Хрипунов

цы с малым содержанием дислокаций. Сравнение плотности дислокаций при выращивании монокристаллов одного и того же состава в толстых и тонких трубках показало, что больше сказывается способ выращивания, а не количество нерастворимой примеси. Флуктуации температуры и скорости роста минимизировались автоматикой. Поэтому основным механизмом появления дислокаций модно считать термические напряжения. Плотность хаотически расположенных дислокаций пропорциональна интенсивности механического напряжения [1]. Цель данной работы состоит в изучении распределения плотности дислокаций, связанной с механическими напряжениями. Причиной внутренних напряжений является разная температура отдельных частей кристалла и, как следствие, несовместность тепловых деформаций материала. Они совершенно обычны при искусственном выращивании кристаллов из расплавов. Особенности термоупругих напряжений: термоупругие напряжения существуют только во время роста, и если они не релаксировали путем пластической деформации, то по окончании роста полностью исчезают. Если во время роста произошла полная пластическая деформация термоупругих напряжений, то после выравнивания температур в кристалле возникают остаточные напряжения, равные по величине упругим и обратные им по знаку. Напряжения за счет радиального градиента намного больше, чем осевого.

Появление современных компьютерных оптических микроскопов значительно изменило потенциал и качество металлографических исследований. Появились совершенно новые возможности: это формирование больших полей наблюдений, получение изображений высокого порядка разрешения, увеличение глубины резкости [3]. Использование компьютерного анализа изображений значительно расширило возможности традиционной микроскопии [4, 5], позволяя получить более объективную количественную информацию. Получаемые при этом результаты металлографических исследований открывают широкие перспективы направленному изменению свойств поверхности, что чрезвычайно важно для практических применений в самых различных областях технологий. Прежде всего такие исследования важны для микроэлектронной промышленности, химической технологии и т.д.

Постановка задачи

Монокристаллический висмут обладает ярко выраженной анизотропией механических и физических свойств. Различие в свойствах монокристаллов с одним и тем же составом можно объяснить как различной чистотой исходных материалов, так и разными условиями роста. Совокупность микродефектов в этих кристаллах будет существенно различаться из-за особенностей технологии выращивания. Установление зависимости дефектности структуры от условий выращивания важно с практической точки зрения, что позволит получить монокристаллы с необходимыми воспроизводимыми свойствами. Поэтому в каждом конкретном случае необходимо представлять условия роста кристаллов, в зависимости от которых тип дефектов, их размер и количество могут быть различны. Все они в той или иной мере оказывают влияние на физические свойства монокристаллов. Противоречивые сообщения о физических свойствах объясняются в значительной степени причинами, связанными с условиями роста и дефектами.

Особенно интересны полупроводниковые материалы со слоистой структурой. Полуметаллы типа висмута склонны к образованию микро- и макроскопических дефектов кристаллической структуры. По этой причине внимания заслуживает изучение дефектов кристаллической структуры полуметаллов, которые интересны физикам и материаловедам. Основным методом обнаружения макроскопических дефектов был и остается металлографический анализ.

Типичными макроскопическими дефектами кристаллов типа висмута являются двойники, блоки, мозаичная структура [6]. Преобладающим видом микродефектов в монокристаллах типа висмута являются дислокации. Сплавы висмут-сурьма, особенно в полупроводниковой области, обладают большой чувствительностью к примесям и другим дефектам кристаллической структуры. Свойства разных типов дислокаций в висмуте и его сплавах с сурьмой изучены еще мало. Сильная анизотропия кристаллов сплавов висмут-сурьма также приводит к существенному влиянию двойников на физические свойства сплавов. Двой-

ники могут возникать как при росте кристаллов (двойники роста), так и при механической деформации (двойники деформации).

Методика эксперимента

В качестве исходного материала использовался висмут марки Ви-0000 (ГОСТ 28–75). Важным показателем чистоты исходного висмута и степени совершенства монокристалла является отношение удельного сопротивления кристалла при Т=300К к его значению при 4.2К. Величина отношения для используемого висмута составляла не менее 400–600. При меньших значениях отношения исходный висмут подвергался дополнительной зонной очистке. Обезгаживание висмута проводилось путем нагрева в вакууме 10^{-3}–10^{-4} мм рт. ст. при температуре несколько выше температуры плавления в течение 1 часа при непрерывной откачке, с последующей капиллярной очисткой. В качестве контейнеров использовались ампулы из молибденового стекла С-48. Откачка ампул до 10^{-4} мм рт. ст. проводилась при температуре 200°С в течение суток и затем их герметизация запаиванием в откачанном состоянии.

Монокристаллы висмут-сурьма выращивались методом зонной перекристаллизации [7] при проходе зоны со скоростью 0,5 мм/ч при ширине расплавленной зоны 20–25 мм. Данная методика выращивания была выбрана вследствие сочетания технической простоты и высокого качества монокристаллов. Такая методика выращивания дает более высокий выход монокристаллов. В зависимости от технических применений монокристаллы *Bi-Sb* выращивались в прямоугольных кварцевых лодочках с размерами 180 х 30 х 10 мм^3, частично заполненных трубках диаметром 2–3 см либо в полностью заполненных стеклянных трубках диаметром 3–5 мм.

Необходимая кристаллографическая ориентация слитка задается затравкой. Однако это не гарантирует получения монокристаллического слитка, т.к. вблизи затравки часто возникает несколько блоков, имеющих другую ориентацию, которые прорастают через весь кристалл. Причиной появления дополнительных центров является малый размер затравки. Для предотвращения дефектообразования уже выращенных монокристаллов проводилось стравливание стекла плавиковой кислотой, а для вырезания образцов использовался электроискровой метод. Монокристаллы *Bi-Sb* высокого совершенства получены методом зонной перекристаллизации от затравки в направлении бинарной оси. Выбор такой ориентации затравки был обусловлен существованием направлений преимущественного роста. Образцы для исследований вырезались из средней части слитков. Образцы для экспериментов были получены методом электроискровой резки слитка и затем путем расщепления монокристалла при азотной температуре по плоскостям спайности (111). Совершенство кристаллической структуры монокристаллов висмут-сурьма изучалось на плоскости (111). Для выявления дислокации поверхность скола (111) травилась в растворе азотной и уксусной кислот в течение 0,5 минуты.

Металлографический метод выявления дислокаций [8, 9] основывается на том, что скорость растворения поверхности кристалла травителем в местах нарушения кристаллической структуры больше, чем в ненарушенных. Области пересечения дислокацией поверхности кристалла наиболее легко поддаются воздействию различных растворителей. Это связано с тем, что вокруг линии дислокации в кристалле атомные связи искажены (растянуты, сжаты либо разорваны). Вокруг дислокации область кристалла имеет избыточную энергию. Это делает области выхода дислокаций неустойчивыми к воздействию химических травителей. В результате различной скорости травления на поверхности кристалла в местах выхода дислокаций образуются характерные ямки травления. Их форма зависит от кристаллографической ориентации данной поверхности, структуры решетки и состава применяемого травителя. Обычно используются травители с достаточно медленной скоростью растворения исследуемой поверхности кристалла.

Существенный недостаток металлографического способа заключается в том, что он не позволяет получить представление о распределении дислокаций в объеме кристалла. В случае, когда их больше чем 10^5 см$^{-2}$, несколько близкорасположенных дислокаций могут быть приняты за одну. Из-за малой разности в скоростях травления мест выхода винтовых дислокаций и бездефектных уча-

стков могут выявляться не все винтовые дислокации. Поэтому, чтобы получить более правильную картину распределения дислокаций, необходимо подобрать травитель с достаточно малой скоростью растворения. В данной работе плотность дислокаций определялась методом подсчета ямок травления с применением металлографического микроскопа Альтами МЕТ 1М.

Результаты эксперимента

Как показывает статистика выращенных без затравки монокристаллов, наиболее вероятное направление плоскости составляет с направлением роста кристалла острый угол в интервале 0°–35°. Нами исследовался образец сплава висмут-сурьма, выращенный в толстой трубке под углом 17°. После скалывания полученная плоскость исследовалась как в исходном состоянии, не подвергнутом дополнительной обработке, так и после химического травления. При воздействии травителя на монокристаллы висмут-сурьма на плоскости (111) образуются ямки травления в виде пирамидки, стороны основания которой образуют равносторонние треугольники. Длина ребра основания ямки составляла от 3 до 100 мкм [10–12]. Можно наблюдать различное огранение ямок, особенно их дна. При этом оказывается возможным выделить несколько видов различных ямок травления по их огранению, определять их симметрию и сопоставлять с группами симметрии возможных типов дислокаций. Количественные данные о степени превышения параметров среды над пороговыми значениями дает интенсивность автодеформации. В качестве меры интенсивности может использоваться средняя плотность дислокаций на кристалл. Подсчет ямок травления для различных участков скола и усреднение по участкам показали, что количество дислокаций составляет величину порядка $N_D \leq 10^6 см^{-2}$.

Типичная картина распределения ямок травления на плоскости скола (111) монокристалла висмут-сурьма приведена на рис. 1, где видно хаотичное распределение дислокаций. Распределение плотности дислокаций в горизонтальном направлении по плоскости скола монокристалла, направленного под углом 17° к направлению роста, представлено на рис. 2. Подсчет ямок травления проводился в поле зрения металлографического микроскопа, затем образец сдвигался на величину размера кадра. Таким образом, сканировался весь скол кристалла. Вторая кривая соответствует еще одному проходу в направлении, параллельном первоначальному.

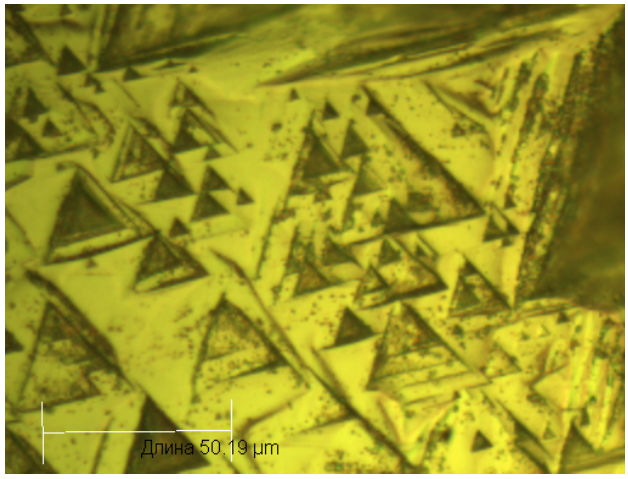


Рис. 1. Участок монокристалла, выращенного в толстой трубке, с типичной картиной ямок травления

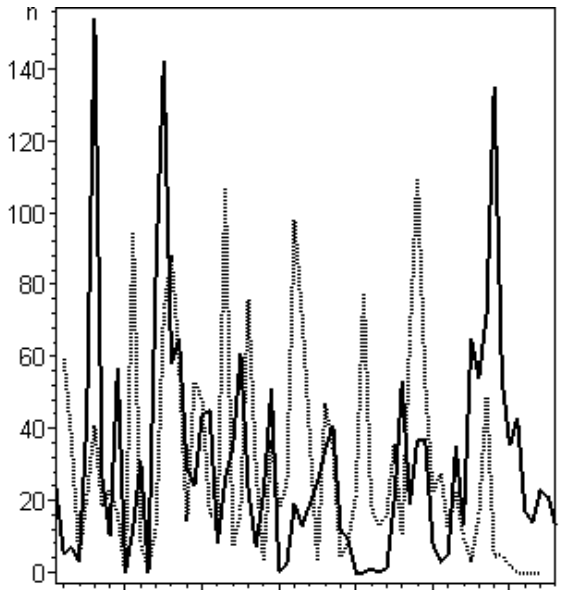


Рис. 2. Распределение числа дислокаций в поле зрения микроскопа
Представлены данные для двух различных поперечных сечений.

Как видно из рисунка, распределение дислокаций имеет квазипериодический характер. Отдельные максимумы разных кривых накладываются друг на друга. Локальные максимумы числа дис-

локаций чередуются с локальными минимумами. Таким образом, можно предположить, что пластическая деформация происходит при воздействии соседних областей, где имеет место упругая деформация. В центральной части слитка наблюдается меньшее число дислокаций. Число дислокаций уменьшается и в областях на границе со стеклянными стенками ампулы.

В тонких трубочках диаметром 5 мм монокристаллы висмут-сурьма выращивались с помощью затравки, ориентированной бинарным направлением вдоль оси трубочки. В кристаллах, выращенных в тонких трубочках, плотность дислокаций оказалась значительно меньше $N_D \le 10^3 см^{-2}$. Это очень хороший показатель, указывающий на высокое качество выращенных монокристаллов. При этом изменяется и характер ямок травления, что указывает, что в данном случае большинство дислокаций с большим углом наклона линии дислокации по отношению к нормали к плоскости (111) [6].

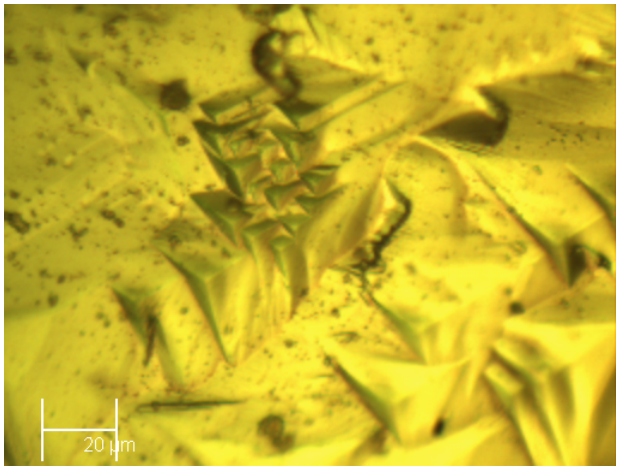


Рис. 3. Участок монокристалла, выращенного в тонкой трубке, с типичной картиной ямок травления

Распределение числа дислокаций в образце, вырезанном из центральной части трубки, в поперечном направлении представлено на рис. 4 для трех различных сечений. В центральной части слитка находится меньшее число дислокаций. Лишь для одного сечения имеется максимум, лежащий вблизи центральной части. На участках, граничащих со стеклянной стенкой трубки, число дислокаций также значительно ниже. Видно, что стенки контейнера не оказывают деформирующего воздействия на прилежащие области монокристаллов. Таким образом, можно сделать вывод, что в результате автодеформации монокристаллов висмут-сурьма в них возникает дефектная субструктура.

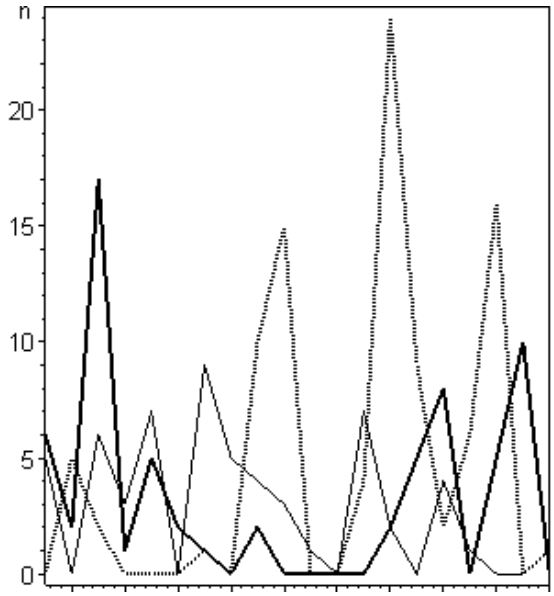


Рис. 4. Распределение числа дислокаций в поперечном направлении. Представлены данные для трех различных поперечных сечений

Заключение

Проведено металлографическое исследование монокристаллов висмут-сурьма, полученных методом зонной перекристаллизации, с помощью микроскопа Альтами МЕТ 1М. Данное исследование направлено на решение фундаментальной проблемы – выявления основных закономерностей дефектообразования в монокристаллах в процессе их выращивания. Знание механизмов дефектообразования необходимо для оптимизации технологии выращивания монокристаллов и разработки способов подавления этих дефектов с целью выращивания бездефектных кристаллов. В ряде случаев практического применения монокристаллов, наоборот, необходимо достичь оптимальной дефектности структуры или дефектной субструктуры. Области применения кристаллов с регулируемыми дефектными субструктурами со временем будут расширяться, и поэтому данные исследования представляют интерес.

Библиографический список

1. Пунин Ю.А., Штукенберг А.Г. Автодеформационные дефекты кристаллов. – СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2008. – 318 с.
2. Любалин М.Д. Рост кристаллов в расплаве. Кристаллографический анализ и эксперимент. – СПб.: Наука, 2008. – 391 с.
3. Пантелеев В.Г., Егорова О.В., Клыкова Е.И. Компьютерная микроскопия. – М.: Техносфера, 2005. – 304 с.
4. Приборы и методы физического металловедения/ Под. ред. Ф. Вейнберга. Вып. 1. – М.: Мир, 1973. – 427 с.
5. Панченко Е.В., Скаков Ю.А., Попов К.В., Кример Б.Н., Арсентьев П.П., Хорин Я.Д. Лаборатория металлографии. – М.: ГНТИЛЧЦМ, 1957. – 695 с.
6. Данильчук Л.Н., Окунев А.О., Иванов К.Г., Тимофеева Ю.В. Исследование дефектов структуры полуметаллов и полупроводников на основе монокристаллических сплавов (Bi+Sb) методами рентгеновской топографии // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2008. – Том 74. – № 3. – С. 25–32.
7. Налетов В.Л. О дендритной ликвации монокристаллов сплавов Bi-Sb / Ученые записки ЛГПИ им. А.И. Герцена «Полуметаллы». – 1968. – Том. 384. – Вып. 4. – С. 7–11.
8. Амелинкс С. Методы прямого наблюдения дислокаций. – М.: Мир. – 440 с.
9. Сангвал К. Травление кристаллов: Теория, эксперимент, применение: Пер. с англ. – М.: Мир, 1990. – 492 с.
10. Аношина А.В., Корчагин П.С., Марков О.И., Сорокин А.В., Хрипунов Ю.В. Особенности дефектообразования на поверхности монокристалла висмута // Молодой ученый. – 2010. – № 5 (16). – Том 1. – С. 22–26.
11. Марков О.И., Хрипунов Ю.В. Некоторые аспекты металлографических исследований монокристаллов висмут-сурьма. Ученые записки ОГУ. Серия: естественные, технические и медицинские науки. – 2010. – № 4 (38). – С. 27–32.
12. Хрипунов Ю. В., Марков О. И. Исследование дислокационных структур поверхности кристаллов висмута // Труды 53-й научной конференции МФТИ «Современные проблемы фундаментальных и прикладных наук». Ч. 5. Физическая и квантовая электроника. – М., 2010. – С. 195–196.

AVTODEFORMATSIONNNYE DEFECTS OF SINGLE-CRYSTAL BISMUTH-ANTIMONY

Metallographic studies of the cleaved surface of single crystals of bismuth-antimony are described. The relationship between density and distribution of dislocations depending on the method of growing single crystals of bismuth-antimony are founded .

Key words: ***dislocations, single crystals of bismuth-antimony, metallography.***

***С.И. МАТЮХИН**, доктор физико-математических наук, доцент,*
декан факультета естественнонаучных дисциплин
Госуниверситета УПНК
sim1@mail.ru
***С.Ю. ГРИШИНА**, кандидат физико-математических наук,*
доцент кафедры физики
Орловского государственного аграрного университета
Тел. 89192615219; Svetlana.Grischina@rambler.ru

ДЕКАНАЛИРОВАНИЕ ИОНОВ ИЗ ХИРАЛЬНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК*

В статье рассматриваются особенности деканалирования ускоренных частиц из хиральных углеродных нанотрубок. Для различных глубин проникновения ионов высоких и низких энергий в хиральные нанотрубки получены простые аналитические формулы для вероятности остаться в режиме каналирования и функции деканалирования частиц, а также для функции распределения частиц по продолжительности жизни и среднего времени жизни каналированных частиц во внутренней полости хиральных нанотрубок.

Ключевые слова: ***углеродные хиральные нанотрубки, деканалирование, ускоренные ионы.***

Как известно [1–9], каналирование ионов в нанотрубках обладает рядом преимуществ по сравнению с обычными кристаллами. Эти преимущества позволяют использовать эффект каналирования в нанотрубках, во-первых, для ионного легирования самих нанотрубок [10], что оказывается важным с точки зрения их применения в прикладной химии, материаловедении и наноэлектронике, а во-вторых, для получения и управления хорошо сфокусированными ионными пучками нанометровых сечений [11]. В свою очередь, такие пучки в сочетании с методикой каналирования можно использовать для анализа и модификации структуры и свойств как традиционных (кристаллические твердые тела), так и нетрадиционных материалов (фуллериты, жгуты нанотрубок и т.д.) в весьма ограниченной области пространства – порядка нескольких десятков нанометров, а также в таких областях, как целенаправленное введение лекарственных средств и лучевая терапия на клеточном уровне в медицине; управление пучками высоких энергий в ускорительной технике; манипулирование ионными пучками низких энергий в плазменных технологиях; управление перемещением молекул в биологических исследованиях и т.д.

Динамика и кинетика каналирования ионов в углеродных нанотрубках различного строения были изучены в наших предыдущих работах [3–9]. В настоящей работе исследованы особенности деканалирования этих частиц из хиральных углеродных нанотрубок, где в отличие от нехиральных нанотрубок armchair- и zigzag-конфигурации каналированные ионы имеют дополнительный интеграл движения μ – момент импульса ионов относительно оси нанотрубок [3, 4].

Для различных глубин проникновения ионов высоких и низких энергий в хиральные нанотрубки получены простые аналитические формулы для вероятности остаться в

© С.И. Матюхин, С.Ю. Гришина
*Работа выполнена в рамках аналитической ведомственной целевой программы «Развитие научного потенциала высшей школы 2009–2011 гг.»

режиме каналирования и функции деканалирования частиц, а также для функции распределения частиц по продолжительности жизни и среднего времени жизни каналированных ионов во внутренней полости нанотрубок с промежуточной хиральностью. Показано, что хиральные нанотрубки могут быть использованы в качестве своего рода фильтра, позволяющего отделять каналированные ионы, обладающие слишком большими значениями углового момента μ.

К деканалированию ионов в углеродных нанотрубках приводит действие случайных сил, обусловленных в основном электронным рассеянием ионов [4, 5]. При этом вероятность остаться в режиме каналирования $P_{ch}(z)$, а также функция деканалирования ионов из хиральных нанотрубок $\chi(z)$ могут быть получены путем интегрирования их функции распределения $\Phi(\mu, E_\perp; z)$ по поперечным энергиям $E_\perp$ и моментам μ в доступной области $\omega_0|\mu| \le E_\perp \le E_{\perp c}$:

$$P_{ch}(z) = \int_0^{E_{\perp c}} dE_\perp \int_0^{E_\perp/\omega_0} d\mu\, \Phi(\mu, E_\perp; z), \qquad (1)$$

$$\chi(z) = 1 - P_{ch}(z) = 1 - \int_0^{E_{\perp c}} dE_\perp \int_0^{E_\perp/\omega_0} d\mu\, \Phi(\mu, E_\perp; z), \qquad (2)$$

где $E_{\perp c}$ – критическая поперечная энергия каналирования [6, 7]; ω_o – частота поперечных колебаний ионов внутри нанотрубки; z – глубина проникновения ионов в нанотрубку.

В области низких энергий ионов

$$E \le 0{,}5A(m_p/m_e)E_{\perp c}, \qquad (3)$$

где A – атомная масса иона (в а.е.м.), m_p – масса протона, m_e – масса электрона, частицы при $z > 0$ практически не деканалируют, так как их торможение преобладает над стохастическим процессом многократного рассеяния [4, 5]. Вследствие этого

$$P_{ch}(z) \approx P_{ch}(0) = \int_0^{E_{\perp c}} dE_\perp \int_0^{E_\perp/\omega_0} d\mu\, \Phi_0(\mu, E_\perp), \qquad (4)$$

$$\chi(z) \approx \chi(0) = 1 - \int_0^{E_{\perp c}} dE_\perp \int_0^{E_\perp/\omega_0} d\mu\, \Phi_0(\mu, E_\perp), \qquad (5)$$

где $\Phi_0(\mu, E_\perp)$ – начальная функция распределения частиц по поперечным энергиям и моментам.

Для моноэнергетического, мононаправленного начального пучка, падающего под малым углом ψ к оси нанотрубки, эта функция имеет вид:

$$\Phi_0(\mu, E_\perp) = \frac{2(R_0 - r_c)^2\omega_0}{\pi R_0^2 E_{\perp c}^2} \frac{1}{\sqrt{\dfrac{4\psi^2}{\psi_c^2}\left(\dfrac{E_\perp}{E_{\perp c}} - \dfrac{\psi^2}{\psi_c^2}\right) - \dfrac{\omega_0^2\mu^2}{E_{\perp c}^2}}}\,\theta(E_\perp - E\psi^2), \qquad (6)$$

где R_0 – радиус нанотрубки; r_c – расстояние наибольшего сближения частиц с ее стенками [6]; ψ_c – критический угол каналирования [6].

Таким образом, для ионов низких энергий (3), падающих под углом ψ к оси нанотрубки, из (4) и (5) получаем:

$$P_{ch}(z) \approx (1 - \chi_{\min})\left(1 - \frac{\psi^2}{\psi_c^2}\right), \qquad (7)$$

$$\chi(z) = 1 - (1 - \chi_{\min})\left(1 - \frac{\psi^2}{\psi_c^2}\right), \qquad (8)$$

где минимальный выход $\chi_{\min}$, соответствующий углу падения $\psi = 0$, равен

$$\chi_{\min} \approx 1 - \frac{(R_0 - r_c)^2}{R_0^2} \approx \frac{2r_c}{R_0}. \qquad (9)$$

В области высоких энергий ионов

$$E > 0{,}5A(m_p/m_e)E_{\perp c}, \qquad (10)$$

функция $\Phi(\mu, E_\perp; z)$ имеет вид [4]:

$$\Phi(\mu, E_\perp; z) \approx \frac{\omega_0 C_1}{E_{\perp c}^2} \frac{(E_{\perp c} - E_\perp)^2}{E_{\perp c}^2 - \omega_0^2\mu^2} \exp\left(-\frac{z}{R_{ch}(\mu)}\right), \qquad (11)$$

где $R_{ch}(\mu)$ – длина деканалирования ионов:

$$R_{ch}(\mu) \approx A\frac{m_p}{m_e}\frac{E_{\perp c}^2 - \omega_0^2\mu^2}{4E_{\perp c}(dE/dz)_e}, \qquad (12)$$

$(dE/dz)_e$ – средние потери энергии ионов за счет рассеяния на электронах, C_1 – нормировочный множитель, определяемый начальным распределением частиц $\Phi_0(\mu, E_\perp)$ на глубине $z = 0$:

$$C_1 \approx \frac{27\omega_0}{E_{\perp c}^2} \int_0^{E_{\perp c}} dE_\perp \int_0^{E_\perp/\omega_0} d\mu \left\{\Phi_0(\mu, E_\perp)\left(1-\frac{E_\perp+\omega_0\mu}{E_{\perp c}+\omega_0\mu}\right)\left(1-\frac{E_\perp-\omega_0\mu}{E_{\perp c}-\omega_0\mu}\right)\right\}. \quad (13)$$

Для таких ионов вероятность остаться в режиме каналирования (1) и функцию деканалирования (2) можно представить в виде:

$$P_{ch}(z) \approx 2.7\exp\left(-\frac{z}{R_{ch}}\right)\int_0^1 d\varepsilon \int_0^\varepsilon d\mu\, \Phi_0(\mu,\varepsilon)\frac{(1-\varepsilon)^2}{1-\mu^2}, \quad (14)$$

$$\chi(z) \approx 1-2.7\exp\left(-\frac{z}{R_{ch}}\right)\int_0^1 d\varepsilon \int_0^\varepsilon d\mu\, \Phi_0(\mu,\varepsilon)\frac{(1-\varepsilon)^2}{1-\mu^2}, \quad (15)$$

где введено обозначение $R_{ch} \equiv R_{ch}(0)$.

В частности, для ионов (6), падающих под углом ψ к оси нанотрубки, из (14) и (15) получаем:

$$P_{ch}(z;\psi) \approx (1-\chi_{\min})\left(1-\frac{\psi^2}{\psi_c^2}\right)^3 \exp\left(-\frac{z}{R_{ch}}\right), \quad (16)$$

$$\chi(z;\psi) \approx 1-(1-\chi_{\min})\left(1-\frac{\psi^2}{\psi_c^2}\right)^3 \exp\left(-\frac{z}{R_{ch}}\right). \quad (17)$$

Зависимость функции деканалирования ионов (10) от начального угла падения ψ для различных глубин проникновения частиц в хиральные нанотрубки представлена на рис. 1.

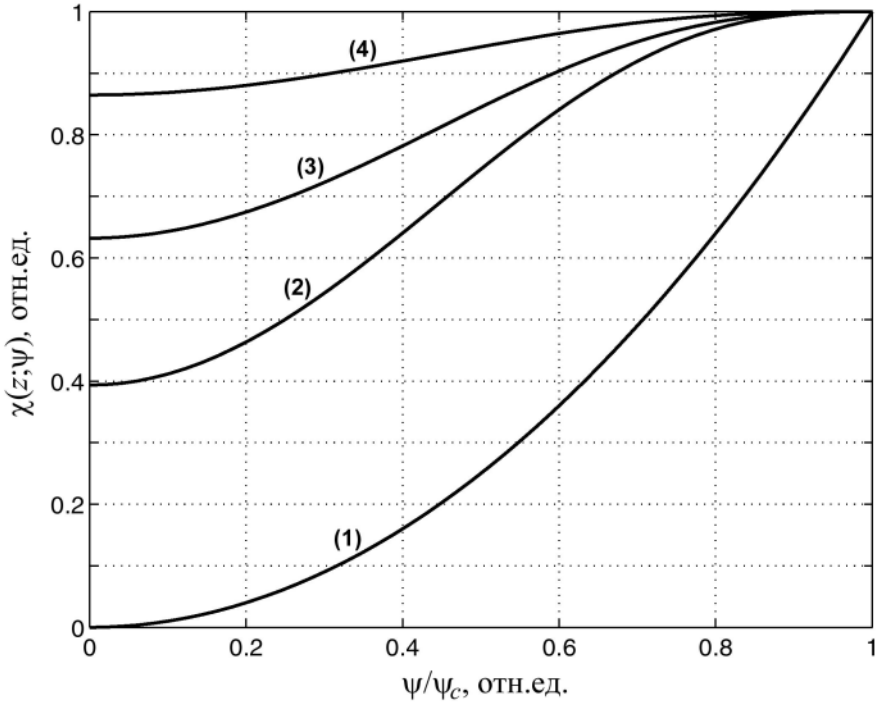


Рис. 1. Функция деканалирования ионов из хиральных углеродных нанотрубок в зависимости от угла падения исходного пучка для различных глубин проникновения z в нанотрубки: (1) – z = 0 мкм, (2) – z = 0.5R_{ch}, (3) – z = R_{ch}, (4) – z = 2R_{ch}.

Отметим, что при каналировании ионов в хиральных нанотрубках правомерно поставить вопрос о том, какими моментами μ обладают вышедшие из режима каналирования частицы. Чтобы ответить на этот вопрос, достаточно знать вероятность $P_{ch}(\mu; z)$ того, что ионы с моментами, меньшими μ, останутся на глубине z в режиме каналирования, и функцию деканалирования таких ионов $\chi(m; z)$:

$$P_{ch}(\mu; z) = \int_0^{\mu} d\mu' \int_{\omega_0\mu'}^{E_{\perp c}} dE_{\perp}\ \Phi(\mu', E_{\perp}; z) = \int_0^{\mu} \Phi(\mu'; z)\, d\mu', \tag{18}$$

$$\chi(\mu; z) = P_{ch}(\mu; 0) - P_{ch}(\mu; z) = \int_0^{\mu} \left[\Phi_0(\mu') - \Phi(\mu'; z)\right] d\mu', \tag{19}$$

где $\Phi_0(\mu)$ – результат интегрирования начальной функции распределения $\Phi_0(\mu, E_{\perp})$ по поперечным энергиям. При этом функция $F_{ch}(\mu; z)$ распределения деканалированных на глубине z частиц по моментам будет равна

$$F_{ch}(\mu; z) = \frac{d\chi(\mu; z)}{d\mu} = \Phi_0(\mu) - \Phi(\mu; z). \tag{20}$$

Как показывает выражение (20), эта функция представляет собой разность между начальным распределением частиц по моментам $\Phi_0(\mu)$ и функцией $\Phi(\mu; z)$ распределения каналированных ионов по моментам на глубине z безотносительно к тому, какими поперечными энергиями они обладают.

Для ионов высоких энергий (10) функция $\Phi(\mu; z)$ имеет вид [4]:

$$\Phi(\mu; z) \approx \frac{\omega_0 C_1}{3E_{\perp c}^2} \frac{(E_{\perp c} - \omega_0\mu)^2}{E_{\perp c} + \omega_0\mu} \exp\left(-\frac{z}{R_{ch}(\mu)}\right). \tag{21}$$

Отсюда функция распределения деканалированных частиц по моментам (20) равна

$$F_{ch}(\mu; z) \approx \frac{\omega_0 C_1}{3E_{\perp c}^2} \frac{(E_{\perp c} - \omega_0\mu)^2}{E_{\perp c} + \omega_0\mu} \left\{1 - \exp\left[-\frac{E_{\perp c}^2 z}{R_{ch}(E_{\perp c}^2 - \omega_0^2\mu^2)}\right]\right\}. \tag{22}$$

В частности, для ионов, влетающих в нанотрубку под углом ψ к ее оси, для которых справедливо выражение (6), с учетом (13) получаем:

$$F_{ch}(\mu; z) \approx \frac{3\omega_0(1-\chi_{\min})}{E_{\perp c}^2}\left(1-\frac{\psi^2}{\psi_c^2}\right)^3 \frac{(E_{\perp c} - \omega_0\mu)^2}{E_{\perp c} + \omega_0\mu} \left\{1 - \exp\left[-\frac{E_{\perp c}^2 z}{R_{ch}(E_{\perp c}^2 - \omega_0^2\mu^2)}\right]\right\}. \tag{23}$$

При этом мы считаем, что все остальные частицы исходного потока $\Phi_0(\mu)$, который, как следует из формулы (6), может быть представлен в виде:

$$\Phi_0(\mu) \approx \frac{\omega_0(1-\chi_{\min})}{\pi E_{\perp c}} \frac{\psi_c^2}{\psi^2} \sqrt{\frac{4\psi^2}{\psi_c^2}\left(1-\frac{\psi^2}{\psi_c^2}\right) - \frac{\omega_0^2\mu^2}{E_{\perp c}^2}}, \tag{24}$$

выходят из режима каналирования практически сразу на входе в нанотрубки, а их распределение по моментам имеет вид:

$$F_{ch}(\mu; 0) \approx \frac{\omega_0(1-\chi_{\min})}{\pi E_{\perp c}} \left\{\frac{\psi_c^2}{\psi^2} \sqrt{\frac{4\psi^2}{\psi_c^2}\left(1-\frac{\psi^2}{\psi_c^2}\right) - \frac{\omega_0^2\mu^2}{E_{\perp c}^2}} - \frac{3\pi}{E_{\perp c}}\left(1-\frac{\psi^2}{\psi_c^2}\right)^3 \frac{(E_{\perp c} - \omega_0\mu)^2}{E_{\perp c} + \omega_0\mu}\right\}. \tag{25}$$

При каналировании в хиральных нанотрубках наибольший интерес вызывает среднее время жизни $<\tau(\mu)>$ каналированных ионов, обладающих определенным значением углового момента μ, и распределение таких ионов по продолжительности жизни $f_{ch}(\mu;\tau)$:

$$f_{ch}(\mu;\tau)=\frac{d}{d\tau}\left(\frac{d\chi(\mu;\tau)}{d\mu}\right)=\frac{dF_{ch}(\mu;\tau)}{d\tau}. \tag{26}$$

Используя выражение (23) (справедливое, строго говоря, при $z \geq 0.2R_{ch}$ [4]) и считая, что все остальные частицы, распределенные по моментам в соответствии с формулой (25), выходят из режима каналирования практически сразу на входе в нанотрубки, из (26) находим:

$$\begin{aligned} f_{ch}(\mu;\tau) \approx & \frac{\omega_0(1-\chi_{\min})}{\pi E_{\perp c}} \times \\ & \times\left\{\frac{\psi_c^2}{\psi^2}\sqrt{\frac{4\psi^2}{\psi_c^2}\left(1-\frac{\psi^2}{\psi_c^2}\right)-\frac{\omega_0^2\mu^2}{E_{\perp c}^2}}-\frac{3\pi}{E_{\perp c}}\left(1-\frac{\psi^2}{\psi_c^2}\right)^3\frac{(E_{\perp c}-\omega_0\mu)^2}{E_{\perp c}+\omega_0\mu}\right\}\cdot\delta(\tau)+ \\ & +\frac{3\omega_0(1-\chi_{\min})}{R_{ch}\sqrt{Am_p/(2E)}}\left(1-\frac{\psi^2}{\psi_c^2}\right)^3\frac{E_{\perp c}-\omega_0\mu}{(E_{\perp c}+\omega_0\mu)^2}\exp\left[-\frac{E_{\perp c}^2\sqrt{2E/(Am_p)}\,\tau}{R_{ch}(E_{\perp c}^2-\omega_0^2\mu^2)}\right]. \end{aligned} \tag{27}$$

Среднее время жизни таких ионов равно

$$<\tau(\mu)>\approx R_{ch}\sqrt{\frac{Am_p}{2E}}\left(1-\frac{\omega_0^2\mu^2}{E_{\perp c}^2}\right) \tag{28}$$

и уменьшается с ростом их углового момента μ по параболическому закону.

Что касается функции распределения каналированных частиц по продолжительности жизни $f_{ch}(\tau)$ и их среднего времени жизни в нанотрубках $<\tau>$ безотносительно к тому, какими моментами μ они обладают, то эти величины могут быть получены, исходя из функции деканалирования (2) или путем интегрирования по моментам функции $f_{ch}(\mu;\tau)$ и усреднения по μ величины $<\tau(\mu)>$. В частности, для быстрых ионов (10), влетающих в нанотрубку под углом ψ к их оси:

$$f_{ch}(\tau)\approx\left[1-(1-\chi_{\min})\left(1-\frac{\psi^2}{\psi_c^2}\right)^3\right]\delta(\tau)+\frac{(1-\chi_{\min})}{R_{ch}}\sqrt{\frac{2E}{Am_p}}\left(1-\frac{\psi^2}{\psi_c^2}\right)^3\exp\left(-\frac{\tau}{R_{ch}}\sqrt{\frac{2E}{Am_p}}\right) \tag{29}$$

$$\langle\tau\rangle\approx(1-\chi_{\min})\,R_{ch}\sqrt{\frac{Am_p}{2E}}\left(1-\frac{\psi^2}{\psi_c^2}\right)^3\approx(1-\chi_{\min})\sqrt{\frac{Am_p}{2E}}\left(1-\frac{\psi^2}{\psi_c^2}\right)^3\frac{Am_p/m_e}{4(dE/dz)_e}E_{\perp c}. \tag{30}$$

Средние времена жизни протонов и α-частиц различных энергий, рассчитанные по формуле (30) при $\psi = 0$ для хиральных нанотрубок с индексами хиральности (11, 9), представлены на рис. 2.

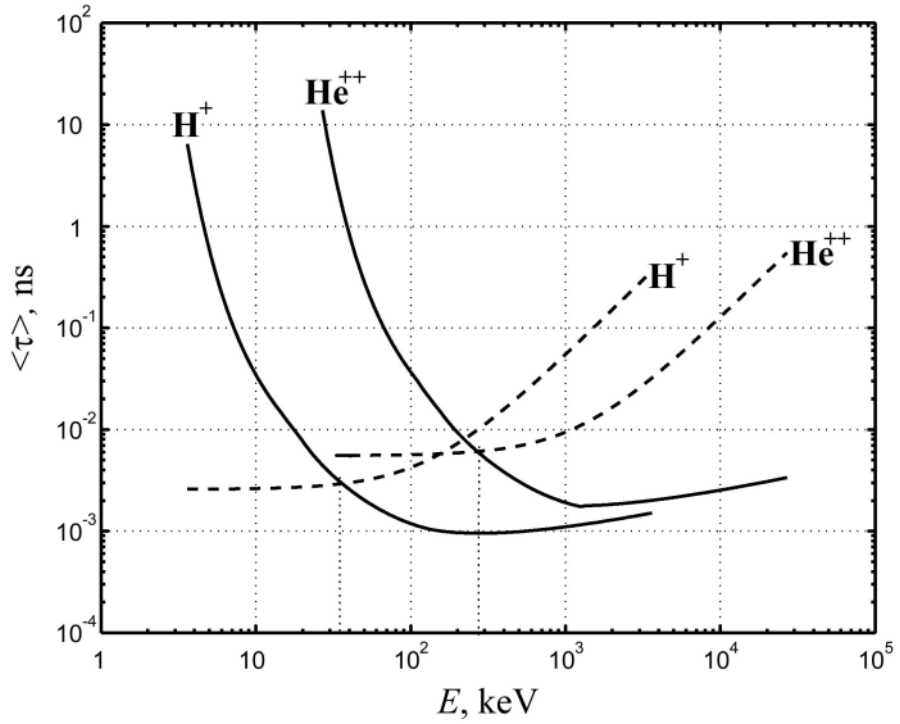


Рис. 2. Средние времена жизни $< \tau >$ протонов и α-частиц (сплошные кривые), каналированных в углеродных нанотрубках с индексами хиральности (11,9), в зависимости от энергии E частиц. Пунктирными кривыми обозначено среднее время, которое соответствует пробегу частиц до остановки.

Хиральные нанотрубки интересны тем, что движение ионов, каналированных в их полостях, характеризуется двумя адиабатическими инвариантами: поперечной по отношению к оси нанотрубок энергией $E_\perp$ и моментом импульса μ ионов относительно этой оси [3, 4]. Вследствие этого деканалирование ионов из хиральных нанотрубок существенно отличается от деканалирования из нанотрубок armchair- и zigzag-конфигурации. Если в нехиральных нанотрубках длина деканалирования и среднее время жизни в режиме каналирования для всех частиц с энергией E одинаковы [5], то в хиральных нанотрубках эти величины существенно зависят от значения углового момента ионов μ и, как показывают формулы (12) и (28), уменьшаются с ростом момента по параболическому закону. Это последнее обстоятельство позволяет использовать хиральные нанотрубки заданной длины $L = R_{ch}(\mu)$ в качестве своего рода фильтра, отсекающего каналированные ионы с моментами, большими μ.

Библиографический список

1. Miskovic Z.L. Ion channeling through carbon nanotubes // Radiat. Eff. Def. Solids. – 2007. – V. 162. – № 3–4. – P. 185–205.
2. X. Artru, S.P. Fomin, N.F. Shulga et al. Carbon nanotubes and fullerites in high-energy and X-ray physics // Phys. Rep. – 2005. – V. 412. – P. 89–189.
3. Матюхин С.И., Гришина С.Ю. Динамика ориентированного взаимодействия ускоренных частиц с нехиральными углеродными нанотрубками // Письма в ЖТФ. – 2004. – Т. 30. – Вып. 20. – С. 76–82.
4. Матюхин С.И., Гришина С.Ю. Кинетика ориентированного взаимодействия ускоренных частиц с нехиральными углеродными нанотрубками // Письма в ЖТФ. – 2005. – Т. 31. – Вып. 8. – С. 12–18.
5. Матюхин С.И., Гришина С.Ю. Кинетика ориентированного взаимодействия ускоренных частиц с углеродными armchair- и zigzag- нанотрубками // Письма в ЖТФ. – 2006. – Т. 32. – Вып. 1. – С. 27–34.
6.

– Т. 33. – Вып. 2. – С. 23–30.

7. Матюхин С.И., Мятечкин А.В. Расчет критических углов каналирования ионов в углеродных нанотрубках // Нанотехника. – 2007. – № 11. – С. 14–17.
8. Матюхин С.И. Кинетика каналирования ионов в гексагональных сверхрешетках, образованных углеродными нанотрубками // Нанотехника. – 2008. – № 16. – С. 43–46.
9. Матюхин С.И. Деканалирование ионов на атомах, внедренных в углеродные нанотрубки // Письма в ЖТФ. – 2008. – Т. 34. – Вып. 19. – С. 40–45.
10. Матюхин С.И., Фроленкова Л.Ю. Оптимальные условия ионной имплантации частиц в углеродные нанотрубки с использованием эффекта каналирования // Нанотехника. – 2006. – № 6. – С. 21–25.
11. Матюхин С.И. Эффективность отклонения ионов изогнутыми нанотрубками // Письма в ЖТФ. – 2009. – Т. 35. – Вып. 7. С. 53–61.

S.I. MATYUKHIN, S.YU.GRISHINA

DECHANNELING IONS FROM CHIRAL CARBON NANOTUBES

The peculiarities of accelerated particle dechanneling from chiral carbon nanotubes were examined. For different depth of penetrating ions to the transverse and high energy in chiral nanotubes. The simple analytical formuli are obtained for probability of remaining at regimen channeling and function of particle dechanneling, and their distribution with respect on duration life and middle time life of particle channeling from chiral carbon nanotubes.

Key words: ***chiral carbon nanotubes, dechanneling, accelerated ions***

***С.И. МАТЮХИН**, доктор физико-математических наук, декан естественнонаучного факультета*
ФГОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», г. Орел
Тел. (4862) 41-98-81; E-mail: sim1@mail.ru
***З.Ж. КОЗИЛ**, ведущий инженер-физик лаборатории приборно-технологического моделирования в микро- и наноэлектронике ФГОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», г. Орел*
Тел. (4862) 41-98-89; E-mail: softquake@gmail.com
***Г.Р. МАГОМЕДОВ,** студент 4-го курса Учебно-научно-исследовательского института информационных технологий ФГОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», г. Орел*
Тел. (4862) 41-98-89; E-mail: maggadr@gmail.com
***Д.О. МАЛЫЙ,** студент 4-го курса Учебно-научно-исследовательского института информационных технологий*
ФГОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», г. Орел
Тел. (4862) 41-98-89; E-mail: bloodymc@mail.ru
***С.Н. РОМАШИН,** кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Физика» ФГОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», г. Орел*
Тел. (4862) 41-98-89; E-mail: rosen@ostu.ru

ДЛИНА ВОЛНЫ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ДГС РО ЛАЗЕРА НА ОСНОВЕ ALGAAS С КВАНТОВОРАЗМЕРНОЙ АКТИВНОЙ ОБЛАСТЬЮ

Представлена математическая модель, позволяющая аналитическими методами рассчитать длину волны излучения полупроводникового AlGaAs-лазера с двойной гетероструктурой, раздельным ограничением (ДГС РО) и квантоворазмерной активной областью. Исследовано влияние мольной концентрации алюминия в активной и волноводной областях этого лазера на энергетический спектр носителей заряда и спектральные характеристики лазерного излучения. Показано, что длина волны этого излучения практически не зависит от концентрации алюминия в области волновода и определяется в основном его концентрацией в активной области и шириной активной области.

Ключевые слова: ***математическая модель, полупроводниковый лазер, двойная гетероструктура, раздельное ограничение, квантоворазмерная активная область, спектральные характеристики.***

1. Введение

В настоящее время полупроводниковые лазеры находят применение в устройствах чтения и записи компакт-дисков (CD, DVD), телекоммуникации, в системах прецизионного измерения перемещений и спектроскопии высокого разрешения, для накачки твердотельных лазеров, а также в областях, связанных с обработкой материалов (резка, микросварка), и в медицине (лазерная хирургия, дерматология). При этом начиная с 1990 г. практически все промышленные образцы полупроводниковых лазеров, по

© С.И. Матюхин, З.Ж. Козил, Г.Р. Магомедов, Д.О. Малый, С.Н. Ромашин

сути, являются инжекционными лазерами с двойной гетероструктурой и раздельным ограничением (ДГС РО) [1, 2].

В ДГС РО лазерах с квантоворазмерной активной областью электронное возбуждение локализовано в наиболее узкозонной части – квантовой яме (КЯ), ширина которой может достигать нескольких десятков ангстрем, а оптическим волноводом служит область шириной порядка 1 мкм, ограниченная с двух сторон двумя наиболее широкозонными слоями. Такое раздельное ограничение электронного и оптического возбуждения позволяет существенно снизить пороговую плотность тока лазерной генерации и увеличить мощность полупроводниковых лазеров, работающих в непрерывном режиме при комнатной температуре.

Благодаря относительной простоте и отработанности технологии изготовления наибольшее распространение получили ДГС РО лазеры на основе GaAs, в которых в качестве широкозонных полупроводников используются твердые растворы $Al_xGa_{1-x}As$. Достижение пороговой плотности тока таких лазеров менее 1 кА/см^2 при комнатной температуре открыло широчайшие перспективы их практического применения и послужило поворотным моментом в их производстве. Однако дальнейшее продвижение в этом направлении существенно осложняется проблемами, связанными с оптимизацией конструкции лазерных диодов, в частности с выбором ширины КЯ, волноводной области и значений мольной концентрации x алюминия в этих областях для лазеров, работающих на заданной длине волны λ.

В настоящей работе представлена математическая модель, позволяющая вычислить эту длину волны и аналитическими методами исследовать влияние мольной концентрации алюминия в КЯ и волноводной области на энергетический спектр носителей заряда в КЯ и на спектральные характеристики ДГС РО лазера на основе твердых растворов $Al_xGa_{1-x}As$.

2. Энергетический спектр носителей заряда в КЯ ДГС РО лазера на основе AlGaAs

Излучение полупроводниковых ДГС РО лазеров с квантоворазмерной активной областью формируется в результате межзонных переходов электронов в КЯ [3, 4], схематически изображенных на рисунке 1. Вследствие этого для определения спектральных характеристик лазерного излучения важно знать энергетический спектр носителей заряда в КЯ.

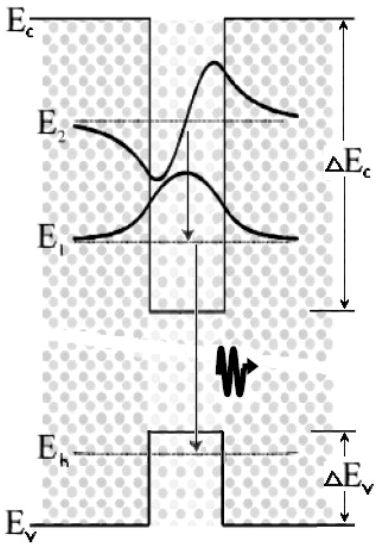


Рисунок 1 – Схема межзонных переходов в КЯ ДГС РО лазеров

Благодаря специфическому строению гетеропереходов этот спектр, а также волновые функции $\psi(y)$, описывающие состояние носителей в КЯ, могут быть найдены в приближении прямоугольной потенциальной ямы $V(y)$, исходя из стационарного уравнения Шрёдингера [3, 4]:

$$\left(-\frac{\hbar^2}{2}\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{1}{m(y)}\frac{\partial}{\partial y}\right) + V(y) - E + \frac{\hbar^2 k_t^2}{2m(y)} \right)\psi(y) = 0, \qquad (1)$$

в котором $k_t = \sqrt{2m(y)E}/\hbar$, $\hbar$, – постоянная Планка, $m(y)$ – эффективная масса, а E – энергия носителей, отсчитываемая от дна потенциальной ямы. Ось y здесь и в дальнейшем предполагается перпендикулярной КЯ.

Собственные функции оператора, стоящего в левой части этого уравнения, могут быть представлены в виде [3, 4]:

$$\psi_1(y) = C_1 \begin{cases} \cos\left(\frac{\kappa L}{2}\right) e^{-\gamma(|y|-L/2)}, & |y| > L/2, \\ \cos(\kappa y), & |y| \le L/2; \end{cases} \qquad (2)$$

$$\psi_2(y) = C_2 \begin{cases} \pm \sin\left(\frac{\kappa L}{2}\right) e^{-\gamma(|y|-L/2)}, & |y| > L/2, \\ \sin(\kappa y), & |y| \le L/2, \end{cases} \quad (3)$$

а подстановка этих функций в уравнение (1) приводит к следующим уравнениям для собственных значений E этого оператора:

$$\gamma - \frac{m_b}{m_w} \kappa \, tg\left(\kappa \frac{L}{2}\right) = 0, \quad (4)$$

$$\gamma - \frac{m_b}{m_w} \kappa \, ctg\left(\kappa \frac{L}{2}\right) = 0. \quad (5)$$

В выражениях (2) – (5) C_1 и C_2 – это нормировочные постоянные,

$$\kappa = \frac{\sqrt{2m_b E}}{\hbar}, \quad (6)$$

$$\gamma = \frac{\sqrt{2m_w (V_0 - E)}}{\hbar}, \quad (7)$$

m_b и m_w – эффективные массы носителей соответственно вне и внутри ямы, V_0 – глубина, а L – ширина ямы.

Волновые функции носителей, рассчитанные путем численного решения уравнений (4) – (5), имеют вид, представленный на рисунках 1 и 2. При этом основные трудности, возникающие при расчетах этих функций, а также энергетического спектра носителей в КЯ, связаны с определением эффективной массы носителей и глубины потенциальной ямы V_0 в конкретных материалах.

Глубина потенциальной ямы для электронов проводимости может быть определена по изменению ΔE_c положения дна зоны проводимости при переходе через КЯ (рисунок 1): $V_0^{(e)} = \Delta E_c$. Глубина ямы для дырок определяется аналогичным образом – по изменению ΔE_v положения потолка валентной зоны (рисунок 1): $V_0^{(h)} = \Delta E_v$. Для ДГС РО лазеров на основе твердых растворов $Al_xGa_{1-x}As$ [5]

$$\Delta E_c \approx 0.65 \Delta E_g, \quad (8)$$

$$\Delta E_v \approx 0.35 \Delta E_g, \quad (9)$$

где ΔE_g – изменение ширины запрещенной зоны полупроводника при переходе через границу ямы.

Ширина запрещенной зоны $Al_xGa_{1-x}As$ является функцией мольной концентрации x алюминия в

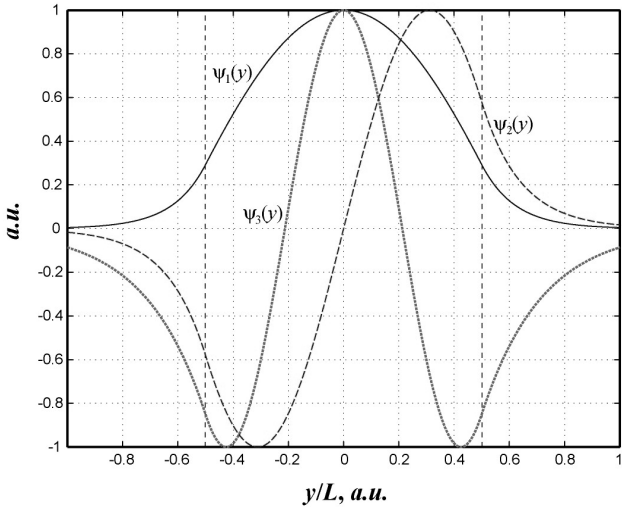


Рисунок 2 – Волновые функции носителей заряда в КЯ ДГС РО лазера

растворе, температуры T полупроводника и может быть представлена в виде [6, 7]:

$$E_g(x,T) = E_{g0}(x) + \frac{\alpha(x) T_0^2}{\beta(x) + T_0} - \frac{\alpha(x) T^2}{\beta(x) + T}, \quad (10)$$

где $E_{g0}(x)$, $\alpha(x)$ и $\beta(x)$ – некоторые функции концентрации, определенные при температуре T_0. При T_0 = 300 K хорошим приближением для этих функций являются выражения [6–8]:

$$\alpha(x) = 5.405 \cdot 10^{-4} - 1.405 \cdot 10^{-4} x, \quad (11)$$

$$\beta(x) = 204\,(1 - x), \quad (12)$$

$$E_{g0}(x) = \begin{cases} 1.422 + 1.283x, & x \le 0.45, \\ 2 + 0.121(x - 0.45) + 0.143(x - 0.45)^2, & x > 0.45, \end{cases} \quad (13)$$

причём $E_{g0}(x)$ имеет смысл ширины запрещенной зоны $Al_xGa_{1-x}As$ (в эВ) при температуре T_0 = 300 K. Отметим, что в [5] для этой функции используется несколько иное выражение:

$$E_{g0}(x) = \begin{cases} 1.424 + 1.247x, & x \le 0.45, \\ 1.9 + 0.125x + 0.143x^2, & x > 0.45, \end{cases} \quad (14)$$

однако разница между формулами (14) и (13) не превышает 0,01%.

В отношении эффективных масс электронов (m_e), легких (m_l) и тяжелых (m_h) дырок (в единицах массы покоя электрона) можно считать [6], что в $Al_xGa_{1-x}As$ они изменяются линейно вместе с абсолютной температурой T (в K) и мольной концентрацией x алюминия в растворе:

$$m_e(x,T) = (0.067 + 0.057x)\frac{T}{300}, \qquad (15)$$

$$m_l(x,T) = (0.074 + 0.186x)\frac{T}{300}, \qquad (16)$$

$$m_h(x,T) = (0.481 + 0.139x)\frac{T}{300}. \qquad (17)$$

Совместно с выражениями (15) – (17) формулы (4) – (13) полностью определяют энергетический спектр носителей заряда в КЯ.

Результаты расчетов, проведенных по этим формулам для ДГС РО лазеров с шириной КЯ, равной 9, 12 и 15 нм, и различным содержанием x алюминия в активной области и в области волновода, представлены в таблицах 1–3 и на рисунках 3–5. Температура T лазерного диода при расчетах предполагалась равной 300 К.

Так как глубина потенциальной ямы для электронов и дырок определяется разностью Δx мольных концентраций алюминия в активной области (x_w) и в области волновода (x_b) (таблица 1), результаты расчетов представлены в зависимости от этой разности $\Delta x = x_b - x_w$.

Таблица 1 – Глубина потенциальной ямы для электронов (DE_c) и дырок (DE_v) в активной области ДГС РО лазера на основе $Al_xGa_{1-x}As$ в зависимости от скачка Dx мольной концентрации алюминия на границах ямы ($x_b < 0.45$)

Δx, отн.ед.	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40
ΔE_c, эВ	0.042	0.083	0.125	0.167	0.209	0.25	0.292	0.334
ΔE_v, эВ	0.022	0.045	0.067	0.090	0.112	0.135	0.157	0.180

Таблица 2 – Значения энергии электронов в КЯ ДГС РО лазера на основе $Al_xGa_{1-x}As$ в зависимости от скачка **Δ**x мольной концентрации алюминия на границах ямы ($x_b < 0.45$)

Δx, отн.ед.	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40
L = 9 нм								
E_1, эВ	0.017	0.023	0.027	0.030	0.032	0.034	0.037	0.039
E_2, эВ	–	0.077	0.097	0.111	0.123	0.133	0.143	0.152
E_3, эВ	–	–	–	–	–	–	0.287	0.315
L = 12 нм								
E_1, эВ	0.012	0.016	0.018	0.019	0.021	0.022	0.024	0.025
E_2, эВ	0.039	0.058	0.068	0.076	0.082	0.088	0.093	0.099
E_3, эВ	–	–	–	0.155	0.174	0.190	0.204	0.217
L = 15 нм								
E_1, эВ	0.009	0.011	0.013	0.014	0.015	0.016	0.016	0.017
E_2, эВ	0.033	0.043	0.050	0.054	0.058	0.062	0.065	0.069
E_3, эВ	–	0.083	0.105	0.117	0.128	0.137	0.145	0.153
E_4, эВ	–	–	–	–	0.207	0.230	0.249	0.266

Таблица 3 – Значения энергии тяжелых (E_h) и легких (E_l) дырок в КЯ ДГС РО лазера на основе $Al_xGa_{1-x}As$ в зависимости от скачка Δx мольной концентрации алюминия на границах ямы ($x_b < 0.45$)

Δx , отн. ед.	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40
L = 9 нм								
E_{h1}, эВ	0.004	0.005	0.006	0.006	0.007	0.007	0.007	0.007
E_{h2}, эВ	0.016	0.021	0.023	0.025	0.026	0.027	0.028	0.029
E_{h3}, эВ	–	0.042	0.049	0.054	0.057	0.060	0.062	0.064
E_{h4}, эВ	–	–	–	–	0.088	0.096	0.102	0.107
E_{h5}, эВ	–	–	–	–	–	–	–	0.156
E_{l1}, эВ	0.010	0.013	0.016	0.018	0.020	0.023	0.025	0.027
E_{l2}, эВ	–	0.044	0.058	0.069	0.079	0.089	0.099	0.110
L = 12 нм								
E_{h1}, эВ	0.003	0.003	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
E_{h2}, эВ	0.011	0.013	0.014	0.015	0.016	0.016	0.017	0.017
E_{h3}, эВ	0.022	0.029	0.032	0.034	0.035	0.037	0.038	0.039
E_{h4}, эВ	–	–	0.055	0.059	0.062	0.065	0.067	0.069
E_{h5}, эВ	–	–	–	0.087	0.094	0.099	0.103	0.106
E_{h6}, эВ	–	–	–	–	–	–	0.134	0.143
E_{l1}, эВ	0.007	0.009	0.011	0.012	0.014	0.015	0.017	0.018
E_{l2}, эВ	0.022	0.034	0.042	0.048	0.054	0.060	0.067	0.074
E_{l3}, эВ	–	–	–	–	0.110	0.127	0.144	0.162
L = 15 нм								
E_{h1}, эВ	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
E_{h2}, эВ	0.008	0.009	0.010	0.010	0.011	0.011	0.011	0.012
E_{h3}, эВ	0.017	0.020	0.022	0.023	0.024	0.025	0.025	0.026
E_{h4}, эВ	–	0.035	0.039	0.041	0.042	0.044	0.045	0.046
E_{h5}, эВ	–	–	0.058	0.063	0.066	0.068	0.070	0.072
E_{h6}, эВ	–	–	–	0.086	0.092	0.097	0.100	0.103
E_{h7}, эВ	–	–	–	–	–	0.127	0.134	0.138
E_{l1}, эВ	0.005	0.007	0.008	0.009	0.010	0.011	0.012	0.013
E_{l2}, эВ	0.019	0.026	0.031	0.035	0.039	0.043	0.048	0.053
E_{l3}, эВ	–	–	0.063	0.075	0.085	0.095	0.106	0.119

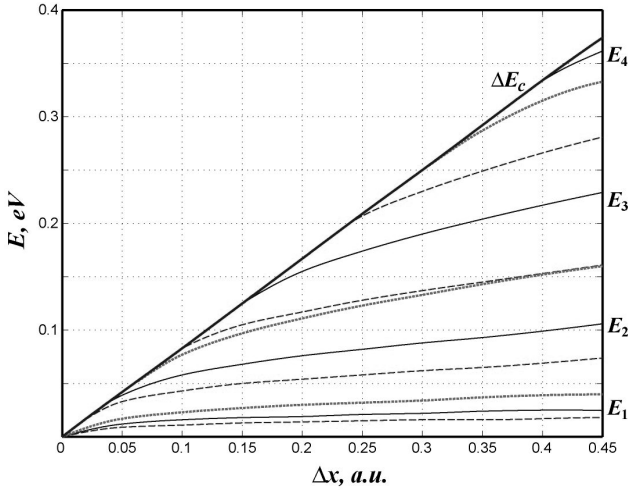


Рисунок 3 – Глубина потенциальной ямы (сплошная жирная кривая) и положение уровней энергии электронов в КЯ ДГС РО лазера на основе $Al_xGa_{1-x}As$. Сплошные кривые – L = 12 нм, пунктир – L = 9 нм, штриховые кривые – L = 15 нм

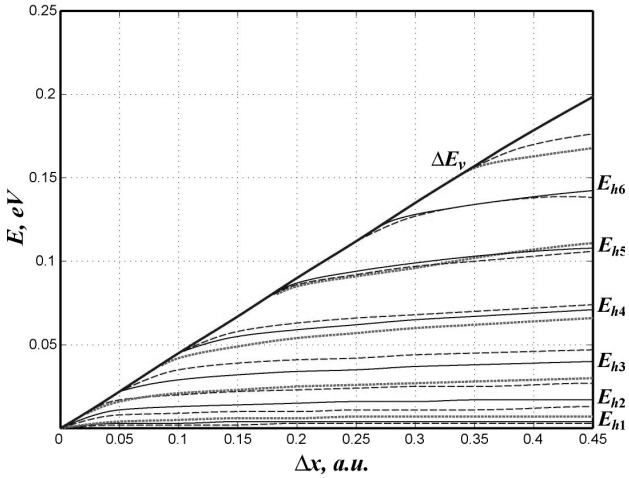


Рисунок 4 – Глубина потенциальной ямы (сплошная жирная кривая) и положение уровней энергии тяжелых дырок в КЯ ДГС РО лазера на основе $Al_xGa_{1-x}As$. Сплошные кривые – L = 12 нм, пунктир – L = 9 нм, штриховые кривые – L = 15 нм

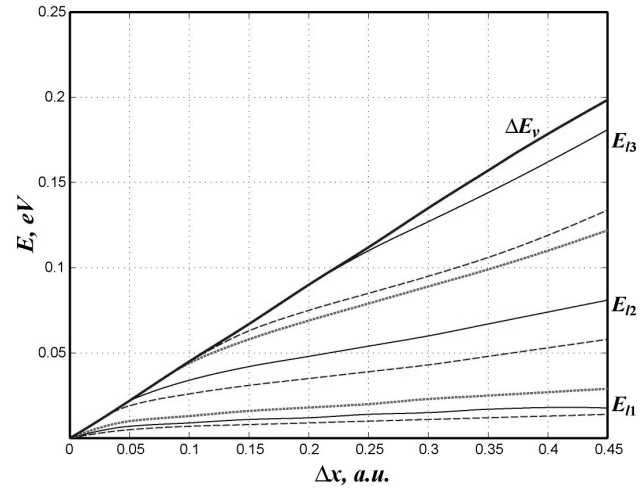


Рисунок 5 – Глубина потенциальной ямы (сплошная жирная кривая) и положение уровней энергии легких дырок в КЯ ДГС РО лазера на основе $Al_xGa_{1-x}As$. Сплошные кривые – L = 12 нм, пунктир – L = 9 нм, штриховые кривые – L = 15 нм

Как показывают полученные результаты, вследствие конечности глубины ямы уровни энергии электронов и дырок в КЯ ДГС РО лазера располагаются ниже соответствующих уровней, рассчитанных для прямоугольной потенциальной ямы с бесконечно высокими стенками. При этом зависимость положения этих уровней от ширины ямы становится более сложной, чем простая обратноквадратичная зависимость $\sim L^{-2}$, справедливая для бесконечно глубокой ямы. Однако, как и в случае бесконечной ямы, приблизительно сохраняется квадратичная зависимость энергии уровней от их номера n: $E_n \approx E_1 n^2$, $E_{ln} \approx E_{l1} n^2$, $E_{hn} \approx E_{h1} n^2$. Причём, как и следовало ожидать, это правило работает тем лучше, чем более глубокой становится яма (см. таблицы 1–3).

3. Длина волны излучения ДГС РО лазера на основе AlGaAs

Спектральные характеристики лазерного излучения определяются разностью энергий между уровнями квантования электронов и дырок в КЯ (таблицы 2 и 3), а также характеристиками резонатора, который используется для усиления излучения. Как правило, при работе лазерных диодов усилению подвергается излучение с максимальной длиной волны λ, которая может быть рассчитана по формуле

$$\lambda = \frac{hc}{E_g^{(w)} + \delta E_g^{(w)} + E_1 + E_{h1}}, \qquad (18)$$

где c – скорость света в вакууме, $E_g^{(w)}$ – ширина запрещенной зоны полупроводника (10) в КЯ: $E_g^{(w)} = E_g(x_w, T)$.

Величина $\delta E_g^{(w)}$ в (18) представляет собой изменение ширины запрещенной зоны AlGaAs, обусловленное легированием полупроводника и увеличением концентрации носителей заряда при высо-

ких уровнях инжекции [9]. Если ток лазерного диода не превышает порогового тока лазерной генерации, это изменение близко к нулю. Однако в случае превышения порога генерации при типичных концентрациях носителей порядка 10^{18} см$^{-3}$ значение $\delta E_g^{(w)}$ в AlGaAs составляет величину порядка $10 \div 30$ meV [9] и должно быть учтено при расчётах длины волны лазерного излучения.

Результаты таких расчётов, произведённых по формулам (4) – (18) для ДГС РО лазеров с шириной КЯ, равной 9, 12 и 15 нм, представлены в таблице 4 и на рисунке 6. При расчётах считалось, что $\delta E_g^{(w)} =$ 16.8 meV, $T = 300$ K. Маркерами на рисунке отмечены длины волн излучения мощных полупроводниковых лазеров [10, 11], выпускаемых в ФГУП НИИ «Полюс» им. М.Ф. Стельмаха (г. Москва).

Как показывает этот рисунок, результаты проведенных расчётов удовлетворительно согласуются с существующими экспериментальными данными [10, 11] и данными компьютерного моделирования [12]. При этом следует отметить, что энергии состояний электронов и дырок E_1 и E_{h1}, которые входят в выражение (18), очень медленно меняются при изменении разности концентраций алюминия Δx в активной и волноводной областях лазерного диода (см. таблицы 2 и 3 и рисунки 3 и 4; графики зависимостей E_1 и E_{h1} от Δx практически параллельны оси абсцисс).

Таким образом, длина волны излучения ДГС РО лазера на основе AlGaAs практически не зависит от концентрации алюминия в области волновода и определяется в основном его концентрацией x_w в активной области (КЯ), а также шириной L этой области.

Зависимости $\lambda(L)$, рассчитанные по формулам (4) – (18) для лазеров с концентрацией алюминия в активной области, равной 0.02, 0.08 и 0.15, представлены в таблице 5 и на рисунке 7. $\delta E_g^{(w)} = 16.8$ meV, $T = 300$ K. С ростом температуры T длина волны λ увеличивается.

Таблица 4 – Длина волны λ одномодового ДГС РО лазера на основе $Al_xGa_{1-x}As$ в зависимости от мольной концентрации x_w алюминия в активной области

x_w, отн. ед.	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35
L = 9 нм								
λ, нм	854.20	819.28	787.15	757.52	730.17	704.93	681.76	660.96
L = 12 нм								
λ, нм	864.16	827.93	794.63	763.93	735.59	709.38	685.19	663.12
L = 15 нм								
λ, нм	869.62	832.68	798.75	767.5	738.63	711.92	687.21	664.49

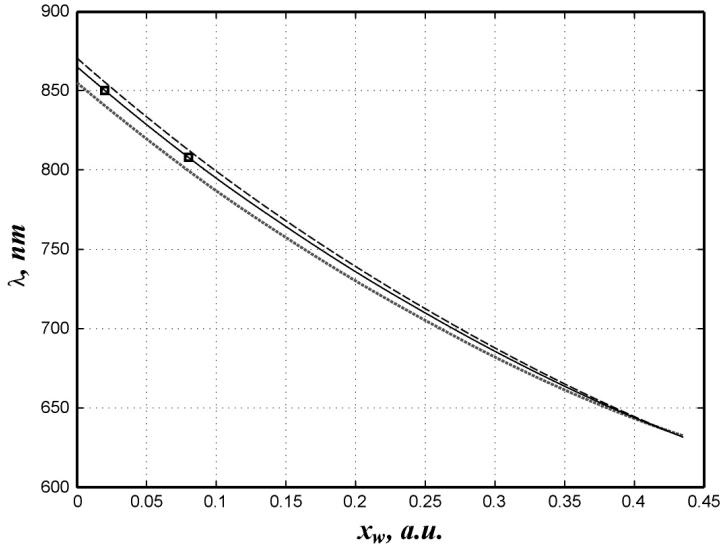


Рисунок 6 – Длина волны одномодового ДГС РО лазера на основе $Al_xGa_{1-x}As$ в зависимости от мольной концентрации x_w алюминия в КЯ (T = 300 K). Сплошная кривая – L = 12 нм, пунктир – L = 9 нм, штриховая кривая – L = 15 нм. Маркерами отмечены длины волн лазеров, выпускаемых ФГУП НИИ «Полюс».

Таблица 5 – Длина волны l одномодового ДГС РО лазера на основе $Al_xGa_{1-x}As$ в зависимости от ширины L активной области

L, нм	3	6	9	12	15	18	21	24
$x_w = 0.02$								
λ, нм	775.96	822.41	840.85	849.76	854.70	857.72	859.69	861.05
$x_w = 0.08$								
λ, нм	748.96	785.75	800.79	808.16	812.28	814.8	816.46	817.60
$x_w = 0.15$								
λ, нм	721.32	747.51	758.89	764.62	767.88	769.90	771.24	772.17

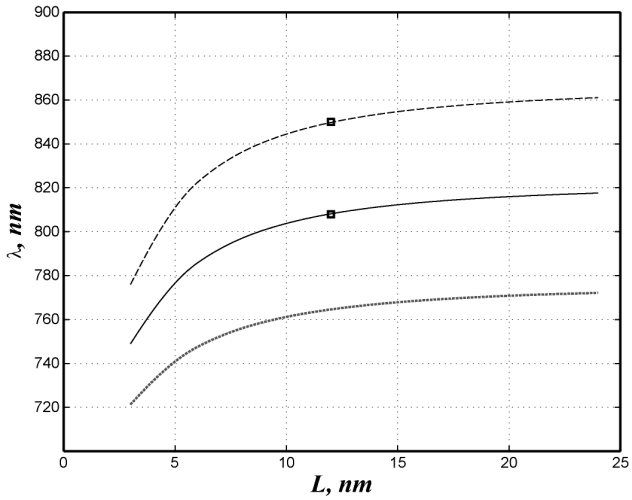


Рисунок 7 – Длина волны одномодового ДГС РО лазера на основе $Al_xGa_{1-x}As$ в зависимости от ширины L активной области (T = 300 K). Сплошная кривая – x_w = 0.08, штриховая кривая – x_w = 0.02, пунктир – x_w = 0.15. Маркерами отмечены длины волн лазеров, выпускаемых ФГУП НИИ «Полюс»

Из рисунка 7 видно, что, начиная с L порядка $20 \div 25$ нм, кривые $\lambda(L)$ выходят на насыщение, и длина волны λ практически не меняется с ростом ширины активной области L. Это связано с тем, что в достаточно широких КЯ уровни квантования электронов и дырок E_1 и E_{h1} располагаются так близко ко дну ямы, что их смещение, обусловленное увеличением L, практически не изменяет знаменателя формулы (18). Уровней квантования в яме в этом случае становится много ($n >> 1$), энергетический спектр носителей заряда становится квазинепрерывным, а длина волны лазерного излучения стремится к предельному значению

$$\lambda_c = \frac{hc}{E_g^{(w)} + \delta E_g^{(w)}} \qquad (19)$$

и определяется исключительно концентрацией алюминия в активной области.

Оценить ширину активной области L_c, при которой это происходит, можно из выражения

$$L_c = \frac{\pi\hbar}{\sqrt{2m_e(x_w, T)\,\delta E_g^{(w)}}}, \qquad (20)$$

полученного нами, исходя из приближения бесконечно глубокой потенциальной ямы.

4. Заключение

Как показывают полученные результаты, характер поведения носителей заряда в активной области ДГС РО лазеров на основе AlGaAs является квантовым при ширине активной области $L < L_c$, где L_c – некоторая характерная ширина этой области (20), зависящая от концентрации алюминия, температуры и уровня инжекции неравновесных носителей заряда в условиях лазерной генерации. Таким образом, при $L < L_c$ активная область таких лазеров является квантоворазмерной и с точки зрения носителей заряда представляет собой квантовую яму (КЯ), глубина которой зависит от разности Δx мольных концентраций алюминия в активной и волноводной областях лазерного диода.

При заданной ширине L КЯ глубина ямы, а с ней и число квантовых состояний электронов и дырок в активной области ДГС РО лазера растет вместе с разностью Δx концентрации алюминия (рисунки 3–5). При этом, как и в случае бесконечно глубокой ямы, приблизительно сохраняется квадратичная зависимость энергии этих состояний от их номера (таблицы 2 и 3). Однако зависимость этой энергии от ширины ямы становится более сложной, чем в яме с бесконечно высокими стенками.

Конкретные значения энергии состояний электронов и дырок в квантоворазмерной активной области ДГС РО лазеров на основе AlGaAs могут быть рассчитаны аналитически на основе математической модели (4) – (17). При этом длина волны лазерного излучения (18) определяется наименьшими значениями этой энергии E_1 и E_{h1}, а также шириной запрещенной зоны AlGaAs (10) в КЯ.

Как показывают произведённые нами расчеты, энергии E_1 и E_{h1} и слабо меняются при изменении разности концентраций алюминия Δx в активной и волноводной областях лазерных диодов (см. таблицы 2 и 3 и рисунки 3 и 4). Вследствие этого длина волны лазерного излучения (18) практически не зависит от концентрации алюминия в области волновода и определяется главным образом его концентрацией в активной области лазерных диодов. С ростом этой концентрации длина волны излучения лазеров уменьшается (рисунок 6).

Полученные результаты являются важными с точки зрения практического производства ДГС РО лазеров на основе твердых растворов $Al_xGa_{1-x}As$ и могут быть использованы для оптимизации конструкции этих лазеров с целью повышения эффективности преобразования электрической энергии в энергию когерентного лазерного излучения.

Работа выполнена в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» (ГК № П2514).

Библиографический список

1. Alferov Zh.I. The Double Heterostructure Concept and Its Applications in Physics, Electronics, and Technology [Текст] / Zh.I. Alferov // Rev. Mod. Phys. – 2001. – V. 73. – No 3. – P. 767–782.
2. Елисеев П.Г. Полупроводниковые лазеры – от гомопереходов до квантовых точек [Текст] / П.Г. Елисеев // Квантовая электроника. – 2002. – Т. 32. – С. 1085–1098.
3. Coldren L.A., Corzine S.W. Diode Lasers and Photonic Integrated Circuits [Текст] / L.A. Coldren, S.W. Corzine. – Wiley Series, 1995.
4. Chow W.W., Koch S.W. Semiconductor-Laser Fundamentals. Physics of the Gain Materials [Текст] / W.W. Chow, S.W. Koch. – Springer-Verlag, 1999.
5. Electro-Optics Handbook [Текст] / R.W. Waynant, M.N. Ediger, Ed's. – N.Y.: McGraw-Hill Inc., 2000. – P. 6.7.
6. Sentaurus TCAD User Guide [Электронный ресурс]. – Synopsys, 2005. Режим доступа: http://www.synopsys.com/Tools/TCAD/Pages/default.aspx – 6k, свободный. – Загл. с экрана.
7. Vurgaftman I., Meyer J.R., Ram-Mohan L.R. Band Parameters for III–V Compound Semiconductors and Their Alloys [Текст] / I. Vurgaftman, J.R. Meyer, L.R. Ram-Mohan // J. Appl. Phys. – 2001. – V. 89. – No. 11. – P. 5815–5875.
8. Singh J. Electronic and Optoelectronic Properties of Semiconductor Structures [Текст] / J. Singh. – Cambridge University Press, 2003.
9. Bennett B.R., Soref R.A., Del Alamo J.A. Carrier-Induced Change in Refractive Index of InP, GaAs, and InGaAsP [Текст] / B.R. Bennett, R.A. Soref, J.A. Del Alamo // IEEE. J. Quantum Electronics. – 1990. – V. 26. – No 1. – P. 113–122.
10. Андреев А.Ю., Лешко А.Ю., Лютецкий А.В., Мармалюк А.А., Налет Т.А., Падалица А.А., Пихтин Н.А., Сабитов Д.Р., Симаков В.А., Слипченко С.О., Хомылев М.А., Тарасов И.С. Мощные лазеры (l = 808 – 850 нм) на основе асимметричной гетероструктуры раздельного ограничения [Текст] / А.Ю. Андреев, А.Ю. Лешко, А.В. Лютецкий, А.А. Мармалюк, Т.А. Налет, А.А. Падалица, Н.А. Пихтин, Д.Р. Сабитов, В.А. Симаков, С.О. Слипченко, М.А. Хомылев, И.С. Тарасов // ФТП. – 2006. – Т. 40. – Вып. 5. – С. 628–632.
11. Андреев А.Ю., Зорина С.А., Лешко А.Ю., Лютецкий А.В., Мармалюк А.А., Мурашева А.В., Налет Т.А., Падалица А.А., Пихтин Н.А., Сабитов Д.Р., Симаков В.А., Слипченко С.О., Телегин К.Ю., Шамахов В.В., Тарасов И.С. Мощные лазеры (l = 808 нм) на основе гетероструктур раздельного ограничения AlGaAs/GaAs [Текст] / А.Ю. Андреев, С.А. Зорина, А.Ю. Лешко, А.В. Лютецкий, А.А. Мармалюк, А.В. Мурашева, Т.А. Налет, А.А. Падалица, Н.А. Пихтин, Д.Р. Сабитов, В.А. Симаков, С.О. Слипченко, К.Ю. Телегин, В.В. Шамахов, И.С. Тарасов // ФТП. – 2009. – Т. 43. – Вып. 4. – С. 543–547.
12. Матюхин С.И., Козил З.Ж., Ромашин С.Н. Спектральные характеристики полупроводниковых AlGaAs лазеров с двойной гетероструктурой и раздельным ограничением [Текст] / С.И. Матюхин, З.Ж. Козил, С.Н. Ромашин // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2010. – № 6 (284). – С. 20–27.

S.I. MATYUKHIN, Z. KOZIOL, G.R. MAGOMEDOV, D.O. MALYI, S.N. ROMASHYN

WAVELENGTH OF A SCH LASER BASED ON ALGAAS/GAAS HETEROSTRUCTURE WITH QUANTUM WELL ACTIVE REGION

The mathematical model for analytical calculations of the radiation wavelength of a AlGaAs semiconductor laser with separate confinement heterostructure (SCH) and quantum well active region is presented. Influence of the aluminium mole concentration in active and waveguide regions on the energy spectrum of carriers and spectral characteristics of the laser radiation is investigated. It's shown, that the radiation wavelength is not depended practically on the aluminium concentration in the waveguide but it's defined by the aluminium concentration in the active region and the active region width.

Key words: ***mathematical model; semiconductor laser; double heterostructure; separate confinement; single quantum well; spectral characteristics.***

***Т.А. ПАВЛОВА**, кандидат технических наук,*
доцент кафедры математики
Орловского государственного аграрного университета
Тел. 8 910 3054428; pavlova_tatyana-@mail.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ В ТРУБКАХ С ПЕРЕМЕННЫМ ПОПЕРЕЧНЫМ СЕЧЕНИЕМ

Предложено решение уравнения Вебстера в общем виде с применением асимптотического метода интегрирования дифференциальных уравнений. Предложенный алгоритм решения поставленной задачи перспективен для прикладных задач и обладает достаточно высокой степенью точности. Получена формула для вычисления акустического импеданса во входном отверстии трубки в условиях импеданса выходного отверстия. Рассмотрен пример вычисления акустического импеданса для линейно расширяющихся и сужающихся трубок. Полученные данные могут быть использованы на стадии проектирования фильтров высокой проходимости.

Ключевые слова: ***акустический импеданс, нормализованный акустический импеданс, асимптотическое решение, уравнение Вебстера.***

Понятие сопротивления введено в акустику Вебстером в 1919 году вследствие успешного применения этого понятия при аналитическом исследовании электрических цепей [1]. Использование соответствующей величины в акустике дает возможность определить реакцию воздуха на колеблющуюся систему.

Большое значение в акустике имеют акустическое, удельное и механическое сопротивления. Понятие импеданса акустического важно при рассмотрении распространения звука в трубках переменного сечения, рупорах и подобных системах или при рассмотрении акустических свойств излучателей и приемников звука, их диффузоров, мембран и т.п. [2]. Для излучающих систем от импеданса акустического зависят мощность излучения и условия согласования со средой.

Импеданс акустический имеет широкий спектр применения, например в медицине при изучении акустических свойств органов слуха и речи, а также при создании аппаратов, корригирующих их функции. С помощью акустического импеданса получают данные об акустических свойствах околоскважинного пространства [3]. Кроме того, существуют исследования [3], основанные на понятии импеданса, которые проводятся при сборке автомобильных муфт сцепления: проверка на предмет целостности границ в диске сцепления; пластмассовая облицовка металлических труб и емкостей; пластмассовое покрытие стекла; резиновое покрытие металлических цилиндров.

В работе [4] предложена модель речевого сигнала в виде импульса АМ колебания с несколькими несущими частотами на основе физических явлений процесса речеобразования, предназначенная для повышения эффективности обработки речевых сигналов. В основе данной модели лежит анализ уравнения Вебстера. Задача о нахождении собственных частот резонатора в аналитическом виде не была представлена.

© Т.А. Павлова

Таким образом, актуальным направлением в акустике является изучение сопротивления, вызванного распространением волны в трубках с переменным поперечным сечением. Математически это явление можно описать с помощью уравнения Вебстера [9]:

$$\frac{\partial^2 P}{\partial x^2}+\frac{dP}{dx}\frac{d}{dx}\ln S-\frac{1}{c^2}\frac{\partial^2 P}{\partial t^2}=0,$$

где $P=P(x)$ – звуковое давление,

$S=S(x)$ – медленно изменяющаяся площадь поперечного сечения трубки;

k – волновое число, определяемое как (щ/с);

t – время;

c – скорость звука.

Существует два подхода к решению этого уравнения:

- рассмотрение электронного аналога;
- решение дифференциального уравнения.

Решение уравнения возможно для трубок, у которых поперечное сечение изменяется по показательному, коническому, параболическому, катеноидному и синусному законам. Однако во многих случаях найти аналитическое решение не представляется возможным. В работах [5–9] предложено решение уравнения Вебстера для излучателя, имеющего форму, изменяющуюся по косинусному закону, с помощью ВКБ приближения.

В данной работе предлагается решение уравнения Вебстера в общем виде с применением асимптотического метода интегрирования дифференциальных уравнений, предложенного профессором В.А. Гордоном [11].

Уравнение Вебстера имеет вид [5]

$$\frac{d^2P}{dx^2}+\frac{1}{S(x)}\frac{dS}{dx}\frac{dP}{dx}+k^2P(x)=0. \qquad (1)$$

Введем безразмерные параметры:

$$\xi=\frac{x}{l},\ \overline{P}=\frac{P}{P_0},\ \overline{S}=\frac{S}{S_0}, \qquad (2)$$

где l = πh – длина горна;

$P_0=P(0)$ – давление в начале трубки;

$S_0=S(0)$ – площадь поперечного сечения в начале трубки.

После подстановки (2) в (1) получим уравнение

$$\frac{d^2\overline{P}}{d\xi^2}+q(\xi)\frac{d\overline{P}}{d\xi}+\overline{k}^2\overline{P}=0, \qquad (3)$$

где $q(\xi)=\frac{1}{\overline{S}}\frac{d\overline{S}}{d\xi},\ \overline{k}^2=k^2l^2.$

Преобразуем уравнение (3) с помощью подстановки

$$\overline{P}=y(\xi)e^{-\frac{1}{2}\int_0^{\xi}qd\eta}=\frac{y(\xi)}{\sqrt{\overline{S}(\xi)}}, \qquad (4)$$

получим $$y''+h(\xi)y=0, \qquad (5)$$

где $$h(\xi)=\overline{k}^2-\frac{\overline{S}''}{2\overline{S}}+\frac{1}{4}\left(\frac{\overline{S}'}{\overline{S}}\right)^2.$$

Решение для уравнения (5) найдено в работе [10, 11]:

$$\begin{aligned} y&=\gamma_1 y_0'\left(-f_1-\Delta_1+f_2+\Delta_2\right)+y_0\left(\gamma_2 f_1+\gamma_2\Delta_1+\gamma_3 f_2+\gamma_3\Delta_2\right),\\ y'&=\gamma_1 y_0'\left(-f_1'-\Delta_1'+f_2'+\Delta_2'\right)+y_0\left(\gamma_2 f_1'+\gamma_2\Delta_1'+\gamma_3 f_2'+\gamma_3\Delta_2'\right), \end{aligned} \qquad (7)$$

где $$\gamma_1=-\frac{i}{2h^{1/4}(0)},\quad \gamma_2=\frac{h^{1/2}(0)-\frac{i}{4}\frac{h'(0)}{h(0)}}{2h^{1/4}(0)},\quad \gamma_3=\frac{h^{1/2}(0)+\frac{i}{4}\frac{h'(0)}{h(0)}}{2h^{1/4}(0)},$$

$$y_0=y(0),\ y_0'=y'(0),\ f_j=h^{-1/4}e^{\varepsilon_j\omega(\xi,0)},\quad \varepsilon_j=\pm i,\ \omega(\xi,0)=\int_0^{\xi}\sqrt{h(\eta)}d\eta,$$

$$\Delta_j = \int_0^{\xi} H(\xi,z)\Psi_j(z)dz, \quad \Delta_j{}' = \int_0^{\xi} \frac{\partial H(\xi,z)}{\partial \xi}\Psi_j(z)dz\,,\ H(\xi,z) = i\left(\frac{f_1(\xi)}{f_1(z)} - \frac{f_2(\xi)}{f_2(z)}\right)$$

$$\Psi_j(\xi) = \tilde{q}(\xi)f_j(\xi) + \sum_{n=1}^{\infty}\int_0^{\xi} P^n(\xi,z)\tilde{g}(z)f_j(z)dz$$

$$g(\xi) = \frac{1}{4}\frac{h''}{h} - \frac{5}{16}\left(\frac{h'}{h}\right)^2,\ \tilde{g}(\xi) = \frac{g(\xi)}{2h^{1/2}(\xi)},\ P(\xi,z) = H(\xi,z)\tilde{g}(z).$$

При этом собственные частоты вычисляются по формуле [10]

$$k_n = \frac{(2n-1)\pi}{2}\left(\frac{1}{\int_0^1\sqrt{m(\xi)d\xi}} - \frac{4}{(2n-1)^2\pi^2}\left(\frac{1}{2\sqrt{m(1)}}\left(q(1)+\frac{1}{2}\frac{m'(1)}{m(1)}\right)+\int_0^1 nd\xi\right)\right),$$

где $$n = 1,2,3,\ldots,\quad m = 1 - \frac{1}{\bar{k}^2}\frac{\bar{S}''}{2\bar{S}} + \frac{1}{4\bar{k}^2}\left(\frac{\bar{S}'}{\bar{S}}\right)^2.$$

Акустическое сопротивление (импеданс) Z_s численно равно отношению звукового давления P в звуковом канале к объемной скорости U, вызываемой давлением [1]:

$$Z_s = \frac{P}{U}, \qquad (8)$$

где P – звуковое давление в барах;

U – линейная скорость в см/сек;

S – площадь в см^2, для которой определяется сопротивление;

$U = Su$ – объемная скорость в см^3/сек.

Такое определение используют при исследовании распространения звуковой волны в трубе с переменным поперечным сечением, в которой поперечные размеры малы по сравнению с длиной волны. В этом случае сопротивление остается постоянным, так как давление вдоль канала не меняется, а колебательная скорость изменяется обратно пропорционально площади поперечного сечения. В связи с этим акустический импеданс является важным параметром, используемым для дизайна горна.

Нормализованный акустический импеданс определяется как

$$Z_n = \frac{Z_s}{\rho_0 c}, \qquad (9)$$

где c – скорость распространения волны.

Скорость частиц U из одномерного уравнением Эйлера для статического решения

$$U = -\frac{1}{i\bar{k}\rho_0 c}\frac{dP}{dx}. \qquad (10)$$

Переходя к безразмерным величинам и учитывая соотношение (4), получим

$$Z_s = -2i\bar{k}\rho_0 c\frac{yS}{2S\frac{dy}{d\xi} - y\frac{dS}{d\xi}}.$$

В результате получим нормализованный импеданс в виде:

$$Z_n = 2i\bar{k}\frac{yS}{y\frac{dS}{d\xi} - 2S\frac{dy}{d\xi}}. \qquad (11)$$

Обозначим при ζ=0 нормализованный импеданс через Z_1, а при ζ=1 через Z_2. Тогда

$$Z_1 = 2i\bar{k}\frac{y(0)\bar{S}(0)}{y(0)\bar{S}'(0) - 2\bar{S}(0)y'(0)} = 2i\bar{k}\frac{\bar{S}(0) + \frac{C_2}{C_1}\bar{S}(0)}{\left(\bar{S}'(0) - 2\bar{S}(0)\eta(0)\right) + \frac{C_2}{C_1}\left(\bar{S}'(0) - 2\bar{S}(0)\eta^*(0)\right)},$$

$$Z_2 = 2i\bar{k}\frac{y(1)\bar{S}(1)}{y(1)\bar{S}'(1) - 2\bar{S}(1)y'(1)} =$$

$$= 2i\bar{k}\frac{\bar{S}(1)(f_1(1)+\Delta_1(1)) + \frac{C_2}{C_1}\bar{S}(1)(f_2(1)+\Delta_2(1))}{\left(\bar{S}'(1)(f_1(1)+\Delta_1(1)) - 2\bar{S}(1)\left(f_1'(1)+\Delta_1'(1)\right)\right) + \frac{C_2}{C_1}\left(\bar{S}'(1)(f_2(1)+\Delta_2(1)) - 2\bar{S}(1)(f_2'(1)+\Delta_2'(1))\right)}$$

где $\eta(\xi) = -\frac{h'}{4h} + ih^{\frac{1}{2}}$, $\eta^*(\xi) = -\frac{h'}{4h} - ih^{\frac{1}{2}}$.

Каждое из уравнений разрешим относительно $\frac{C_2}{C_1}$, получим:

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{2i\bar{k}\bar{S}(0) - Z_1 A}{Z_1 B - 2i\bar{k}\bar{S}(0)}, \quad \frac{C_2}{C_1} = \frac{2i\bar{k}\bar{S}(1)C - Z_2 D}{Z_2 E - 2i\bar{k}\bar{S}(1)F}, \tag{12}$$

где $A = \bar{S}'(0) - 2\bar{S}(0)\eta(0)$, $B = \bar{S}'(0) - 2\bar{S}(0)\eta^*(0)$

$$C = f_1(1) + \Delta_1(1), \quad D = \bar{S}'(1)(f_1(1)+\Delta_1(1)) - 2\bar{S}(1)\left(f_1'(1)+\Delta_1'(1)\right),$$

$$E = \bar{S}'(1)(f_2(1)+\Delta_2(1)) - 2\bar{S}(1)(f_2'(1)+\Delta_2'(1)), \quad F = f_2(1)+\Delta_2(1).$$

Приравнивая правые части уравнений (12) и выражая Z_1, имеем

$$Z_1 = \frac{4\bar{k}^2\bar{S}(0)\bar{S}(1)(C-F) + Z_2 2i\bar{k}\bar{S}(0)(D-E)}{2i\bar{k}\bar{S}(1)(AF-CB) + Z_2(BD-AE)}. \tag{13}$$

Уравнение (13) дает решение в замкнутой форме для вычисления приближенного импеданса во входном отверстии трубки в условиях импеданса в выходном отверстии Z_2.

Обычно принимают импеданс Z_2 как импеданс поршня в бесконечном отражении (отражательная перегородка бесконечно удалена), который задают уравнением [5]

$$Z_p = \rho c\left[1 - \frac{J_1(2\bar{k}r(1))}{\bar{k}r(1)} + \frac{H_1(2\bar{k}r(1))}{\bar{k}r(1)}\right], \tag{14}$$

где $r(1)$ – радиус выходного отверстия, $J_1(x)$ – Бесселева функция первого порядка и $H_1(x)$ – функция Струве первого порядка.

Пусть трубка имеет круглое поперечное сечение, тогда

$$S = \pi r^2(x),$$

где $r = r(x)$ – радиус трубки в некоторой точке x. При $x=0$

$$S_0 = S(0) = \pi r^2(0) = \pi r_0^2.$$

Переходим к безразмерным величинам:

$$\bar{S} = \frac{S}{S_0} = \left(\frac{r}{r_0}\right)^2 = \bar{r}^2.$$

Будем считать, что радиус трубки меняется линейно (рис. 1), т.е.

$$r(x) = r_0 + \alpha\frac{x}{l}.$$

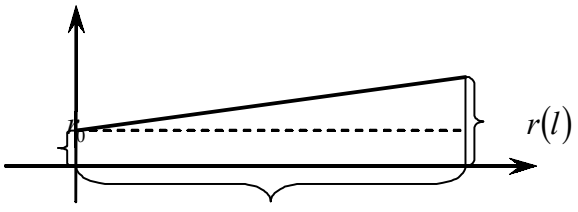


Рис. 1. Трубка линейной формы.

Рассмотрим случаи:

1. В трубке радиус не меняется. Тогда $r_0 = r(1)$

$$\alpha = 0,\ \bar{r} = 1,\ \bar{S} = 1,\ k_n = \frac{(2n-1)\pi}{2}.$$

Подставляя данные выражения в уравнение (13), получим

$$Z_1 = \frac{\left(e^{2i\bar{k}} - 1\right) + Z_2\left(e^{2i\bar{k}} + 1\right)}{\left(e^{2i\bar{k}} + 1\right) + Z_2\left(e^{2i\bar{k}} - 1\right)}.$$

2. Радиус поперечного сечения на конце трубки в 2 раза больше, чем в начале $r_0 = \frac{1}{2} r(l)$

$$\alpha = r^0\ \bar{r} = 1 + \xi\ ,\ \ \bar{S} = (1+\xi)^2\ ,\ \ k_n = \frac{(2n-1)\pi}{2}\left(1 - \frac{2}{(2n-1)^2\pi^2}\right),$$

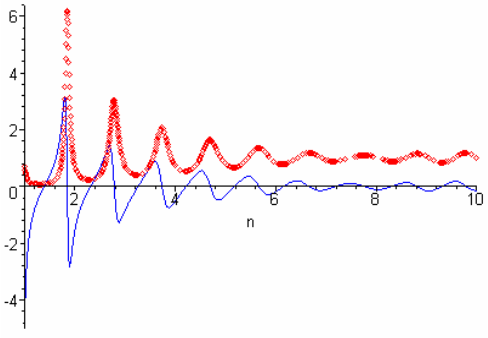
$$Z_1 = \frac{\left(e^{2i\bar{k}} - 1\right) + Z_2\left(e^{2i\bar{k}} + 1\right)}{\frac{i}{\bar{k}}\left(e^{2i\bar{k}} - 1\right) + \left(e^{2i\bar{k}} + 1\right) + \frac{Z_2}{2}\left(\left(2 + \frac{1}{\bar{k}^2}\right)\left(e^{2i\bar{k}} - 1\right) - \frac{i}{\bar{k}}\left(e^{2i\bar{k}} + 1\right)\right)}.$$

3. Радиус поперечного сечения на конце трубки в 2 раза меньше, чем в начале $r_0 = 2r(l)$

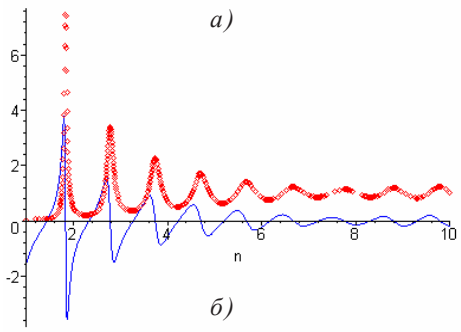
$$\alpha = -\frac{r_0}{2}\ ,\ \ \bar{r} = 1 - 0{,}5\xi\ ,\ \ \bar{S} = (1 - 0{,}5\xi)^2\ ,\ \ k_n = \frac{(2n-1)\pi}{2}\left(1 + \frac{4}{(2n-1)^2\pi^2}\right),$$

$$Z_1 = \frac{2\left(\left(e^{2i\bar{k}} - 1\right) + Z_2\left(e^{2i\bar{k}} + 1 - \frac{i}{\bar{k}}\right)\right)}{\frac{i}{\bar{k}}\left(e^{2i\bar{k}} - 1\right) + 2\left(e^{2i\bar{k}} + 1\right) + Z_2\left(\left(2 + \frac{1}{\bar{k}^2}\right)\left(e^{2i\bar{k}} - 1\right) - \frac{i}{\bar{k}}\left(e^{2i\bar{k}} + 1\right)\right)}.$$

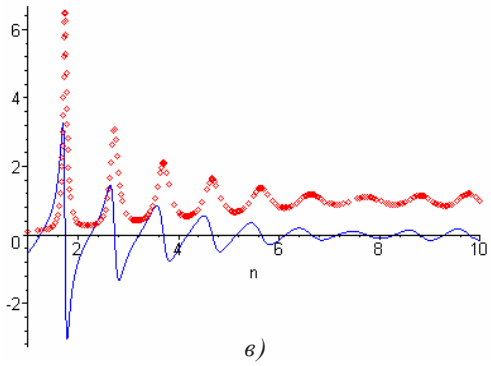
На рис. 2 (а, б, в) представлены графики акустического импеданса для случаев 1–3 соответственно.



а)



б)



в)

Рис. 2. Акустический импеданс во входном отверстии трубки (сплошной линией показана действительная часть, точками – мнимая).

Из графиков видно, что действительная часть акустического импеданса для рассмотренных трубок стремится к единице, а мнимая – к нулю. Данные результаты подтверждаются ранее полученными [5]. Новизна заключается в том, что результаты расчетов получены на базе математической модели, показывают новые количественные и качественные эффекты влияния попереч-

ного сечения канала на акустический импеданс.

Подобного рода излучатели могут быть использованы как трансформаторы импеданса, а также как соединители двух труб различного сечения. Эти данные могут быть использованы на стадии проектирования фильтра высокой проходимости. Кроме того, предложенная модель может быть полезна при разработках теории звукопоглощающей конструкции, которая позволяет на основе волновых параметров исходного материала вычислять волновые параметры и импеданс модифицированной конструкции.

Библиографический список

1. Беранек Л. Акустические измерения / Л. Беранек. – М.: Изд-во иностранной литературы, 1952. – 626 с.
2. Яндекс словари, Русаков И.Г. / http://slovari.yandex.ru/dict/bse/article/00029/34100.htm
3. Тихонов А.А. Изучение строения околоскважинного пространства по данным ВСП: Дис. ... канд. физ.-мат. наук: 25.00.10 / Тихонов Анатолий Анатольевич. – Москва, 2005. – 145 с.
4. Голубинский А.Н. К вопросу о физической интерпретации модели речевого сигнала в виде импульса АМ колебания с несколькими несущими частотами // Вестник Воронежского института МВД России №22008, http://www.vimvd.ru/scientificwork/bulletin/2_2008/2_2008(3).pdf
5. Jorge Arenas, Malcolm J. Crocker Approximate acoustic impedance for a cosine-shaped horn. // Sixth international congress on sound and vibration, 5-8 July 1999, Copenhagen, Denmark
6. Jorge Arenas, Malcolm J. Crocker Approximate results of acoustic impedance for a cosine-shaped horn. // Journal of Sound and Vibration (2001)? 369-378/ doi: 10.1006/jsvi.200.3062, available online at http://www.idealibrary/com on IDEAL
7. Jorge Arenas, Malcolm J. Crocker. Asymptotic solution for the acoustic wave propagation in a duct with varying cross-section. // Seventh international congress on sound and vibration, 4–7- July 2000, Garmisch-Partenkirchen, Germany
8. Jorge Arenas, Malcolm J. Crocker. A note on a WKB application to a Duct of Varying Cross-Section // Applied Mathematics Letters 14 (2001) 667-671, www.elsevier.nl/locate/aml
9. http://acoustic.dubinushka.ru/docs/nonlinear_acoustics.pdf
10. Гордон В.А. Метод решения задач механики неоднородных тел [Текст] / В.А. Гордон, В.С. Шоркин, М.И. Борзенков. – Орел: ОрелГТУ, 2005. – 161 с. ISBN 5-93932-098-8.
11. Минаева Е.Д. Продольные колебания неоднородного стержня [Текст] / Е.Д. Минаева // Механика неоднородных деформируемых тел: методы, модели, решения: Материалы II международной научно-технической конференции (5–8 октября 2005 г., Севастополь). – Изд-во ОрелГТУ. – С. 121–130.

T.A. PAVLOVA

MODELING OF ACOUSTIC RESISTANCE IN TUBES WITH VARIABLE CROSS-SECTION

The decision of equation Vebster's in a general view with application asymptotic a method of integration of the differential equations is offered. The offered algorithm of the decision of a task in view is perspective for applied problems and possesses enough high degree of accuracy. The formula for calculation of an acoustic impedance in an entrance aperture of a tube in the conditions of an exhaust outlet impedance is received. The example of calculation of an acoustic impedance for linearly extending and narrowed tubes is considered. The obtained data can be used on a design stage of filters of high passableness.

Key words: ***the acoustic impedance, the normalized acoustic impedance, asymptotic the decision, equation Vebster's.***

Ю.С. ФЕДЯЕВ, *кандидат физико-математических наук, доцент кафедры теоретической физики и математического моделирования Орловского государственного университета*
Тел. 89192015354; fedyaevys@gmail.com

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭВОЛЮЦИИ ГРАНИЦЫ РАЗДЕЛА ЖИДКОСТЕЙ РАЗЛИЧНЫХ ВЯЗКОСТЕЙ И ПЛОТНОСТЕЙ В ОДНОРОДНОМ АНИЗОТРОПНОМ СЛОЕ ПОРИСТОЙ СРЕДЫ*

Исследуется плоскопараллельная задача эволюции границы раздела жидкостей различных вязкостей и плотностей в однородном анизотропном слое пористой среды. Решение задачи приводит к системе интегрального и дифференциального уравнений. Предложен численный алгоритм решения этих уравнений на основе метода дискретных особенностей. Исследована эволюция границы раздела жидкостей различных плотностей к эксплуатационной скважине.

Ключевые слова: ***математическое моделирование, плоскопараллельная фильтрация, модель «поршневого» вытеснения, анизотропная пористая среда.***

1. Постановка задачи на физической плоскости

Плоскопараллельную стационарную фильтрацию несжимаемой жидкости в недеформируемом однородном анизотропном слое пористой среды (грунте) постоянной толщины $H = 1$ с тензором проницаемости $K = (K_{ij})$, $i, j = 1, 2$ описывают обобщённый потенциал φ и функция тока ψ. Они зависят от декартовых координат x, y, времени t (t – параметр) и удовлетворяют всюду в области фильтрации D (за исключением особых точек течения) системе уравнений [1]:

$$K_{11}\frac{\partial\varphi}{\partial x} + K_{12}\frac{\partial\varphi}{\partial y} = \frac{\partial\psi}{\partial y}, \quad K_{21}\frac{\partial\varphi}{\partial x} + K_{22}\frac{\partial\varphi}{\partial y} = -\frac{\partial\psi}{\partial x}. \tag{1.1}$$

Здесь $\varphi = -(p + \rho\Pi)/\mu$ (p – давление, μ – динамическая вязкость жидкости, ρ – плотность жидкости, Π – потенциал массовой силы). Компоненты тензора проницаемости слоя K_{ij}, $i, j = 1, 2$ – постоянные величины.

Уравнения (1.1) записаны в безразмерном виде. Система уравнений (1.1) относится к эллиптическому типу, если компоненты тензора проницаемости удовлетворяют условиям

$$K_{11} > 0, \quad |K_s| = K_{11}K_{22} - \left(\frac{K_{12} + K_{21}}{2}\right)^2 > 0, \tag{1.2}$$

где $|K_s|$ – определитель симметричной части тензора K.

Поставим двумерную задачу эволюции границы раздела жидкостей различных вязкостей и плотностей Γ_t на комплексной плоскости $z = x + iy$ (физической плоско-

© Ю.С. Федяев

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 09-01-97509).

сти). Граница Γ_t делит область фильтрации D на части D_1 и D_2 ($D = D_1 \cup D_2$). В области D_1 движется жидкость постоянной вязкости μ_1 и плотности ρ_1, а в области D_2 – жидкость постоянной вязкости μ_{2-} и плотности ρ_2. Полагаем, что при движении одна жидкость полностью замещает другую (модель «поршневого» вытеснения). Течение жидкости в области D описывают обобщённый потенциал $\varphi(z,t)$ и функция тока $\psi(z,t)$, которые удовлетворяют системе уравнений (1.1).

Считаем, что на границе раздела жидкостей Γ_t капиллярные силы пренебрежимо малы. Тогда условия непрерывности давления и расхода жидкости на этой границе примут вид [1]:

$$\mu_1\varphi^+(z,t) - \mu_2\varphi^-(z,t) = (\rho_2 - \rho_1)\Pi(z,t),$$
$$\psi^+(z,t) = \psi^-(z,t), \quad z \in \Gamma_t. \qquad (1.3)$$

Здесь и далее «+» («–») обозначают предельные значения функций при подходе к границе Γ_t со стороны (противоположной стороны) орта нормали $\vec{n}$ (вектор $\vec{n}$ направлен внутрь области D_1).

Если область D имеет бесконечно удалённую точку $z = \infty$ и обобщённый потенциал $\varphi(z,t)$ не содержит там особых точек, то $\varphi(z,t)$ должен быть регулярным в бесконечности [1]:

$$\varphi(z,t) = O\left(|z|^{-1}\right), \quad |\nabla\varphi(z,t)| = O\left(|z|^{-2}\right)$$
$$\text{при} \quad |z| \to \infty. \qquad (1.4)$$

Положение границы Γ_t в плоскости z в любой момент времени $t > 0$ задаём параметрическим уравнением (s – параметр)

$$z = z(t,s) \quad (x = x(t,s), \quad y = y(t,s)), \quad z \in \Gamma_t. \quad (1.5)$$

В начальный момент времени $t = 0$ положение границы Γ_t известно

$$z_0 = z(0,s) \quad (x_0 = x(0,s), \quad y_0 = y(0,s)), \quad z_0 \in \Gamma_0. \quad (1.6)$$

Дифференциальное уравнение движения границы Γ_t имеет вид [1]

$$\frac{dz}{dt} = \frac{\upsilon^+(z,t) + \upsilon^-(z,t)}{2}, \quad z \in \Gamma_t. \qquad (1.7)$$

Здесь $\upsilon^{\pm}(z,t)$ – предельные значения комплексной скорости фильтрации $\upsilon(z,t) = \upsilon_x(x,y,t) + i\upsilon_y(x,y,t)$. Компоненты скорости фильтрации υ_x и υ_y определяют первое и второе уравнения (1.1) соответственно.

Задача эволюции границы Γ_t ставится на физической плоскости z следующим образом. Заданы положение границы Γ_0, потенциал массовой силы $\Pi(z, t)$, вязкости μ_1, μ_2 и плотности ρ_1, ρ_2 жидкостей, тензор проницаемости K. Необходимо найти положение границы Γ_t (1.5) при $t > 0$. Решение задачи состоит в интегрировании дифференциального уравнения (1.7) при начальном условии (1.6). Для нахождения скорости фильтрации $\upsilon(z,t)$ необходимо отыскать обобщённый потенциал $\varphi(z,t)$ и функцию тока $\psi(z,t)$, которые удовлетворяют уравнениям (1.1) и условиям (1.3), (1.4).

2. Формулировка задачи на вспомогательной плоскости

Поставленную задачу эволюции границы раздела жидкостей сформулируем на вспомогательной плоскости $\zeta = \xi + i\eta$ [1]. Это позволяет значительно упростить систему уравнений (1.1), приведя её к каноническому виду. На плоскости ζ течение в области D' ($D' = D_1' \cup D_2'$) характеризуется обобщённым потенциалом $\varphi(\zeta,t)$ и функцией тока $\psi(\zeta,t)$. Область D' связана с областью D гомеоморфным (взаимно однозначным и непрерывным) преобразованием

$$\zeta = z + \kappa\bar{z} \quad \left(z = \frac{\zeta - \kappa\bar{\zeta}}{1 - |\kappa|^2}\right). \qquad (2.1)$$

Здесь

$\kappa = [K_{22} - K_{11} - i(K_{12} + K_{21})] / \left(K_{22} + K_{11} + 2\sqrt{|K_s|}\right)$ – комплексная постоянная. Из условий (1.2) следует, что $|\kappa| < 1$.

Преобразование (2.1) аффинное. Оно характеризуется постоянным положительно-определённым якобианом $J = |\partial\zeta/\partial z|^2 - |\partial\zeta/\partial\bar{z}|^2 = 1 - |\kappa|^2 > 0$ и преобразует гомеоморфно плоскости z и ζ, оставляя начало координат и бесконечно удалённую точку этих плоскостей неподвижными.

На вспомогательной плоскости ζ уравнения (1.1) принимают канонический вид:

$$\sqrt{|K_s|}\frac{\partial\varphi}{\partial\xi}+\sqrt{|K_a|}\frac{\partial\varphi}{\partial\eta}=\frac{\partial\psi}{\partial\eta},\quad -\sqrt{|K_a|}\frac{\partial\varphi}{\partial\xi}+\sqrt{|K_s|}\frac{\partial\varphi}{\partial\eta}=-\frac{\partial\psi}{\partial\xi}. \tag{2.2}$$

Здесь $|K_a|=\left[(K_{12}-K_{21})/2\right]^2$ – определитель антисимметричной части тензора проницаемости K. Первое и второе уравнения системы (2.2) определяют υ_ξ и υ_η компоненты вектора скорости фильтрации $\upsilon(\zeta,t)=\upsilon_\xi(\xi,\eta,t)+i\upsilon_\eta(\xi,\eta,t)$ на плоскости ζ.

Система уравнений (2.2) относится к эллиптическому типу, если $\sqrt{|K_s|}>0$, $|K_s|+|K_a|=|K|>0$ ($|K|$ – определитель тензора K). При этом $\sqrt{|K_a|}=(K_{12}-K_{21})/2$ может принимать как положительные (при $K_{12}>K_{21}$), так и отрицательные (при $K_{12}<K_{21}$) значения.

Используя гомеоморфизм (2.1), запишем условия (1.3) – (1.6) в плоскости ζ:

$$\begin{gathered}\mu_1\varphi^+(\zeta,t)-\mu_2\varphi^-(\zeta,t)=(\rho_2-\rho_1)\Pi(\zeta,t),\\ \psi^+(\zeta,t)=\psi^-(\zeta,t),\quad \zeta\in\Gamma_t',\end{gathered} \tag{2.3}$$

$$\varphi(\zeta,t)=O\left(|\zeta|^{-1}\right),\quad |\nabla\varphi(\zeta,t)|=O\left(|\zeta|^{-2}\right)\quad\text{при}\quad |\zeta|\to\infty, \tag{2.4}$$

$$\zeta=\zeta(t,s)\quad(\xi=\xi(t,s),\quad \eta=\eta(t,s)),\quad \zeta\in\Gamma_t', \tag{2.5}$$

$$\zeta_0=\zeta(0,s)\quad(\xi_0=\xi(0,s),\quad \eta_0=\eta(0,s)),\quad \zeta_0\in\Gamma_0', \tag{2.6}$$

где Γ_t' и Γ_0' – образы границ Γ_t и Γ_0.

Дифференциальное уравнение движения границы Γ_t (1.7) в плоскости ζ примет вид [1]

$$\frac{d\zeta}{dt}=\left(1-|\kappa|^2\right)\frac{\upsilon^+(\zeta,t)+\upsilon^-(\zeta,t)}{2},\quad \zeta\in\Gamma_t'. \tag{2.7}$$

Здесь $\upsilon^\pm(\zeta,t)$ – предельные значения комплексной скорости фильтрации $\upsilon(\zeta,t)$, которую согласно уравнениям (2.2) запишем в виде

$$\upsilon(\zeta,t)=2\left[\sqrt{|K_s|}-i\sqrt{|K_a|}\right]\frac{\partial\varphi(\zeta,t)}{\partial\bar{\zeta}}=-2i\frac{\partial\psi(\zeta,t)}{\partial\bar{\zeta}}, \tag{2.8}$$

где $2\partial/\partial\bar{\zeta}=\partial/\partial\xi+i\partial/\partial\eta$.

Введём в плоскости ζ комплексный потенциал течения

$$W(\zeta,t)=\varphi(\zeta,t)+i\frac{\psi(\zeta,t)}{P}, \tag{2.9}$$

где $P=\sqrt{|K_s|}-i\sqrt{|K_a|}$ – комплексная постоянная. Функция $W(\zeta,t)$ – аналитическая в области D', за исключением особых точек.

Учтём особые точки течения и представим комплексный потенциал (2.9) в виде

$$W(\zeta,t)=W_0(\zeta,t)+W_*(\zeta,t). \tag{2.10}$$

Здесь $W_0(\zeta,t)=\varphi_0(\zeta,t)+i\psi_0(\zeta,t)/P$ – заданный комплексный потенциал, описывающий на всей плоскости ζ течение жидкости вязкости $\mu=1$ и плотности $\rho=1$ в слое с тензором проницаемости K, $W_*(\zeta,t)=\varphi_*(\zeta,t)+i\psi_*(\zeta,t)/P$ – комплексный потенциал возмущений, обусловленных различием физических свойств жидкостей. Источники (стоки) течения моделируют изолированными особыми точками $W_0(\zeta,t)$, которые располагаются произвольно в плоскости ζ и могут включать бесконечно удалённую точку этой плоскости [2].

Используя формулу (2.10), запишем условия (2.3) для функций $\varphi_*(\zeta,t)$, $\psi_*(\zeta,t)$:

$$\begin{gathered}\mu_1\varphi_*^+(\zeta,t)-\mu_2\varphi_*^-(\zeta,t)= \\ =(\mu_2-\mu_1)\varphi_0(\zeta,t)+(\rho_2-\rho_1)\Pi(\zeta,t), \\ \psi_*^+(\zeta,t)=\psi_*^-(\zeta,t), \quad \zeta\in\Gamma_t'.\end{gathered} \tag{2.11}$$

Из условий (2.11) следует, что для возмущений обобщённый потенциал терпит разрыв, а функция тока непрерывна на границе Γ_t'.

Если область D' имеет бесконечно удалённую точку, то комплексный потенциал возмущений $W_*(\zeta,t)$ не содержит там особых точек (заданные особые точки течения входят в комплексный потенциал $W_0(\zeta,t)$). Поэтому для $\varphi_*(\zeta,t)$ потребуем выполнение условий регулярности (2.4)

$$\varphi_*(\zeta,t)=O\left(|\zeta|^{-1}\right), \quad |\nabla\varphi_*(\zeta,t)|=O\left(|\zeta|^{-2}\right)$$

$$\text{при} \quad |\zeta|\to\infty. \tag{2.12}$$

Представим скорость $\upsilon(\zeta,t)$ согласно (2.9) в виде

$$\upsilon(\zeta,t)=\upsilon_0(\zeta,t)+\upsilon_*(\zeta,t), \tag{2.13}$$

где $\upsilon_0(\zeta,t)$ и $\upsilon_*(\zeta,t)$ выражаются через функции $\varphi_0(\zeta,t)$, $\psi_0(\zeta,t)$ и $\varphi_*(\zeta,t)$, $\psi_*(\zeta,t)$ по формуле (2.8). Учитывая, что предельные значения $\upsilon_0^\pm(\zeta,t)\equiv\upsilon_0(\zeta,t)$, $\zeta\in\Gamma_t'$, уравнение (2.7) запишем в виде

$$\frac{d\zeta}{dt}=\left(1-|\kappa|^2\right)\left(\upsilon_0(\zeta,t)+\frac{\upsilon_*^+(\zeta,t)+\upsilon_*^-(\zeta,t)}{2}\right), \ \zeta\in\Gamma_t'. \tag{2.14}$$

Исследование задачи на вспомогательной плоскости сводится к интегрированию дифференциального уравнения движения границы (2.14) с начальным условием (2.6). При этом для нахождения скорости возмущения необходимо отыскать комплексный потенциал возмущений $W_*(\zeta,t)$ (функции $\varphi_*(\zeta,t)$, $\psi_*(\zeta,t)$), который удовлетворяет уравнениям (2.2) и условиям (2.11), (2.12). По найденному уравнению границы Γ_t' на вспомогательной плоскости ζ (2.5) определяем её положение на физической плоскости z, используя преобразование (2.1).

3. Сведение задачи к решению системы уравнений

Полагаем, что в каждый момент времени $t\ge 0$ граница раздела жидкостей Γ_t является простой (без самопересечений) гладкой кривой. Следуя [1], комплексный потенциал возмущений $W_*(\zeta,t)$ представим интегралом типа Коши по гладкой кривой Γ_t'

$$W_*(\zeta,t)=\frac{1}{2\pi i}\int_{\Gamma_t'}\frac{f(\tau,t)}{\tau-\zeta}d\tau, \quad \zeta\in D', \tag{3.1}$$

где $f(\tau,t)$ – вещественная, непрерывная на Γ_t' функция. Продолжив непрерывно комплексный потенциал (3.1) на кривую Γ_t' получим его предельные значения

$$W_*^\pm(\zeta,t)=\frac{1}{2\pi i}\int_{\Gamma_t'}\frac{f(\tau,t)}{\tau-\zeta}d\tau\pm\frac{f(\zeta,t)}{2}, \quad \zeta\in\Gamma_t', \tag{3.2}$$

где интеграл понимается в смысле главного значения по Коши.

Функция (3.1) удовлетворяет условию в бесконечности (2.12). Подставив предельные значения (3.2) в граничные условия (2.11), получим, что второе из условий выполняется, а из первого имеем интегральное уравнение для функции $f(\zeta,t)$

$$f(\zeta,t)-\frac{\lambda}{\pi}\int_{\Gamma_t'}f(\tau,t)\Omega(\tau,\zeta)d\ell_\tau=2\left[\lambda\varphi_0(\zeta,t)+\alpha\Pi(\zeta,t)\right], \quad \zeta\in\Gamma_t', \tag{3.3}$$

где $\Omega(t,\zeta)=\dfrac{\partial}{\partial\ell_\tau}\left[\arg(\tau-\zeta)-\sqrt{|K_a|/|K_s|}\ln|\tau-\zeta|\right]$, $\alpha=(\rho_2-\rho_1)/(\mu_2+\mu_1)$,

$\lambda=(\mu_2-\mu_1)/(\mu_2+\mu_1)$, $\lambda\in(-1,1)$.

Используя формулу (2.8) и выражение (3.1), находим предельные значения сопряжённой скорости возмущений [1]

$$\overline{\upsilon}_*^{\pm}(\zeta,t)=\frac{|K|}{\sqrt{|K_s|}}\left[\frac{1}{2\pi i}\int_{\Gamma_t'}\frac{\partial f(\tau,t)}{\partial\tau}\frac{d\tau}{\tau-\zeta}\pm\frac{\partial f(\zeta,t)}{\partial\zeta}\right],\quad \zeta\in\Gamma_t'. \tag{3.4}$$

Подставляя значения (3.4) в уравнение (2.14), получаем два вещественных дифференциальных уравнения движения границы Γ_t' на вспомогательной плоскости ζ:

$$\frac{d\xi}{dt}=\left(1-|\kappa|^2\right)\left\{\upsilon_{0\xi}+\frac{|K|}{2\pi\sqrt{|K_s|}}\int_{\Gamma_t'}\frac{\partial f(\tau,t)}{\partial\ell_\tau}\left[\frac{\partial\arg(\tau-\zeta)}{\partial\ell_\tau}\cos\alpha-\frac{\partial\ln|\tau-\zeta|}{\partial\ell_\tau}\sin\alpha\right]d\ell_\tau\right\},$$

$$\frac{d\eta}{dt}=\left(1-|\kappa|^2\right)\left\{\upsilon_{0\eta}+\frac{|K|}{2\pi\sqrt{|K_s|}}\int_{\Gamma_t'}\frac{\partial f(\tau,t)}{\partial\ell_\tau}\left[\frac{\partial\arg(\tau-\zeta)}{\partial\ell_\tau}\sin\alpha+\frac{\partial\ln|\tau-\zeta|}{\partial\ell_\tau}\cos\alpha\right]d\ell_\tau\right\}, \tag{3.5}$$

$$\zeta=\xi+i\eta\in\Gamma_t'.$$

Здесь $\upsilon_0(\zeta,t)=\upsilon_{0\xi}(\xi,\eta,t)+i\upsilon_{0\eta}(\xi,\eta,t)$ – невозмущённое поле скоростей потенциала W_0, α – угол между ортом касательной к Γ_t' и осью $O\xi$.

Таким образом, исследование задачи эволюции границы раздела жидкостей различных вязкостей и плотностей в случае однородного анизотропного слоя пористой среды сводится к решению системы уравнений (3.3), (3.5) при начальном условии (2.6).

4. Численное решение задачи

Решим систему уравнений (3.3), (3.5) численно на основе метода дискретных особенностей [3]. Считаем, что положение границы Γ_t' в каждый момент времени t_p, $p=0,1,...$ задаётся множеством точек ζ_i^p, $i=1,2,...,m$, координаты которых обозначим $\mathrm{E}_{\Gamma_t'}^p=\left\{\xi_i^p,\eta_i^p,\quad i=1,2,\ldots,m\right\}$. Тогда начальное условие (2.6) примет вид

$$\Gamma_0':\left\{\xi_i^0,\eta_i^0,\quad i=1,2,\ldots,m\right\}. \tag{4.1}$$

При этом точки ζ_i^0, $i=1,2,\ldots,m$ разбивают границу Γ_0' равномерно по длине на m частей.

Запишем интегральное уравнение (3.3) в момент времени t_p в каждой точке ζ_i^p, $i=1,2,\ldots,m$:

$$f(\zeta_i^p,t_p)-\frac{\lambda}{\pi}\int_{\Gamma_t'}f(\tau,t_p)\Omega(\tau,\zeta_i^p)d\ell_\tau=2\left[\lambda\varphi_0(\zeta_i^p,t_p)+\alpha\Pi(\zeta_i^p,t)\right],\quad z_i^p\in\mathrm{E}_{\Gamma_t'}^p. \tag{4.2}$$

Интеграл в (4.2) понимают в смысле главного значения по Коши. Вычислим этот интеграл по формуле прямоугольников, но из интегральной суммы выбросим точку, в которой записывается уравнение (4.2). Получаем систему линейных алгебраических уравнений

$$f_i^p-\frac{\lambda}{\pi}\sum_{\substack{j=1\\ j\neq i}}^{m}f_j^p\Omega_{ij}=2\left[\lambda\varphi_{0i}^p+\alpha\Pi_i^p\right],\quad i=1,2,\ldots,m. \tag{4.3}$$

Здесь $f_i^p=f(\zeta_i^p,t_p)$, $\varphi_{0i}^p=\varphi_0(\zeta_i^p,t_p)$, $\Pi_i^p=\Pi(\zeta_i^p,t_p)$,

$$\Omega_{ij}=\left(-V_{1\eta ij}-\frac{\sqrt{|K_a|}}{\sqrt{|K_s|}}V_{1\xi ij}\right)\frac{\xi_{j+1}^p-\xi_{j-1}^p}{2}+\left(V_{1\xi ij}-\frac{\sqrt{|K_a|}}{\sqrt{|K_s|}}V_{1\eta ij}\right)\frac{\eta_{j+1}^p-\eta_{j-1}^p}{2},$$

$$V_{1\xi ij}=\frac{\xi_j^p-\xi_i^p}{(\xi_j^p-\xi_i^p)^2+(\eta_j^p-\eta_i^p)^2},\quad V_{1\eta ij}=\frac{\eta_j^p-\eta_i^p}{(\xi_j^p-\xi_i^p)^2+(\eta_j^p-\eta_i^p)^2}.$$

Так как кривая Γ_t' замкнута, то $\zeta_0^p\equiv\zeta_m^p$, $\zeta_1^p\equiv\zeta_{m+1}^p$.

В уравнениях (3.6) интегралы понимают в смысле главного значения по Коши. Поэтому дифференциальные уравнения движения границы аппроксимируем следующим образом:

$$\frac{\xi_i^{p+1}-\xi_i^p}{\Delta t_{p+1}}=\left(1-|\kappa|^2\right)\left\{\upsilon_{0\xi_i}^p+\frac{|K|}{2\pi\sqrt{|K_s|}}\sum_{\substack{j=1\\ j\neq i}}^{m}V_{*\xi_{ij}}\left(f_{j+1}^p-f_{j-1}^p\right)\Big/2\right\},$$

$$\frac{\eta_i^{p+1}-\eta_i^p}{\Delta t_{p+1}}=\left(1-|\kappa|^2\right)\left\{\upsilon_{0\eta_i}^p+\frac{|K|}{2\pi\sqrt{|K_s|}}\sum_{\substack{j=1\\ j\neq i}}^{m}V_{*\eta_{ij}}\left(f_{j+1}^p-f_{j-1}^p\right)\Big/2\right\}, \qquad (4.4)$$

$$i=1,2,\ldots,m.$$

Здесь $\upsilon_{0\xi_i}^p=\upsilon_{0\xi}\left(\zeta_i^p,t_p\right)$, $\upsilon_{0\eta_i}^p=\upsilon_{0\eta}\left(\zeta_i^p,t_p\right)$, $V_{*\xi_{ij}}=-V_{1\eta_{ij}}$, $V_{*\eta_{ij}}=V_{1\xi_{ij}}$, $\Delta t_{p+1}=t_{p+1}-t_p$,

$$\tau_{\xi_j}=\frac{\xi_{j+1}^p-\xi_{j-1}^p}{2\Delta\ell_j},\ \tau_{\eta_j}=\frac{\eta_{j+1}^p-\eta_{j-1}^p}{2\Delta\ell_j},\ \Delta\ell_j=\sqrt{(\xi_{j+1}^p-\xi_{j-1}^p)^2+(\eta_{j+1}^p-\eta_{j-1}^p)^2}\Big/2.$$

Совместно решив уравнения (4.3) и (4.4) при $p=0$, находим положение границы Γ_t' в момент времени t_1. Повторяя предложенный алгоритм для $p=1,2,\ldots$ находим положение границы Γ_t' в последующие моменты времени t_p.

При движении границы Γ_t' нарушается равномерность её разбиения по длине. Поэтому необходимо на каждом шаге по времени интерполировать положение подвижной границы и снова разбивать её равномерно по длине. Для интерполяции можно использовать линейные сплайны [4].

Построенный численный алгоритм позволяет исследовать широкий класс задач эволюции границы раздела жидкостей в анизотропном однородном слое пористой среды. При этом задачи решаются на вспомогательной плоскости ζ, а затем с помощью преобразования (2.1) получаем решение на физической плоскости z.

5. Эволюция границы раздела жидкостей к скважине

Исследуем эволюцию границы раздела жидкостей различных плотностей. Полагаем, что граница Γ_0 – окружность радиуса R, центр которой находится в начале координат (рис. 1). Тогда уравнение (1.6) примет вид

$$\Gamma_0:\quad x_0=-R\cos s,\quad y_0=-R\sin s,\quad s\in[0,2\pi].$$

Внутри Γ_0 находится область D_2, содержащая жидкость плотности ρ_2, а вне – область D_1, занятая жидкостью плотностью ρ_1. Вязкости жидкостей одинаковы ($\mu_1=\mu_2=1$). Потенциал массовой силы $\Pi=y$ (массовая сила $\vec{F}=-\nabla\Pi$ направлена против оси Oy).

Течение жидкости создаёт эксплуатационная скважина дебита q, которая расположена на физической плоскости z в начале координат. Её работу моделируем точечным стоком мощности $-q$ (q – модуль мощности). Контур скважины представляет собой окружность малого радиуса R_c ($R_c<<R$) с центром в точке расположения скважины.

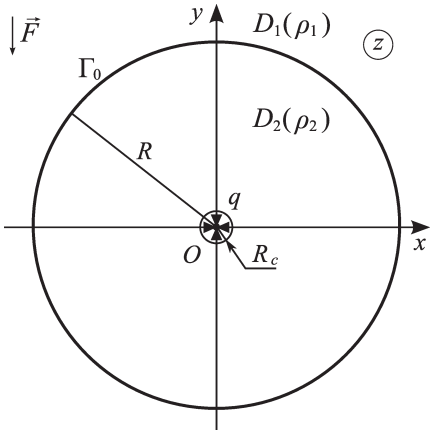


Рис. 1. Постановка задачи.

Поставленная задача в случае модели «разноцветных» жидкостей (вязкости и плотности одинаковы) исследована в статье [5]. В работе [6] рассмотрен случай жидкостей различных вязкостей. Изучим эволюцию границы раздела жидкостей различных плотностей.

В рассматриваемом случае параметр $\lambda = 0$. Из уравнения (3.3) получаем, что $f(\zeta, t) = 2\alpha\Pi(\zeta, t)$, $\zeta \in \Gamma_t'$. Это позволяет свести исследование задачи к решению системы дифференциальных уравнений (3.5) при заданном начальном условии (2.6). Численное решение задачи приводит к системе уравнений (4.4) с начальным условием (4.1).

Полагаем, что тензор проницаемости имеет диагональный вид ($K_{12} = K_{21} = 0$). В этом случае анизотропию грунта характеризует параметр $\beta = K_{22}/K_{11}$ ($\beta > 0$). Для модели «разноцветных» жидкостей ($\lambda = 0$, $\alpha = 0$) время T достижения границей Γ_t контура скважины определяется по формуле [5]

$$T = \begin{cases} \sqrt{\beta}\, T_0, & \beta \le 1, \\ T_0/\sqrt{\beta}, & \beta > 1. \end{cases}$$

Здесь $T_0 = \pi R^2/q$ – время достижения скважины в случае изотропного грунта ($K_{11} = K_{22} = 1$, $K_{12} = K_{21} = 0$).

На рис. 2 показана зависимость времени T от параметра α при $\beta = 1; 1/2; 2; 1/4; 4$. В качестве характерного времени выбрано время T_0 (характерный размер $R = 1$, дебит $q = \pi$). При расчётах полагали $K_{11} = 1$, $n = 400$, $\Delta t = 0{,}001$, $R_c = 0{,}01$. В исследуемой задаче рассматривались значения $\alpha \ge 0$. Изменение знака параметра α соответствует изменению направления действия массовой силы на противоположное. Поменяв направление оси Oy на обратное, получаем исходную задачу.

Анализируя рис. 2, видим, что при $\beta \ge 1$ с ростом параметра α (увеличением разности $\rho_2 - \rho_1$) время T уменьшается. Прорыв границы Γ_t к скважине происходит вдоль оси Oy (см. рис. 3 и рис. 5). При $\beta < 1$ направление прорыва зависит от значения параметра α (см. рис. 4). С ростом α направление прорыва меняется и стремится к вертикальному.

На рис. 3, рис. 4, рис. 5 показана эволюция границы Γ_t при $\alpha = 1$ и $\beta = 1$, $\beta = 1/2$, $\beta = 2$ соответственно. Во всех случаях происходит опускание границы раздела жидкостей под действием массовой силы. С ростом параметра α (различия плотностей жидкостей) движение границы становится неустойчивым. Особенно сильно это проявляется при $\beta > 1$ (рис. 5), когда направление массовой силы совпадает с направлением наилучшей проницаемости грунта.

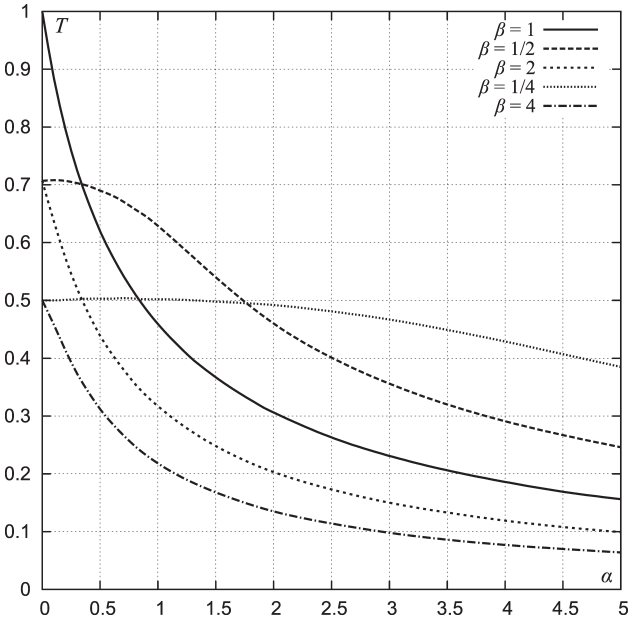


Рис. 2. Зависимость времени T от параметра α при $\beta = 1; 1/2; 2; 1/4; 4$.

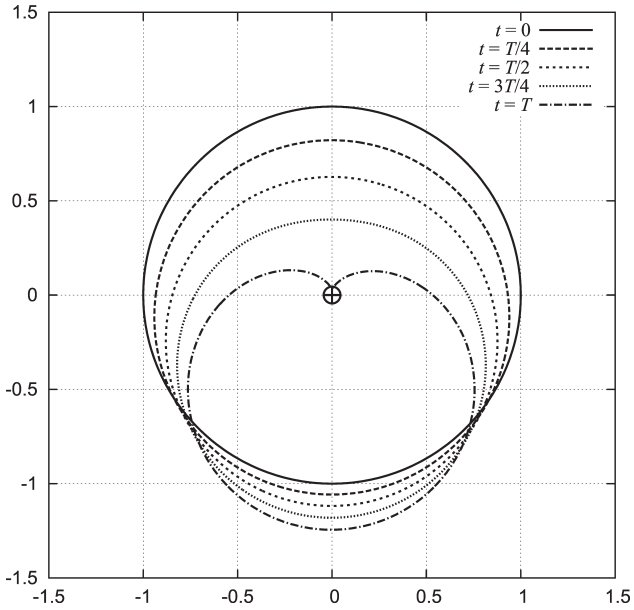


Рис. 3. Эволюция границы раздела жидкостей при $\alpha = 1$ и $\beta = 1$.

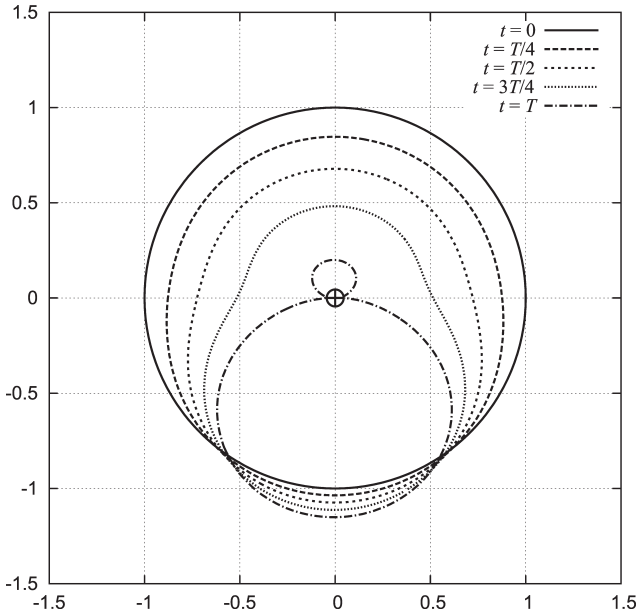


Рис. 4. Эволюция границы раздела жидкостей при $\alpha = 1$ *и* $\beta = 1/2$.

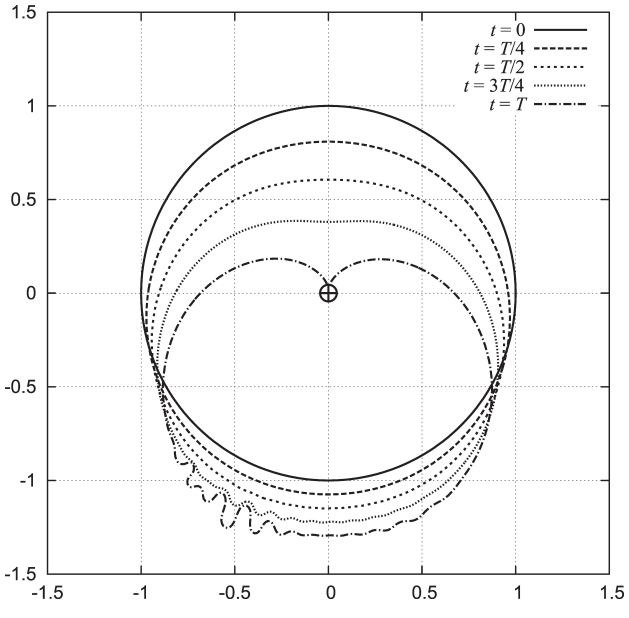


Рис. 5. Эволюция границы раздела жидкостей при $\alpha = 1$ *и* $\beta = 2$.

Библиографический список

1. Пивень В.Ф. Двумерная задача эволюции границы раздела жидкостей в анизотропном слое пористой среды // Труды Международных школ-семинаров «Методы дискретных особенностей в задачах математической физики». – ГОУ ВПО «Орловский государственный университет». – 2009. – Вып. 7. – С. 81–91.
2. Пивень В.Ф. Фундаментальные решения уравнений двумерной фильтрации в анизотропном слое пористой среды // Труды Международных школ-семинаров «Методы дискретных особенностей в задачах математической физики». – ГОУ ВПО «Орловский государственный университет». – 2008. – Вып. 6. – С. 86–94.
3. Лифанов И.К. Метод сингулярных интегральных уравнений и численный эксперимент. – М.: ТОО «Янус», 1995. – 520 с.
4. Никольский Д.Н. Математическое моделирование работы системы скважин в однородных и неоднородных слоях с подвижной границей раздела жидкостей различной вязкости. Дис. ... канд. физ.-мат. наук: 05.13.18. – Орёл, 2001. – 191 с.
5. Пивень В.Ф., Федяев Ю.С. Математическое моделирование эволюции границы раздела «разноцветных» жидкостей в анизотропном однородном слое пористой среды // Ученые записки Орловского государственного университета. – 2010. – № 2 (36). Серия: Естественные, технические и медицинские науки. – С. 49–55.
6. Федяев Ю.С. Исследование плоскопараллельной эволюции границы раздела жидкостей различных вязкостей в анизотропной однородной пористой среде // Ученые записки Орловского государственного университета. – 2010. – № 4 (38). Серия: Естественные, технические и медицинские науки. – С. 31–39.

Y.S. FEDYAEV

MATHEMATICAL MODELING OF EVOLUTION OF THE INTERFACE BETWEEN FLUIDS OF DIFFERENT VISCOSITIES AND DENSITIES IN A HOMOGENEOUS LAYER OF ANISOTROPIC POROUS MEDIUM

We study the problem of plane-parallel evolution of the interface of fluids of different viscosities and densities in a homogeneous anisotropic layer of porous medium. Solution of the problem leads to a system of integral and differential equations. A numerical algorithm for solving these equations using the method of discrete singularities. The evolution of the interface of fluids of different densities to the wells.

Key words: ***mathematical modelling, two-phase Hele-Shaw problem, plane-parallel filtering, anisotropic porous medium.***

***С.В. ГРИШИН**, аспирант Елецкого государственного университета имени И.А. Бунина, кафедра химии*
Тел. 8-903-864-77-65; grishin-68@mail.ru
***А.Г. ЯКУШЕВА**, соискатель Елецкого государственного университета имени И.А. Бунина, кафедра химии*
***О.А. КАВЕРИН**, соискатель Елецкого государственного университета имени И.А. Бунина, кафедра химии*
***Ю.А. СТЕКОЛЬНИКОВ**, кандидат химических наук, профессор, Елецкий государственный университет имени И.А. Бунина, кафедра химии, заведующий кафедрой*
Тел. 89046862657; chimic55@yandex.ru

РАСЧЁТ ТЕПЛОВОГО БАЛАНСА И КОНСТРУКЦИИ РЕЗЕРВНОГО ИСТОЧНИКА ТОКА (РИТ)

Моделирование конструкции РИТ электрохимической системы литий-дисульфид железа по заданным параметрам

Ключевые слова и фразы: ***резервный источник тока, расчёт теплового баланса.***

Особое значение в транспорте, авиации, ракетной технике, системах аварийного питания имеют резервные источники тока (РИТ). В отличие от аккумуляторов РИТ имеют высокую удельную мощность, широкий температурный рабочий диапазон (60...+70)°С и длительный (до 25 лет) срок хранения без саморазряда. В таких РИТ анод и катод электрохимических элементов (ЭХЭ) разделены сформированной из эвтектической смеси солей электролитной таблеткой, которая при активации РИТ расплавляется теплом токопроводящей пиротехнической таблетки (ПТ) из смеси тонкодисперсных порошков железа и перхлората калия [1, 2].

Цель работы состояла в расчёте теплового баланса системы «электрохимический элемент (ЭХЭ) – тепловая таблетка (ПТ)» и расчёте нестационарного температурного поля нескольких вариантов конструкций РИТ с заданными техническим заданием (ТЗ) параметрами для оптимизации тепловой схемы.

После сгорания ПТ температура системы «ЭХЭ – ПТ» изменяется на величину, определенную как балансная температура ($t_б$). ЭХЭ остается работоспособным при наличии достаточного количества активного материала и до тех пор, пока в процессе остывания температура расплавленного электролита находится в рабочем диапазоне температур (350–600)°С. Таким образом, время активации и продолжительность работы являются функциями нестационарного температурного поля РИТ.

Согласно ТЗ активация РИТ происходит в диапазоне начальных температур (2….+50)°С. Для получения оптимального температурного поля РИТ в первую оче-

© С.В. Гришин, А.Г. Якушева, О.А. Каверин, Ю.А. Стекольников

редь требуется подобрать балансную температуру $t_б$ и массу ПТ ($m_{ПТ}$), которые входят в уравнение теплового баланса системы «ЭХЭ – ПТ»:

$$m_{ПТ} * q + Q = t_б * (C_{эхэ} + C_{ПТ} * m_{ПТ}), \quad (1)$$

где q – удельное тепловыделение ПТ, Дж/г; $m_{ПТ}$ – масса ПТ, г;

$t_б$ – балансная температура ЭХЭ, °С ; $C_{ПТ}$ – удельная теплоёмкость шлака ПТ, Дж/г*°С; $C_{эхэ}$ – теплоемкость ЭХЭ, Дж/°С ; Q – дополнительное тепловыделение, Дж.

Теплоемкость ЭХЭ аддитивно равна сумме теплоемкостей его деталей:

$$C_{эхэ} = \sum_{1}^{p} c_i * m_i, \quad (2)$$

где c_i – удельная теплоемкость материала i-й детали ЭХЭ, Дж/г*°С ;

m_i – масса i-й детали ЭХЭ, г; P – число деталей в элементе.

Уравнение (1) позволяет рассчитать необходимую массу ПТ:

$$m_{ПТ} = \frac{C_{эхэ} \cdot t_б - Q}{q - c_{ПТ} \cdot t_б}. \quad (3)$$

Балансная температура $t_б$ определяется из следующего уравнения:

$$t_б = t_{max} - t_{нmax} - \Delta t - \Delta t_{ср}, \quad (4)$$

где t_{max} – максимально допустимая температура рабочего диапазона ЭХЭ (600°С); $t_{нmax}$ – максимальная температура окружающей среды в момент активации РИТ (+50°С); Δt – расчетный технологический запас по балансной температуре, связанный с неизбежными разбросами по массе (теплоёмкостям) деталей ЭХЭ и тепловыделению ПТ.

ТЗ предполагает работу РИТ длительное время при малых токах разряда, что делает существенным явление саморазряда для потери емкости РИТ. Саморазряд можно снизить путем понижения температуры ЭХЭ. Поэтому вводится $\Delta t_{ср}$ – температурный запас по саморазряду, оптимальная величина которого 50°С [3, 4].

Величина Δt определится из уравнения:

$$\Delta t = \sqrt{(\delta t_1)^2 + (\delta t_2)^2}, \quad (5)$$

где

$$\delta t_1 = \frac{m_{ПТ} \cdot q}{C_{эхэ} + \Delta C_{эхэ} + c_{ПТ} \cdot m_{ПТ}} - \frac{m_{ПТ} \cdot q}{C_{эхэ} + c_{ПТ} \cdot m_{ПТ}} =$$

$$= \frac{\Delta C_{эхэ} \cdot q \cdot m_{ПТ}}{(C_{эхэ} + \Delta C_{эхэ} + c_{ПТ} m_{ПТ}) \cdot (C_{эхэ} + c_{ПТ} \cdot m_{ПТ})}; \quad (6)$$

$$\delta t_2 = \frac{(m_{ПТ} \cdot \Delta m_{ПТ}) \cdot q}{C_{эхэ} + c_{ПТ} \cdot (m_{ПТ} + \Delta m_{ПТ})} - \frac{m_{ПТ} \cdot q}{C_{эхэ} + c_{ПТ} \cdot m_{ПТ}} =$$

$$= \frac{C_{эхэ} \cdot q \cdot \Delta m_{ПТ}}{\{C_{эхэ} + c_{ПТ} \cdot (m_{ПТ} + \Delta m_{ПТ})\} \cdot (C_{эхэ} + c_{ПТ} \cdot m_{ПТ})}, \quad (7)$$

где $\Delta m_{ПТ}$ – отклонение по массе ПТ, г; в свою очередь:

$$\Delta C_{эхэ} = \sqrt{\sum (\Delta m_i \cdot c_i)^2}, \quad (8)$$

где Δm_i – отклонение по массе каждой детали ЭХЭ, г.

Так как в Δt входит величина $m_{ПТ}$, которая сама является функцией $t_б$, то балансную температуру находим методом последовательного приближения. В качестве первого приближения примем:

$$t_б = t_{max} - t_{нmax} - \Delta t_{ср}. \quad (9)$$

В уравнение (3) входит величина Q – дополнительное тепловыделение в ЭХЭ в результате экзотермических реакций лития анода с кислородом и азотом воздуха из свободного объема РИТ, лития с кислородом, выделяющимся при горении ПТ. Конечный тепловой эффект взаимодействий не зависит от начальной температуры активации РИТ, т.е. количество выделившегося тепла остается постоянным [5, 6].

С учетом дополнительного теплового эффекта уравнение (1) примет следующий вид:

$$m_{ПТ}.q + m_{ПТ}.Q_0.(n_1/n_2) + Q_1.(V/n_2) = t_б.C_{эхэ} + t_б.m_{ПТ}.c_{ПТ}, \quad (10)$$

где Q_0 – дополнительное тепловыделение на литиевом аноде за счет кислорода, выделяющегося при сгорании 1 г ПТ, (43 Дж/г); Q_1 – дополнительное тепловыделение на литиевом аноде за счет воздуха свободного объема, (22,4 Дж/см³); n_1 – количество ПТ в РИТ; n_2 – количество литиевых анодов; V – свободный объем РИТ, см³.

Из уравнения (10) получим формулу для расчета массы ПТ:

$$m_{ПТ} = \frac{C_{эхэ} \cdot t_б - Q_1 \cdot (V/n_2)}{q + Q_0 \cdot (n_1/n_2) - c_{ПТ} \cdot t_б}. \quad (11)$$

Для изготовления ПТ проектируемого РИТ предполагается использовать ПТ с q = 1077 Дж/г, для обеспечения заданного режима разряда РИТ – два независимых блока ЭХЭ, содержащих 36 анодов и 43 тепловые таблетки, т.е. $n_1 = 43$, $n_2 = 36$. Свободный объём воздуха в РИТ составляет 200 см^3. Остальные данные для расчета массы ПТ сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Данные для расчета массы ПТ

№ п/п	Деталь ЭХЭ	Масса (m), г	Отклонение по массе, г	Удельная теплоемкость, Дж/г·°С
1	Катод	6,00	±0,05	0,89
2	Электролит	3,00	±0,05	1,33
3	Li_4Si	1,02	±0,05	1,80
4	Корпус, сталь 08кп	1,64	±0,10	0,56
5	ПТ	2,0	±0,10	0,63

В результате проведенных по специальной программе [7,8] расчетов: $C_{ЭХЭ} = 12{,}084$ Дж/°С, $t_б = 500$°С, $\Delta t = 6$°С, $m_{ПТ} = 7{,}27$ г.

Величина $Q_0.(n_1/n_2)$ и $Q_1.(V/n_2)$ для конкретного РИТ является практически постоянной. Это позволяет для удобства расчет массы ПТ в условиях производства вести по более простой формуле:

$$m_{ПТ} = \frac{Q_П}{q - H_{пт}}, \qquad (12)$$

где $Q_П = t'_б.C_{ЭХЭ}$ – часть тепла, выделяемого при сгорании ПТ, затраченная на нагрев ЭХЭ до температуры $t'_б$, Дж; $H_{ПТ} = t'_б \cdot c_{ПТ}$ – часть тепла, выделяемого при сгорании ПТ, затраченная на нагрев 1 г шлаков ПТ до температуры $t'_б$, Дж/г; $t'_б$ – температура, которая определяется из условия равенства масс тепловых таблеток, полученных по формулам (11) и (12).

Приравнивая правые части (11) и (12), получим $t'_б = 470$°С.

Тогда формула для расчета массы ПТ примет вид:

$$m_{ПТ} = \frac{5680}{q - 296}. \qquad (13)$$

В условиях производства удельное тепловыделение q имеет технологический разброс Δq. Расчет массы ПТ проводится для конкретного значения q, полученного в результате калориметрического измерения для каждой партии тепловых таблеток.

Выходные характеристики РИТ зависят от его нестационарного температурного поля. Для их обеспечения в заданном ТЗ объёме должна быть подобрана теплоизоляция блока ЭХЭ по периметру и торцам РИТ, обеспечивающая необходимый тепловой режим. Для сборки РИТ используется корпус из имеющегося унифицированного ряда с диаметром, равным 70 мм [4]. Для длительно работающих РИТ боковая изоляция состоит из слоя теплоизоляционного материала АТМ-17 и двух технологических слоев стеклоленты и слюдинита. Теплоизоляция торцов блока ЭХЭ состоит из различного набора тепловых таблеток, теплоизоляционных прокладок, элементов-имитаторов (ЭХЭ, не включенных в электрическую цепь), стальных прокладок.

Тепловая схема, обеспечивающая требования ТЗ по электрическим характеристикам и габаритам, подбиралась путем сравнения расчетных температурных полей различных вариантов (различный материал прокладок, их количество, толщина, различное количество и расположение ПТ).

Расчет проводился с помощью специально созданной программы [6, 8], математическая модель которой основана на конечно-разностной аппроксимации системы дифференциальных уравнений теплового баланса, описывающих нестационарный тепловой процесс в многослойном теле [6,7,8]. Конструкция РИТ представлена в виде кусочно-однородного осесимметричного тела, каждая однородная область которого характеризуется своими теплофизическими и геометрическими параметрами, источниками тепла: ПТ, экзотермические реакции на литиевом аноде при взаимодействии с газами. Осесимметричность конструкции позволяет трехмерную задачу свести к двумерной, затем к двум независимым одномерным задачам по радиусу и по оси РИТ.

Торцевая изоляция РИТ включает два элемента-имитатора со своими ПТ и дополнительные ПТ. Чтобы избежать перегрева элемента-имита-

тора между дополнительными ПТ и ПТ, обеспечивающей разогрев элемента-имитатора, вводится теплоемкость в виде стальных пластин и прокладок из теплоизоляционного материала «Картон-Н» и асбеста. За дополнительными ПТ находится набор прокладок из асбеста и «Картона-Н», ограничивающий отвод тепла на корпус РИТ. Далее следует конструктивно необходимый набор прокладок, обеспечивающий поджатие блока ЭХЭ.

Для расчёта температурных полей выбраны точки: 1) крайний рабочий ЭХЭ со стороны крышки РИТ, 2) средний ЭХЭ, 3) крайний рабочий ЭХЭ со стороны дна блока электродов. На рисунке 1 показано расчетное изменение во времени температур крайних и среднего элементов блока ЭХЭ при начальной температуре РИТ + 50°С. Как видно из графика, температура элементов блока ЭХЭ в течение заданного ТЗ времени работы (850 с) находится в пределах диапазона рабочих температур ЭХЭ (350–600)°С.

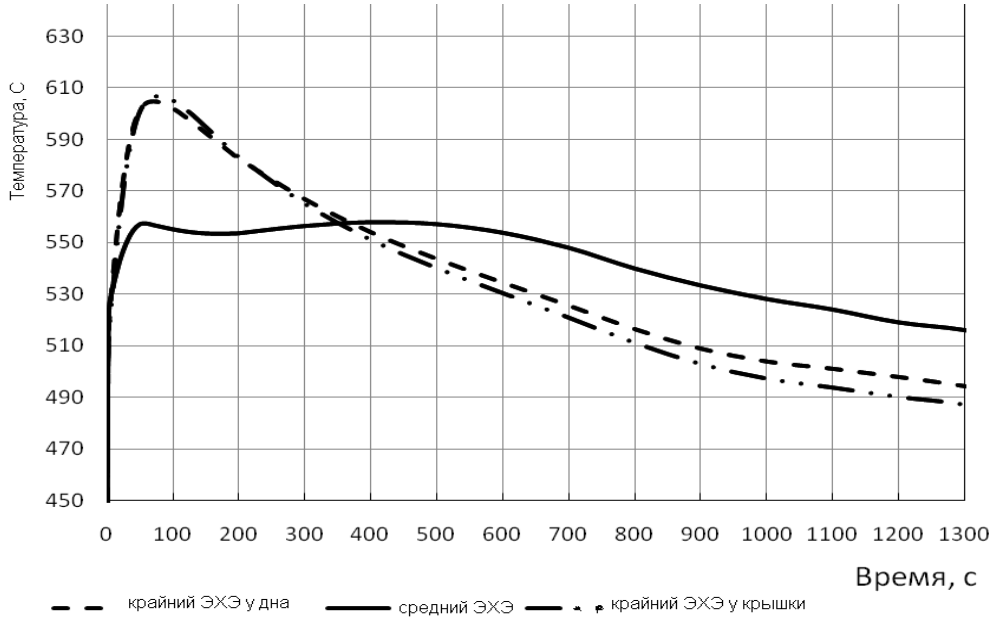


Рисунок 1. Расчетное изменение температуры в блоке ЭХЭ

Выводы:

Произведены расчёты вариантов теплового баланса РИТ, проведена оптимизация его конструкции на основе математической модели конечно-разностной аппроксимации системы дифференциальных уравнений теплового баланса.

Библиографический список

1. Кукоз Ф.И., Труш Ф.Ф., Кондратенков В.И. Тепловые источники тока [Текст] / Ростов-на-Дону: Изд. Рост. унив., 1989. – 176 с.
2. Химические источники тока. [Текст] / Под ред. Н.В. Коровина // Справочник. – М.: Изд-во МЭИ, 2003. – 740 с.
3. Моделирование конструкции резервного источника тока. [Текст] / Гришин С.В., Мамонтова Ю.Е., Каверин О.А., Стекольников Ю.А. // «Учёные записки Орловского государственного университета». – 2010 . – № 4 (38). – С . 42–44.
4. Патент РФ 2 393 591 «Тепловой химический источник тока» / Кондратенков В.И., Гришин С.В. 2010 г.
5. L.R. Mc Coy, L.A. Heredy [Текст] / 11th IECEC, p 485–490. 1976.
6. «Метод суперпозиции для расчёта нестационарных температурных полей» [Текст] / Коробов В.А., Якушева А.Г. // Автономная энергетика. – 1996. – № 7. – С. 24–27.

7. Моделирование процесса теплового баланса многослойного тела с источниками тепла на примере теплового химического источника тока [Текст] / Зайцев А.А., Сидоров А.В., Каверин О.А., Гришин С.В., Стекольников Ю.А. // Материалы I научно-практической конференции по источникам тока. – Елец, 2011.
8. Метод расчёта нестационарного поля температур многослойного цилиндрически-симметричного тела с источниками тепла [Текст] / Сидоров А.В. // Вестник ЕГУ им. Бунина, вып. 21, серия «Технические науки», 2008. – С. 117.

S.V. GRISHIN, A.G. YAKUSHEVA, O. A. KAVERIN, YU.A. STEKOLNIKOV

CALCULATION OF THERMAL BALANCE AND DESIGN OF THE RESERVE SOURCE OF THE CURRENT (RITAS)

Modeling of a design of RITAS of electrochemical system iron lithium-disulfid on the set parameters.

Key words: ***a reserve source of a current, calculation of thermal balance.***

***Э.Р. ОСКОТСКАЯ**, доктор химических наук, профессор, заведующая кафедрой химии Орловского государственного университета*
Тел. (4862) 77-78-18
***Н.Н. БАСАРГИН**, доктор химических наук, профессор Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН (ИГЕМ РАН)*
Тел. (495) 3365668
***С.А. ГАВРИН**, аспирант кафедры химии Орловского государственного университета*
Тел. (4862) 777818; gavrin@orel.ru

ЗАКОНОМЕРНОСТИ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ В РЯДУ ПОЛИМЕРНЫХ СОРБЕНТОВ С АМИНО-АЗО-ОКСИ-ФАГ И ИХ КОМПЛЕКСОВ С ИОНАМИ ВАНАДИЯ (IV)

Исследованы условия взаимодействия полимерных комплексообразующих сорбентов (ПКС) – производных полистирол-2-амино-азо-2'-оксибензола с ионам ванадия (IV). Определены следующие параметры процесса: оптимальные условия сорбции (кислотность, температура, время), сорбционная емкость сорбентов, константы устойчивости комплексов. Установлены количественные QSPR-зависимости между константами Гаммета (σ_{n+o}) заместителя и pH_{50} комплексообразования исследуемого элемента, между pK'_a и устойчивостью образуемых комплексов (lg β) с целью изучения закономерностей влияния особенностей строения на физико-химические свойства систем «ванадий (IV) — полимерный сорбент».

Ключевые слова: ***комплексообразование, полимерные сорбенты, сорбция, константы Гаммета, количественные зависимости.***

Одной из важнейших задач современной химической науки является установление зависимостей между структурой и свойствами веществ (Quantitative Structure – Property Relationship). Число синтезируемых новых органических реагентов постоянно увеличивается, поэтому самой актуальной задачей является количественное предсказание конкретных свойств для новых, еще не синтезированных веществ на основании определенных физико-химических параметров отдельных соединений.

Характерным отличием комплексообразующих сорбентов является наличие в полимерной матрице химически активных групп, способных взаимодействовать с находящимися в растворе ионами металлов с образованием прочных комплексов. Свойства сорбентов главным образом обусловлены структурой и физико-химическими свойствами введенных в матрицу функциональных аналитических групп (ФАГ).

Обсуждаются результаты исследования полимерных систем «ванадий (IV) – комплексообразующий сорбент с амино-азо-окси-функциональной группой». Установлены QSPR-взаимосвязи структурных параметров и физико-химических свойств изучаемых полимерных систем.

© Э.Р. Оскотская, Н.Н. Басаргин, С.А. Гаврин

Изучение и сопоставление таких параметров, как константы Гаммета для орто- и пара-заместителей, константы кислотно-основной ионизации функциональных групп сорбентов (pK'_a), pH_{50} комплексообразования исследуемых катионов ванадия (IV), константы устойчивости образуемых комплексов ($\lg \beta$), позволило установить следующие количественные зависимости: $pK'_a - pH_{50}$, $\sigma_{п+о} - pH_{50}$, $\sigma_{п+о} - \lg \beta$.

Установленные корреляции представляют теоретическую основу для осуществления направленного синтеза, выбора и применения ПКС с оптимальными физико-химическими и сорбционными свойствами в процессах выделения и концентрирования микроэлементов.

Исходный раствор ванадия (IV) с концентрацией 1 мг/мл готовили растворением точной навески $VOSO_4 \cdot H_2O$ квалификации «х.ч.» по методике, приведенной в работе [1]. Рабочие растворы готовили разбавлением исходных растворов.

ПКС имели квалификацию «х.ч.». Содержание ФАГ (ψ) контролировалось элементным анализом на ключевые атомы и определением сорбционной емкости сорбента (СЕС). Перед использованием шарообразные гранулы сорбента истирали в агатовой ступке до тонкодисперсного состояния, просеивали через сито с порами 200 меш (0,074 мм).

pH растворов регулировали добавлением разбавленной HNO_3, ацетатным или боратным буферным раствором и измеряли на pH-метре Иономер И-500 с точностью измерения ± 0,05. Ионную силу растворов поддерживали добавлением нитрата натрия. Контроль концентрации ванадия (IV) в опытных растворах осуществляли спектрофотометрическим методом с реагентом Невазол НС.

Условия сорбции – время (t, мин.), температура (t, °C), оптимальная кислотность ($pH_{опт}$) – исследовали по описанной методике [2]. В ходе эксперимента использовали растворы объемом 25 мл, содержащие 25 мкг элемента и 25 мг сорбента. Величины pH_{50} сорбции определяли графически из зависимости R (%) – pH, где R – степень сорбции. Величину сорбционной емкости сорбента (СЕС) определяли как количество элемента (в мг), сорбированное 1 г сорбента; установление СЕС проводили в подобранных ранее оптимальных условиях сорбции. Константы устойчивости комплексов ПКС с ионами ванадия (IV) определяли при температуре 20 ± 2°C потенциометрическим методом [3].

В качестве ФАГ в структуре сорбентов данного класса выступает орто-амино-азо-орто'-гидрокси-группировка. Константы ионизации ФАГ сорбентов были определены ранее в работе [4].

В таблице 1 приведены результаты исследований физико-химических и аналитических параметров сорбции микроколичеств ванадия (IV) полимерными комплексообразующими сорбентами данной группы.

Количественная сорбция протекает при комнатной температуре (20 ± 2°C) за 20–40 мин. Повышение температуры до 60°C сокращает время сорбции на 5 – 10 мин. Полученные результаты показали, что величина СЕС для изученных сорбентов находится в пределах 9,6 – 11,4 мг V (IV) /г сорбента.

Определение числа вытесненных при сорбции протонов (n) позволяет установить факт участия ФАГ в комплексообразовании. После сопоставления значений pH и степени извлечения элемента (R, %) графически по величине тангенса угла наклона прямой в координатах $\lg R/(100–R)$ – pH вычисляли n. В исследованных системах наблюдается вытеснение одного протона.

Сопоставление величин pH_{50} сорбции ванадия (IV) с кислотно-основными свойствами (pK'_a) ФАГ сорбентов указало на наличие корреляционных зависимостей (рис. 1), которые описываются уравнением прямой: $pK'_a = 0{,}84 \cdot pH_{50} - 5{,}36$ ($r = 0{,}997$)

Установленные корреляционные зависимости позволяют осуществить количественный прогноз pH_{50} сорбции и прочности комплексов ионов изучаемых элементов с данной группой сорбентов, исходя из величин pK'_a. Установленные зависимости позволяют предположить существование количественной связи между структурным параметром сорбента – константами Гаммета для орто- и пара-заместителей, с одной стороны, и величиной pH_{50} сорбции (рис. 2).

Наличие количественной связи между pK'_a(OH) ФАГ сорбента и величиной pH_{50} сорбции элемента подтверждает непосредственное участие 2'-гидроксогруппы ФАГ изучаемых сорбентов в образовании хелатного цикла с элементом.

Таблица 1 – Характеристики комплексообразования ванадия (IV) полимерными сорбентами (t = 20±2°C, μ = 1, *R* = 95–100%)

№ п/п	Сорбент	$pH_{опт}$	pH_{50}	CEC_{Me}, мг/г	*τ*, мин	lg *β*
1	полистирол-2-амино-(1-азо-1')-2'-оксибензол	4,50-6,00	3,00	9,60	20	6,78
2	полистирол-2-амино-(1-азо-1')-2'-окси, 5'-сульфобензол	4,20-5,60	1,95	10,25	30	6,27
3	полистирол-2-амино-(1-азо-1')-2'-окси, 5'-нитробензол	4,30-5,70	1,58	11,20	20	6,15
4	полистирол-2-амино-(1-азо-1')-2'-окси, 5'-хлор,3'-сульфобензол	4,30-5,80	2,62	10,60	40	6,60
5	полистирол-2-амино-(1-азо-1')-2'-окси, 3',5'-дисульфобензол	4,10-5,60	2,30	10,10	30	6,46
6	полистирол-2-амино-(1-азо-1')-2'-окси, 5'-нитро,3'-сульфобензол	3,70-5,30	2,15	11,40	20	6,40

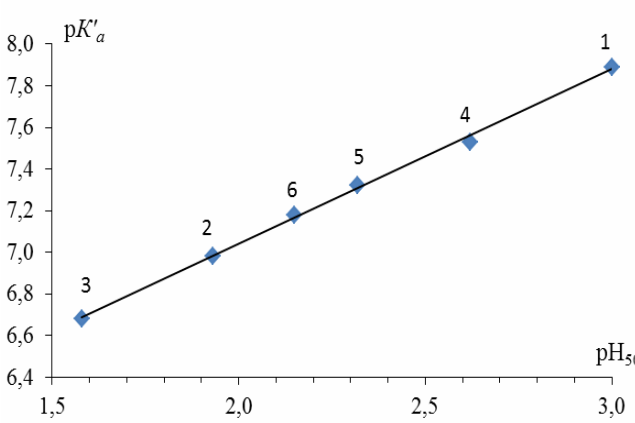


Рис. 1. Корреляционная зависимость кислотно-основных свойств (pK'$_a$) функциональных аналитических групп сорбентов с величинами pH_{50} сорбции ванадия (IV) (1–6 – номера сорбентов).

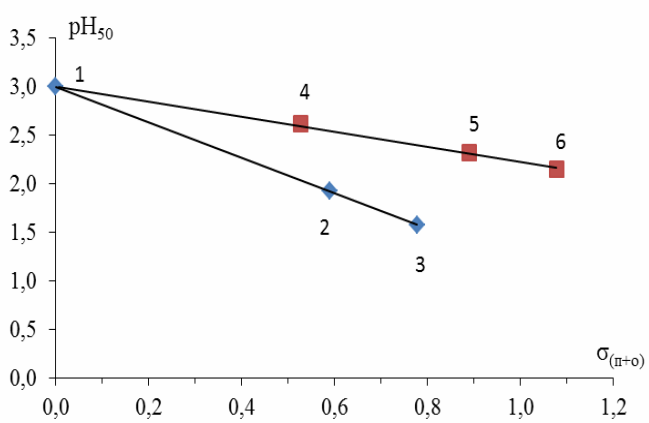
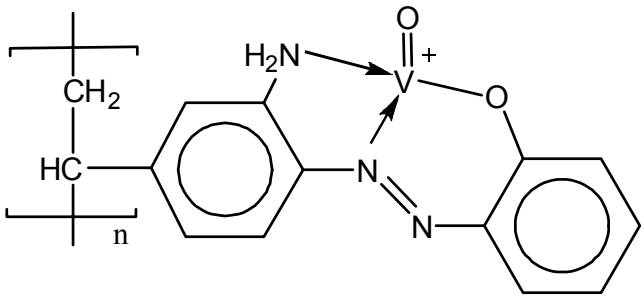


Рис. 2. Корреляционная зависимость констант Гаммета ($\sigma_{п+о}$) с величинами pH_{50} сорбции ванадия (IV) (♦ – монозамещенные и ■ – дизамещенные сорбенты).

Учет констант гидролиза ванадия (IV) [5] показывает, что при оптимальных условиях сорбент с амино-азо-группой взаимодействует с ванадил-ионами (VO^{2+}). Сопоставление ионного состояния ванадия (IV) и известной структуры ФАГ, а также число вытесненных при комплексообразовании протонов позволяют предположить наиболее вероятную структуру образующегося хелатного комплекса:



Данная структура комплекса предусматривает формирование валентной связи иона ванадила с атомом фенольного кислорода и с атомом азота азогруппы, т.е. образуется 6-членный цикл.

Сопоставление констант ионизации ФАГ сорбентов с величинами констант устойчивости комплексообразующей группы позволило установить корреляционные зависимости и между этими параметрами (рис. 3). В математической форме зависимость для системы «ванадий (IV) – полимерный сорбент» описывается уравнением прямой:

$$pK'_a = 1{,}86 \cdot \lg \beta - 4{,}75 \quad (r = 0{,}997)$$

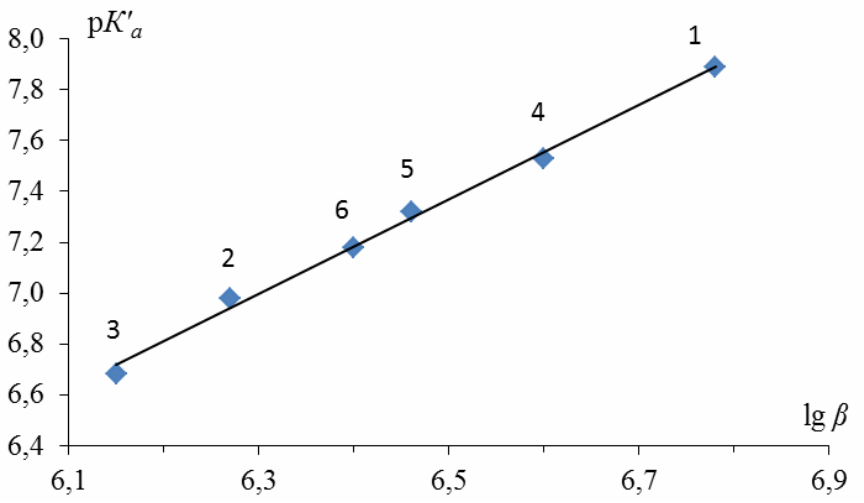


Рис. 3. Корреляционная зависимость кислотно-основных свойств ФАГ сорбентов (pK'$_a$) с константами устойчивости (lg β) образуемых комплексов с ионами ванадия (IV) (1–6 – номера сорбентов).

Определены условия комплексообразования полимерных сорбентов – производных полистирол-2-амино-азо-2'-оксибензола с ионам ванадия (IV). Установлены количественные QSPR-зависимости между структурой полимерного сорбента и аналитическими свойствами процесса комплексообразования систем с ионами ванадия.

Библиографический список

1. Коростелев П.П. Приготовление растворов для химико-аналитических работ / П.П. Коростелев. – М.: Изд. АН СССР, 1962. – 311 с.
2. Оскотская Э.Р. Теоретические и практические аспекты применения полимерных хелатоообразующих сорбентов с о-окси-карбокси функциональной группой в анализе объектов окружающей среды на содержание Pb, Zn, Cd, Cu, Co, Ni, V, Cr, Mn.: [монография]. Том 2. / Э.Р. Оскотская, Н.Н. Басаргин, Г.И. Карпушина. – Орел: ОГУ, полиграфическая фирма «Картуш», 2006. – 173 с.
3. Салдадзе К.М. Комплексообразующие иониты (комплекситы) / К.М. Салдадзе, В. Д. Копылова-Валова. – М.: Химия, 1980. – 336 с.
4. Басаргин Н.Н. Определение констант ионизации полимерных хелатообразующих сорбентов методом потенциометрического титрования / Н.Н. Басаргин, Д.В. Салихов, Д.Н. Дорофеев [и др.] // Известия вузов. Химия и химическая технология. – 2000. – Т. 43. – № 1. – С. 63–67.
5. Музгин В.Н. Аналитическая химия ванадия. Серия: «Аналитическая химия элементов» / В.Н. Музгин, Л.Б. Хамзина, В.Л. Золотавин, И.Я. Безруков. – М.: Наука, 1981. – 216 с.

E.R. OSKOTSKAYA, N.N. BASARGIN, S.A. GAVRIN

THE REGULARITIES OF COMPLEXING IN THE SERIES OF POLYMER SORBENTS WITH AMINO-AZO-OXY-FAG AND THEIR COMPLEX WITH IONS OF VANADIUM (IV)

Experimentally determined conditions of interaction of polymer complexing sorbents (PCS) – derivatives of polystyrene-2-amino-azo-2'-oxybenzene with ions of vanadium (IV). This lets us define the following parameters: the optimal conditions of sorption (pH, temperature, time), the sorption capacity of sorbents, the stability constants of complexes. A Quantitative Structure – Property Relationship is observed between the Hammett constants and pH_{50} sorption of the element, between pK'_a and stability of complexes (lg β), these dependences allow us to study the regularities influence of the structural features to the physico-chemical properties of systems "vanadium (IV) – polymer sorbent".

Key words: ***polymer sorbents, sorption, Hammett constants, Quantitative Structure – Property Relationship.***

***Э.Р. ОСКОТСКАЯ**, доктор химических наук, профессор, заведующая кафедрой химии Орловского государственного университета*
Телефон: (4862) 777818
***Е.Н. ГРИБАНОВ**, аспирант кафедры химии Орловского государственного университета*
Тел. (4862) 777818; gribanovEN@gmail.com
***Н.Н. БАСАРГИН**, доктор химических наук, профессор Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН (ИГЕМ РАН)*
Телефон: (495) 3365668

ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ КОНЦЕНТРИРОВАНИЕ И СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВАНАДИЯ(IV) ПРИ АНАЛИЗЕ ГОРНЫХ ПОРОД

Описана комбинированная методика спектрофотометрического определения V(IV) в горных породах, основанная на избирательном предварительном концентрировании ионов металла полимерным комплексообразующим сорбентом – полистирол-2-окси-(1-азо-1')-2′-окси– 3′,5′-динитробензолом. Определению не мешают присутствие n·10^5-кратных массовых количеств K, Na; n·10^4 – Ca, Mg; n·10^3 – Ba, Sr, Al, Fe(III); n·10^2 – Ti(IV), Ni, Co, Mo(IV), Zr(IV), Cd. Правильность методики проверена на стандартном образце. Относительное стандартное отклонение не более 0,04.

Ключевые слова: ***ванадий(IV), полимерные сорбенты, предварительное концентрирование.***

Прямое определение ванадия(IV) на уровне микроколичеств физико-химическими методами в реальных объектах в присутствии макрокомпонентов матрицы приводит к значительному снижению точности и чувствительности определения, в связи с чем актуальной представляется разработка новых способов и приемов проведения химического анализа, позволяющих определять микроконцентрации данного элемента в природных и технических объектах, отличающихся высокой избирательностью и эффективностью, при возможно меньших затратах и простоте работы.

Перспективным при решении поставленной проблемы представляется подход, основанный на сочетании предварительного концентрирования и разделения металлов полимерными комплексообразующими сорбентами (ПКС), содержащими в своей матрице функционально-аналитические группы (ФАГ), и последующего их инструментального определения. Сорбенты данного класса соединений позволяют проводить как индивидуальное, так и групповое выделение элементов, нивелируя влияние матрицы и обеспечивая высокий коэффициент концентрирования.

В настоящей работе рассматривается новая комбинированная методика определения ванадия(IV) в горных породах, основанная на предварительном концентрировании металла полимерным комплексообразующим сорбентом – полистирол-2-окси-(1-азо-1')-2′-окси-3′,5′-динитробензол и последующем спектрофотометрическом опре-

© Э.Р. Оскотская, Е.Н. Грибанов, Н.Н. Басаргин

делении. Выбор данного сорбента из ряда ранее изученных ПКС с *о,о'*-диокси-(1-азо-1')-ФАГ обусловлен его хорошими аналитическими свойствами [1, 2].

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Исходный раствор V(IV) с концентрацией 0,5 мг/мл готовили растворением точной навески квалификации «х.ч.» в дистиллированной воде. Рабочие растворы готовили разбавлением исходного раствора [1]. Кислотность среды измеряли pH-метром Иономер И-500 с точностью измерения ± 0,05 ед. pH. Контроль концентрации V(IV) в растворах после сорбции осуществляли на спектрофотометре СФ-46, используя в качестве реагента невазол НС ($\lambda_{опт.}$ = 565 нм, pH ~ 2,5) [2].

Сорбенты синтезированы в ЦХЛ ИГЕМ РАН и имели классификацию «х.ч.». Содержание функциональных аналитических групп контролировали элементным анализом и определением сорбционной емкости. Перед использованием гранулы ПКС истирали в ступке до тонкодисперсного состояния, фракционный состав полученного порошка определен седиментационным методом в работе [3].

Условия сорбции (время, температура, pH) исследовали по методике, описанной в [4]. Изучение оптимальных условий сорбции проводили в водных растворах объемом 25 мл, содержащих 25 мкг элемента и 25 мг сорбента. Из графика зависимости R,% – pH, где R – степень сорбции, находили $pH_{опт}$ и pH_{50}.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Количественное извлечение V (IV) (R ≥ 95%) полистирол-2-окси-(1-азо-1')-2′-окси- 3′,5′-динитробензолом происходит в статических условиях в интервале значений pH 3,0–3,6 в течение 40 минут при комнатной температуре (рис. 1, 2).

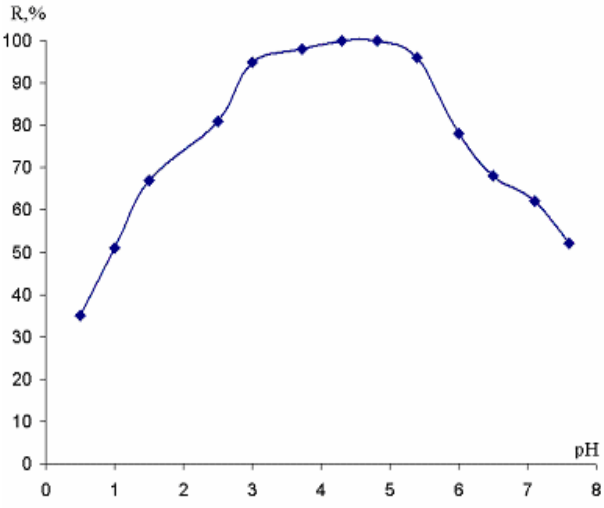


Рис. 1. Зависимость степени извлечения V(IV) полистирол-2-окси-(1-азо-1')-2′-окси-3′,5′-динитробензолом от pH раствора

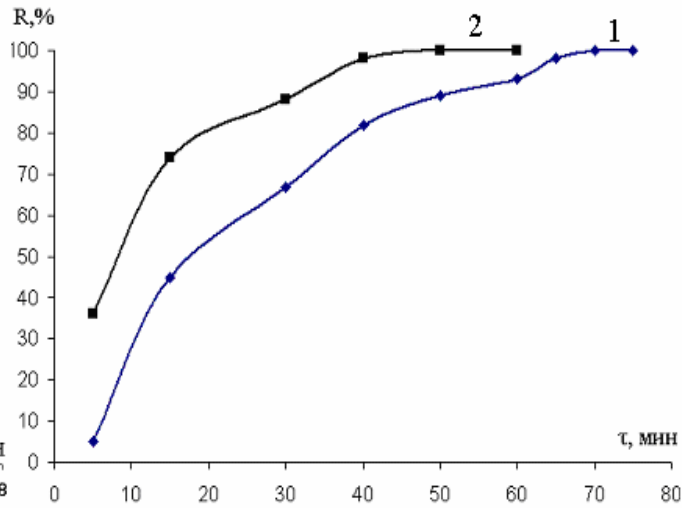


Рис. 2. Кинетика сорбции V(IV) полистирол-2-окси-(1-азо-1')-2′-окси-3′,5′-динитробензолом при 1 – t = 20±1°C; 2 – t = 30±1°C;

Изучение влияния посторонних ионов на сорбцию показало, что данный ПКС обеспечивает количественное извлечение V(IV) в присутствии $n\cdot10^5$-кратных массовых количеств K, Na; $n\cdot10^4$ – Ca, Mg; $n\cdot10^3$ – Ba, Sr, Al, Fe(III); $n\cdot10^2$ – Ti(IV), Ni, Co, Mo(IV), Zr(IV), Cd. Сорбционная емкость сорбента по ванадию(IV) составляет 10,3 мг/г. Установлена возможность десорбции металла после концентрирования на синтезированном сорбенте, и определены условия количественной десорбции (промывка концентрата на фильтре 20 мл 2М HNO_3), при этом возможно повторное использование регенерированного сорбента для последующих процессов концентрирования.

Ход анализа.

а) Разложение породы. Для количественного извлечения следовых количеств V(IV) из горных пород перед процессом концентрирования необходимо перевести ванадий в необходимую форму, которая будет сорбироваться комплексообразую-

щим сорбентом в выбранных условиях. Для этого навеску анализируемого материала массой 0,1–1,0 г смешивают с 6-кратным количеством смеси для спекания (карбонат натрия и оксид магния в соотношении 4:1). На дно платинового тигля помещают небольшое количество этой же смеси и высыпают подготовленную навеску, сверху покрывают небольшим количеством чистой смеси. Тигель помещают в муфель и спекают при 800–900°С в течение 45 мин. Полученный сплав выщелачивают горячей водой, нагревают до полного разложения спека, доливают 0,5 мл этилового спирта для разрушения манганата, отфильтровывают. Далее восстанавливают ванадий до ванадия(IV). Для этого к раствору добавляют 40 мл серной кислоты (1:1) и выпаривают до начала выделения паров H_2SO_4. По охлаждении к раствору добавляют избыток сухого $KMnO_4$ для окисления железа и органического вещества. Далее выпаривают раствор с 50 мл HCl до начала выделения паров H_2SO_4, добавляют еще 25 мл HCl и повторяют выпаривание до обильного выделения паров. Разбавляют раствор 200 мл воды. Полученный раствор используют для проведения концентрирования.

б) Предварительное концентрирование. Вводят 0,5 г гидрофосфата натрия, 0,3 г фторида натрия для маскирования мешающих элементов, прибавляют 0,1 г полистирол-2-окси-(1-азо-1')-2′-окси– 3′,5′ -динитробензола. Устанавливают кислотность среды pH 3,0–3,6 и перемешивают в течение 40 минут при комнатной температуре. Затем сорбент отфильтровывают на фильтре «синяя лента», промывают 2–3 раза дистиллированной водой. Далее десорбируют V(IV), промывая сорбент на фильтре 20 мл раствора 2М HNO_3. Элюат анализируют спектрофотометрическим методом. Параллельно проводят контрольный опыт.

Правильность методики определения V(IV) после избирательного концентрирования проверена на стандартном образце горной породы (таблица 1).

Предлагаемый экспрессный, избирательный комбинированный сорбционно-спектрофотометрический метод определения V(IV) в анализе горных пород, содержащих высокие концентрации щелочных, щелочно-земельных и других элементов, включающий в себя стадию предварительного концентрирования ПКС – полистирол-2-окси-(1-азо-1')-2′-окси- 3′,5′ -динитробензолом, позволяет выделять и определять V(IV) на уровне 10^{-3}–10^{-5}%, расширяя границы применения спектрофотометрии, показывает высокую воспроизводимость результатов.

Таблица 1 – Проверка правильности результатов определения V(IV) на стандартном образце горной породы после предварительного концентрирования сорбентом полистирол-2-окси-(1-азо-1')-2′-окси-3′,5′-динитробензолом (n=5, P=0,95)

Объекты анализа	Элемент	Содержание элемента по паспорту, %	Найдено предлагаемым методом, %	s_r
СО Гранат-биотитовый плагиогнейс «ГБПг-1»	V	0,0097±0,0007	0,0098±0,0004	0,04

Библиографический список

1. Басаргин Н.Н., Оскотская Э.Р., Грибанов Е.Н., Розовский Ю.Г. Закономерности комплексообразования в ряду сорбентов на полистирольной матрице и их комплексов с хромом (III) и марганцем (II) //Журнал неорганической химии, 2011. – Том 56. – № 2. – С. 348–352.
2. Басаргин Н.Н., Оскотская Э.Р., Симакова О.Е., Дорофеева Е.А. Теоретические и практические аспекты применения полимерных хелатообразующих сорбентов о,о′-диокси-азо – функциональной аналитической группировкой в анализе объектов окружающей среды на содержание Be, Cd, Sc, Y, Co, Ni: Монография. Том 1. – Орел: ОГУ, «Картуш», 2006. – 176 с.
3. Коростелев П.П. Приготовление растворов для химико-аналитических работ. – М.: Изд. АН СССР, 1962. – 311 с.

4. Музгин В.Н., Хамзина Л.Б., Золотавин В. Л., Безруков И.Я. Аналитическая химия ванадия. – М.: Наука, 1981. – 216 с.
5. Оскотская Э.Р., Басаргин Н.Н., Грибанов Е.Н. Определение гранулометрического состава полимерных комплексообразующих сорбентов седиментационным методом. // Ученые записки Орловского государственного университета. – 2009. – № 4 (34). – С. 72–75.
6. Басаргин Н.Н., Розовский Ю.Г., Голосницкая В.А. и др. Органические реагенты и хелатные сорбенты в анализе минеральных объектов. – М.: Наука, 1980. – С. 82–116.

E. R. OSKOTSKAYA, E. N. GRIBANOV, N.N. BASARGIN

PRECONCENTRATION AND SPECTROPHOTOMETRIC DETERMINATION OF VANADIUM (IV) IN THE ANALYSIS OF ROCKS

Described a combined technique of spectrophotometric determination of V (IV) in rocks, based on preconcentration of metal ions complexing polymer sorbents – polystyrene-2-hydroxy-(1-azo-1')-2'-hydroxy-3',5'-dinitrobenzenes. Definition, do not interfere with the presence of **n·10^5** ***– fold mass amounts of K, Na;*** **n·10^4** ***– Ca, Mg;*** **n·10^3** ***– Ba, Sr, Al, Fe (III);*** **n·10^2** ***– Ti (IV), Ni, Co, Mo (IV), Zr (IV), Cd. Accuracy of the procedure is tested on a standard sample. The relative standard deviation less than 0.04.***

Key words: ***vanadium (IV), polymer sorbents, preconcentration.***

***Г.М. АМАНКЕЛЬДИЕВА**, аспирант кафедры экологии и рационального природопользования Брянского государственного университета*
Тел. 8(4832)410897; kafedrapfikp@mail.ru

ПОКАЗАТЕЛИ ЗДОРОВЬЯ И ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ УЧАЩИХСЯ ШКОЛ НОВОГО ТИПА В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

В статье рассмотрена проблема сохранения здоровья учащихся школ нового типа в условиях техногенного загрязнения атмосферного воздуха. Установлено, что внедрение в учебно-воспитательный процесс элементов здорового образа жизни в лицее и увеличение количества уроков физкультуры с введением дополнительных оздоравливающих и закаливающих процедур в «школе здоровья» способствуют существенному повышению числа практически здоровых учащихся по сравнению со сверстниками из техногенно загрязненных районов, обучающихся в общеобразовательной школе.

Ключевые слова: ***школы нового типа, здоровье учащихся, техногенное загрязнение атмосферного воздуха.***

Введение. Согласно данным литературы, в условиях антропогенного загрязнения окружающей среды возрастает уровень заболеваемости, нарушаются показатели здоровья и физического развития учащихся [1, 2, 3].

Школьники с отклонениями в состоянии здоровья не могут полностью осваивать программу обучения, рассчитанную на абсолютно здорового человека [4, 5]. В исследованиях, выполненных в г. Орле, выявлено нарушение адаптации детей младшего школьного возраста к учебным нагрузкам, снижение морфофункциональных и психофизиологических показателей школьников 11–12 лет в классах с общеобразовательным, гуманитарным и математическим профилями обучения [6, 7].

Выявление влияния техногенных экологических факторов на формирование уровня здоровья школьников при использовании инновационных технологий обучения в учебных заведениях нового типа (гимназиях, лицеях) представляет значительную актуальность, однако данный вопрос слабо изучен, что определило направление настоящих исследований.

Цель исследования. Оценить состояние здоровья учащихся школ разного типа во взаимосвязи со степенью техногенного загрязнения окружающей среды в районах проживания.

Материал и методы исследования. Экологическая оценка районов проживания обследованных школьников проведена на основе статистического анализа данных официальной документации Брянского центра по гидрометеорологии и монито-

© Г.М. Аманкельдиева

рингу окружающей среды, Центра гигиены и эпидемиологии в Брянской области, Государственных докладов «О состоянии окружающей природной среды Брянской области» (2003–2007 гг.). В зависимости от степени техногенного загрязнения атмосферного воздуха районы проживания обследованных учащихся разделены на пять экологических групп (ЭГ).

В соответствии с выделенными группами объектами исследований выбраны учащиеся образовательных учреждений разного типа в возрасте 10–11, 13–14, 15–16 лет, проживающие в экологически различных микрорайонах г. Брянска. Общее число обследованных – 630 человек (311 девочек, 319 мальчиков).

Проведено комплексное изучение показателей здоровья обследованных учащихся, включающее: оценку социальных условий и образа жизни школьников; определение показателей физического развития (длина и масса тела, гармоничность развития (индекс Кеттле); жизненная емкость легких (ЖЕЛ); функциональная тонометрия с определением типа реакции сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку).

Уровень неспецифической резистентности организма оценивали по подтвержденным острым заболеваниям (респираторные инфекции) и обострениям хронических заболеваний за предшествующий осмотру год на основании анализа медицинской документации.

Статистический анализ материалов исследований проводился с использованием прикладной программы Microsoft Excel Statistical 6.0 в среде Windows с применением параметрических методов анализа. Статистические решения принимались на 5%-ном уровне значимости.

Результаты исследования. Здания всех образовательных учреждений, где проведены исследования, соответствуют санитарным требованиям. При анализе среды закрытых школьных помещений отмечается благоприятный микроклимат в учебных классах. Качество среды закрытых учебных помещений соответствует гигиеническим требованиям, предъявляемым к условиям обучения в общеобразовательных учреждениях.

Экологический анализ степени техногенного загрязнения окружающей среды в районах расположения анализируемых образовательных учреждений и проживания учащихся выявляет существенные различия по отдельным микрорайонам. Наиболее высокая степень техногенного загрязнения атмосферного воздуха выхлопными газами автотранспорта отмечается в районе расположения МОУ СОШ № 14, гимназии и лицея № 1. Эти учебные заведения находятся вблизи автомагистралей с примерно одинаковой оживленностью автомобильного движения; химический анализ атмосферного воздуха в этих микрорайонах выявляет содержание выше предельно допустимых норм ряда токсических компонентов, в основном окислов азота и серы, оксида и диоксида углерода, углеводородов.

МОУ СОШ № 17 и школа № 62 расположены вдали от автомагистрали. Химический анализ атмосферного воздуха выявляет существенно более низкие концентрации токсических поллютантов, не превышающие предельно допустимые уровни.

МОУ СОШ № 14, МОУ СОШ № 17 – общеобразовательные школы, занимающиеся по традиционной программе. Школа № 62 – «школа здоровья»; в школе 2 спортивные площадки, 2 спортзала, бассейн, корт (зимой), сауна, столовая, буфет, фитобар, комната психоразгрузки; зеленые уголки, серьезное внимание уделяется санитарно-гигиеническому режиму.

Лицей № 1 – МОУ повышенного типа, реализуется целевая программа «Здоровье», содержащая комплекс профилактических мероприятий. С 2002 г. функционирует физкультурно-оздоровительный центр, на базе которого работают спортивные секции волейбола, баскетбола, легкой атлетики. Центр реализует программу физического совершенствования и оздоровления учащихся. С 2001 г. функционирует Дом спорта, отвечающий всем современным нормативам спортивных сооружений.

В зависимости от степени техногенного химического загрязнения атмосферного воздуха в районах проживания все учащиеся разделены на пять экологических групп (ЭГ): I – МОУ СОШ № 17; II – МОУ СОШ № 14; III – школа № 62; IV – гимназия; V – лицей № 1.

Проведенный анализ показателей здоровья и заболеваемости обследованных учащихся выявил следующее.

Среди учащихся, занимающихся по программе общеобразовательной школы и проживающих в техногенно загрязненных районах, в динамике обучения от 5 к 10 классу процент практически здоровых девочек уменьшается в 1,22 раза при возрастании процентного соотношения учениц, отнесенных к III группе здоровья. Среди сверстниц, обучающихся по той же общеобразовательной программе, но проживающих в «экологически чистом» районе, процентное соотношение пятиклассниц, отнесенных к I и II группам здоровья, выше в 1,49 раза. В отличие от II экологической группы (загрязнение атмосферного воздуха выхлопными газами автотранспорта), в I группе в динамике обучения от 5 к 10 классу процентное соотношение учениц, отнесенных к I группе здоровья, не снижается, а даже несколько возрастает. Среди мальчиков из техногенно загрязненного района наблюдаются аналогичные закономерности изменения процентного соотношения лиц, распределенных по показателям здоровья; в динамике школьного обучения от 5 к 10 классу число учеников, отнесенных к I–II группам здоровья, снижается в 1,24 раза.

Сопоставление показателей здоровья учащихся лицея, гимназии и общеобразовательной школы, проживающих в сопоставимых экологических условиях вблизи автомагистрали, выявляет более благоприятные тенденции в изменении общего уровня здоровья учащихся школ «нового типа» в динамике от 5 к 10 классу. Наиболее благоприятная динамика выявляется в отношении здоровья учащихся-лицеистов, как девочек, так и мальчиков; так, например, среди мальчиков процентное соотношение лиц, отнесенных к I и II группам здоровья, выше, чем среди сверстников из техногенно загрязненного района (II ЭГ), в 1,51 раза ($p<0,05$).

Более благоприятные показатели здоровья среди лицеистов, особенно старшеклассников, могут быть связаны с тем, что в лицее ведется активная пропаганда и внедрение элементов здорового образа жизни и очень активная и эффективная борьба с курением и наркоманией.

Среди детей и подростков «школы здоровья» наблюдаются более благоприятные показатели в здоровье учащихся по сравнению со сверстниками, обучающимися по программе общеобразовательной школы и проживающими в микрорайонах с сопоставимыми показателями по степени техногенного загрязнения окружающей среды. Так, в 5 классе среди девочек III ЭГ число практически здоровых лиц выше, чем во II экологической группе, в 1,32 раза, среди мальчиков – в 1,26 раза. К десятому классу соотношение представлено следующим образом: среди девочек из «школы здоровья» число практически здоровых лиц выше, чем среди сверстниц аналогичных групп, в 1,64 раза, среди мальчиков – в 1,47 раза ($p<0,05$).

Выявлен наиболее высокий процент лиц с острыми респираторными заболеваниями (ОРЗ, хронический трахеит, ларингит, острые вирусные инфекции) у детей и подростков из II экологической группы, существенно превышая показатели заболеваемости сверстников из I экологической группы, занимающихся по той же программе общеобразовательной школы, но проживающих в условиях более чистого атмосферного воздуха. Таким образом, отмечается снижение уровня неспецифической резистентности организма учащихся из техногенно загрязненных районов по сравнению со сверстниками из экологически более благоприятного микрорайона.

Среднегрупповые значения длины тела школьников во всех районах и учебных заведениях находятся в пределах должной физиологической нормы. Анализ среднегрупповых показателей длины тела обследованных школьников не выявил статистически существенных различий между учащимися из разных экологических групп, однако выявлены некоторые тенденции. Среднегрупповые показатели длины тела у мальчиков-лицеистов в возрасте 13–14 лет ниже, чем у сверстников из I ЭГ, а у подростков 15–16 лет, напротив, выше, чем у мальчиков из I экологической группы.

Установлено, что во всех группах, кроме пятиклассников МОУ СОШ № 62 и гимназии, большая часть учащихся относится к категории «норма», составляя 48,3–68,9%. По результатам сравнения показателей школьников МОУ СОШ № 17 и остальных учебных заведений отмечена тенденция к снижению процентного соотношения учащихся со значениями в пределах «нормы» в гимназии, лицее и МОУ СОШ № 14.

Среднегрупповые значения массы тела всех обследованных учащихся находятся в пределах должной физиологической нормы, без статистически существенных различий в разных экологических группах.

Анализ гармоничности развития с использованием индекса Кеттле выявляет достаточно большое количество лиц с дисгармоничным развитием (таблица). Среди девочек МОУ СОШ № 14, МОУ СОШ № 17, МОУ СОШ № 62, гимназии, лицея их число составило соответственно (%) 44,7; 54,2; 44,4; 41,4; 49,1; среди мальчиков тех же учебных заведений число лиц с отклонениями от гармоничного развития составило соответственно (%) 46,4; 51,1; 49,6; 44,0; 43,4.

Отмечено более высокое процентное соотношение учащихся с дефицитом массы тела в техногенно загрязненных районах по сравнению с экологически наиболее благополучным. Статистически существенные различия ($p<0,05$) выявлены у мальчиков МОУ СОШ № 62, гимназии, лицея и девочек лицея. Число учащихся с избытком массы тела, наоборот, несколько ниже во всех районах Брянска по сравнению с экологически благополучным (различия статистически существенны ($p<0,05$) у мальчиков и девочек МОУ СОШ № 62, лицея и мальчиков гимназии).

Таблица – Процентное соотношение лиц с различными показателями индекса Кеттле у обследованных школьников (%)

ЭГ	Пол	Показатель гармоничности		
		дефицит массы тела	гармоничное развитие	избыток массы тела
I	Д	19,3	55,3	25,4
	М	8,8	53,7	37,6
II	Д	34,4	45,8	19,8
	М	18,9	48,9	32,2
III	Д	34,6	55,6	9,8*
	М	31,5*	50,5	18,1*
IV	Д	30,4	58,6	11,0
	М	27,3*	55,9	16,7*
V	Д	40,3*	50,9	8,8*
	М	33,4*	56,7	10,0*

Примечание: * – различия с I группой статистически существенны ($0,01<p<0,05$)

Во всех половозрастных группах наиболее высокие значения жизненной емкости легких выявлены у школьников из «экологически чистого» микрорайона. Среди обучающихся в 5-х классах наиболее низкие показатели отмечены в МОУ СОШ № 14 у девочек (2,08±0,132 л) и в гимназии – у мальчиков (2,33±0,120 л). У учащихся 8-х классов наиболее низкие показатели у девочек в «школе здоровья» (2,86±0,169 л), у мальчиков – в гимназии и лицее (3,01±0,152 и 3,09±0,158 л соответственно). Следует отметить, что у старшеклассниц наиболее неблагоприятные показатели выявлены сразу в трех учебных заведениях: МОУ СОШ № 14, МОУ СОШ № 62, гимназии и составили соответственно (л) 3,04±0,162; 3,04±0,131; 3,03±0,135.

Сравнительный анализ индивидуальных показателей ЖЕЛ у обследованных школьников выявляет определенные различия среди девочек 5-х классов. В районе загрязнения атмосферного воздуха выхлопными газами выявлено в 2,4 раза больше школьниц с существенно сниженными показателями функции внешнего дыхания. У мальчиков того же возраста из техногенно загрязненного района процент лиц с низкими показателями ЖЕЛ в 1,44 раза выше, чем у сверстников из экологически благополучного микрорайона.

В «школе здоровья» учащихся с показателем ЖЕЛ ниже возрастной нормы не выявлено.

Исследование функциональных показателей сердечно-сосудистой системы учащихся, проведенное в начале учебного года, показало, что все обследованные школьники имеют исходные средние значения ЧСС и САД, соответствующие возрастным нормативам.

При анализе индивидуальных данных было установлено, что у 45,8–50,0% мальчиков и 57,1–64,3% девочек частота сердечных сокращений находилась в пределах возрастной нормы. У 41,7–42,8% мальчиков и 25,7–35,0% девочек выявлена ЧСС, превышающая должные половозрастные показатели.

Показатели САД, характерные для данного возраста, отмечены у 73,5–83,9% мальчиков и 70,8–72,4% девочек; 8,4–9,2% мальчиков и 10,5–16,7% девочек имели САД выше нормы. Пульсовое давление (ПД) в среднем составляло 35,8–38,1 мм рт. ст. у мальчиков и 37,1–39,3 мм рт. ст. у девочек.

Анализ гемодинамических показателей после предъявления функциональной пробы показал, что у 52,8–64,3% мальчиков и 30,4–50,0% девочек встречается нормотонический тип реакции сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку. Гипертонический тип реакции был выявлен у 14,3–20,3% мальчиков и 20,0–27,1% девочек. Учащиеся с дистоническим типом реагирования были зарегистрированы в 18,6–25,7% случаев среди мальчиков и в 23,3–33,3% случаев среди девочек. У 1,7–5,0% девочек был зафиксирован гипотонический тип реакции в ответ на физическую нагрузку. Гипотонический тип реакции, отражающий снижение функциональных возможностей сердечно-сосудистой системы, выявлен у школьников 5–8-х классов из микрорайонов с повышенным уровнем загрязнения атмосферного воздуха выхлопными газами автотранспорта.

Обсуждение.

Таким образом, выявлено влияние экологических факторов на формирование уровня физического здоровья и показатели физического развития детей и подростков. Установлено, что наиболее выраженный негативный эффект повышенного техногенного загрязнения окружающей среды на формирование физического развития учащихся проявляется при обучении по программе общеобразовательной школы. Активное внедрение в учебно-воспитательный процесс лицея элементов здорового образа жизни и увеличение количества уроков физкультуры с введением дополнительных оздоравливающих и закаливающих физиотерапевтических процедур в «школе здоровья» оказывают положительный эффект на формирование общего уровня здоровья учащихся, что сопровождается существенным возрастанием числа практически здоровых лиц среди мальчиков и девочек.

Более выраженные изменения касаются физиометрических показателей физического развития. Так, показатели функции внешнего дыхания (ЖЕЛ) существенно снижены во II экологической группе в условиях загрязнения атмосферного воздуха выхлопными газами автотранспорта, особенно в возрастной группе 10–11 лет, в то время как среди сверстников из «школы здоровья» подобный негативный эффект влияния химического техногенного загрязнения на функции внешнего дыхания не проявляется.

Результаты анализа гемодинамических показателей у обследованных школьников выявляют негативное влияние техногенного загрязнения атмосферного воздуха на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы как одной из ведущих физиологических систем адаптации. Отмечено, что наиболее неблагоприятные значения частоты сердечных сокращений выявлены в III–V группах, то есть в наиболее экологически неблагополучных районах проживания. В ходе функциональной пробы дистонический и гипотонический типы реакции сердечно-сосудистой системы чаще выявляются у девочек экологически неблагополучных микрорайонов проживания.

Выводы.

1. Установлено существенное снижение числа практически здоровых школьников из микрорайонов с повышенным техногенным загрязнением атмосферного воздуха выхлопными газами автотранспорта. Среди учащихся лицея, гимназии и «школы здоровья» процент практически здоровых лиц существенно выше, чем среди сверстников из общеобразовательной школы с сопоставимым уровнем техногенного загрязнения окружающей среды, что может быть связано с внедрением в учебно-воспитательный процесс элементов здорового образа жизни в лицее и увеличение количества уроков физкультуры с введением дополнительных оздоравливающих и закаливающих физиотерапевтических процедур в «школе здоровья».

2. Выявлено негативное влияние техногенного загрязнения атмосферного воздуха на формирование соматометрических показателей физического развития школьников при существенном увеличении числа лиц с дисгармоничным развитием среди учащихся 5-х, 8-х и 10-х классов.

3. Доказано существенное снижение функциональных возможностей дыхательной и сердечно-сосудистой систем у пятиклассников из микрорайонов с повышенным техногенным загрязнением атмосферного воздуха, обучающихся в общеобразовательной школе. Внедрение элементов здорового образа жизни в учебно-воспитательный процесс в гимназии, лицее и «школе здоровья» существенно повышает функциональные возможности доминирующих физиологических систем адаптации организма.

Библиографический список

1. Воропаева С.В. Гигиенический анализ здоровья и умственной работоспособности школьников, проживающих в экологически различных районах Брянской области: Автореф. дис. … канд. мед. наук [Рукопись]. – Москва, 2006. – 24 с.
2. Кувичкина М.В. Морфофункциональные показатели физического развития школьников разных возрастных групп из техногенно загрязненных районов / М.В. Кувичкина // Вестник Оренбургского госуниверситета. – 2008. – № 6 (88). – С. 107–111.
3. Золотникова Г.П. Здоровье школьников и студентов в условиях современной техногенно-технологической среды / Г.П. Золотникова, М. В. Кувичкина // Монография. – Брянск: ГК «Десяточка», 2009. – 227 с.
4. Овсянникова Н.Н. Физиологическая адаптация подростков к учебной деятельности в классах с углубленным, нормальным и компенсирующим уровнями обучения: Автореф. дис. … канд. биол. наук [Рукопись]. – Ярославль, 2003. – 22 с.
5. Бирюкова Н.А. Здоровьесберегающие технологии в общеобразовательных учреждениях [Текст] / Н.А. Бирюкова // Гигиена и санитария.– 2006. – № 1. – С. 76–77.
6. Семенова Т.Н. Динамика показателей физического развития и умственной работоспособности у детей младшего школьного возраста в условиях городской среды: Автореф. дис. … канд. биол. наук [Рукопись]. – Москва, 2006. – 23 с.
7. Рукавкова Е.М. Анализ морфофункциональных и психофизиологических показателей школьников в классах с различными профилями обучения: Автореф. дис. … канд. биол. наук [Рукопись]. – Тверь, 2007. – 24 с.

G.M. AMANKELDIEVA

INDICATORS OF HEALTH AND PHYSICAL DEVELOPMENT OF PUPILS OF SCHOOLS OF NEW TYPE IN THE CONDITIONS OF TECHNOGENIC ENVIRONMENTAL CONTAMINATION

In article the problem of preservation of health of pupils of schools of new type in the conditions of technogenic pollution of atmospheric air is considered. It is established that introduction in teaching and educational process of elements of a healthy way of life in lycйe and increase in quantity of lessons of physical culture about introduction additional warning health infringements and tempering procedures at health school promote essential increase of number of almost healthy pupils in comparison with contemporaries from техногенно the polluted areas trained at comprehensive school.

Key words: ***schools of new type, health of pupils, technogenic pollution of atmospheric air.***

***Е.В. БОРЗДЫКО**, кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии и рационального природопользования Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского*
Тел. 89208672533; eco_egf@mail.ru

***Н.В. МАРКЕЛОВА**, кандидат с.-х. наук, старший преподаватель кафедры экологии и рационального природопользования Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского*
Тел. 89102345870; eco_egf@mail.ru

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГАММА-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ ИЗ ЮГО-ЗАПАДНОГО НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ РФ

Больше всего радионуклидов обнаружено в фитомассе лекарственных растений из лесных экосистем. Процесс урбанизации оказывает влияние на гамма-спектрометрические показатели растений. Вся фитомасса, даже с условно чистых территорий, при использовании населением должна подвергаться дозиметрическому контролю.

*Ключевые слова**: радионуклиды, лекарственные растения, гамма-спектрометрические показатели, радиомониторинг.***

Лекарственные растения активно используются населением, поэтому в любом регионе необходимо вести систематический контроль за гамма-спектрометрическими показателями фитомассы, характеризующими состояние антропогенной среды. В настоящее время природные популяции растительных объектов, расположенные на радиоактивно загрязненных территориях, аккумулируют техногенные радионуклиды, несмотря на снижение мощности экспозиционной дозы (МЭД) [1, 5–10 с.; 3, 23–25 с.]. В городской среде естественные экосистемы сильно преобразуются, испытывая прессинг со стороны человеческой деятельности, что выражается в изменении аккумулирующей способности растительных объектов и снижении МЭД [1, с. 82–88; 3, с. 25–29; 4, с. 61–66; 5, с. 121–128]. Интересно сравнить содержание радиоизотопов в растениях, произрастающих в пределах города и лесных экосистемах.

В 2009 году изучалось накопление радионуклидов различными видами растений, произрастающих в городе Новозыбкове. МЭД в различных точках отбора данной урбосистемы составила 30,5…50,8 мкР/ч. В качестве природных экосистем использовались сосняки бруснично-черничные и березняки бруснично-черничные с различной плотностью загрязнения почвы – Новозыбковского и Злынковского районов Брянской обл. (МЭД – 79,8…106,5 мкР/ч) и Кировского района Калужской обл. (МЭД – 17,5…15,8 мкР/ч – контроль). Удельная активность радионуклидов (УА, Бк/кг) в образцах фитомассы, плодов, некоторых семян, почв измерялась на универсальном спектрометрическом комплексе «Гамма Плюс», состоящем из двух независимых

© Е.В. Борздыко, Н.В. Маркелова

бета- и гамма-сцинтилляционных трактов, по методическим рекомендациям [2, 35 с.]. Мощность экспозиционной дозы (МЭД, мкР/ч) измеряли дозиметром РКСБ-104. Коэффициент перехода (Кп) определяли как отношение Бк/кг фитомассы к кБк/м^2 плотности загрязнения почвы радионуклидами. Коэффициент накопления (Кн) определяли как отношение Бк/кг фитомассы к Бк/кг почвы.

В гамма-спектрах образцов зафиксирован основной фоновый радиоизотоп – цезий 137 (^{137}Cs). Аккумуляция ^{137}Cs лекарственными растениями в лесной и городской экосистемах приведена в таблице 1 и таблице 2.

Таблица 1 – Гамма-спектрометрические показатели фитомассы лекарственных растений, произрастающих в лесной экосистеме (2009 г.)

Вид растения	УА, Бк/кг	Плотность загрязнения почвы, кБк/м^2 (Ku/км^2)	Кн	Кп, $\frac{м^2}{кг*10^{-3}}$
1	2	3	4	5
Новозыбковский район. Сосняк бруснично-черничный, ПП № 1, МЭД=106,5±15,31 мкР/ч				
Черника обыкновенная (Vaccinium myrtillus)	14118,5±1411,8	573,28 (15,49)	2,87	24,63±0,11
Сосна обыкновенная (Pinus sylvestris), хвоя	1325,41±132,5	573,28 (15,49)	0,28	2,31±0,52
Брусника обыкновенная (Vaccinium vitis-idaea)	17525,32±1752,5	573,28 (15,49)	2,95	30,57±0,64
Вереск обыкновенный (Calluna vulgaris)	26122,40±2612,2	573,28 (15,49)	5,67	45,57±0,48
Подмаренник мягкий (Galium mallugo)	468,25±46,8	573,28 (15,49)	0,09	0,82±0,65
Земляника лесная (Fragaria vesca)	2347,50±234,7	573,28 (15,49)	0,63	4,09±0,31
Ландыш майский (Convallaria majalis)	19036,45±1903,6	573,28 (15,49)	3,51	33,21±0,17
Купена душистая (Polygonatum odoratum)	5862,16±586,2	573,28 (15,49)	1,10	10,23±0,24
Крапива двудомная (Urtica dioica)	765,26±76,5	573,28 (15,49)	0,15	1,34±0,72
Валериана лекарственная (Valeriana officinalis)	692,51±69,2	573,28 (15,49)	0,13	1,21±0,11
Иван-чай узколистный (Chamaenerion angustifolium)	125,58±12,5	573,28 (15,49)	0,016	0,22±0,09
Дуб черешчатый (Quercus robur), кора	20117,3±2011,7	573,28 (15,49)	3,63	35,09±0,15
Ракитник русский (Chamaecytisus ruthenicus)	8865,4±886,5	573,28 (15,49)	2,09	15,46±0,52
Кошачья лапка (Antennaria dioica)	17156,22±1715,6	573,28 (15,49)	4,05	29,93±0,37
Плаун булавовидный (Lycopodium clavatum)	816,61±81,6	573,28 (15,49)	0,12	1,43±0,14
Злынковский район. Сосняк бруснично-черничный, ПП № 3, МЭД=79,8±10,87 мкР/ч				
Черника обыкновенная (Vaccinium myrtillus)	12880,25±1288,0	511,18 (13,82)	2,64	25,19±0,29
Сосна обыкновенная (Pinus sylvestris)	1035,50±103,5	511,18 (13,82)	0,32	2,03±0,64
Брусника обыкновенная (Vaccinium vitis-idaea)	15064,17±1506,4	511,18 (13,82)	2,99	29,47±0,31

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5
Вереск обыкновенный (Calluna vulgaris)	18967,22±1896,7	511,18 (13,82)	5,06	37,11±0,60
Подмаренник мягкий (Galium mallugo)	525,18±52,5	511,18 (13,82)	0,10	1,03±0,15
Земляника лесная (Fragaria vesca)	1596,52±159,6	511,18 (13,82)	0,35	3,12±0,54
Ландыш майский (Convallaria majalis)	16314,39±1631,4	511,18 (13,82)	4,34	31,92±0,27
Купена душистая (Polygonatum odoratum)	5322,67±532,2	511,18 (13,82)	1,26	10,41±0,12
Крапива двудомная (Urtica dioica)	699,24±69,9	511,18 (13,82)	0,14	1,37±0,38
Валериана лекарственная (Valeriana officinalis)	664,38±66,4	511,18 (13,82)	0,20	1,30±0,44
Иван-чай узколистный (Chamaenerion angustifolium)	150,51±15,0	511,18 (13,82)	0,054	0,29±0,07
Дуб черешчатый (Quercus robur), кора	19250,68±1925,0	511,18 (13,82)	4,67	37,66±0,22
Ракитник русский (Chamaecytisus ruthenicus)	7642,77±764,2	511,18 (13,82)	2,18	14,95±0,39
Кошачья лапка (Antennaria dioica)	14160,50±1416,0	511,18 (13,82)	3,15	27,70±0,65
Плаун булавовидный (Lycopodium clavatum)	769,42±76,9	511,18 (13,82)	0,22	1,51±0,84
Кировский район. Сосняк бруснично-черничный, ПП № 4 (контроль), МЭД=17,5± 1,92 мкР/ч				
Черника обыкновенная (Vaccinium myrtillus)	198,50±19,8	12,41 (0,34)	0,97	15,99±0,18
Сосна обыкновенная (Pinus sylvestris), хвоя	23,63±2,3	12,41 (0,34)	0,25	1,90±0,50
Брусника обыкновенная (Vaccinium vitis-idaea)	290,72±29,0	12,41 (0,34)	1,14	23,43±0,19
Вереск обыкновенный (Calluna vulgaris)	396,55±39,6	12,41 (0,34)	2,26	31,95±0,24
Подмаренник мягкий (Galium mallugo)	8,23±0,82	12,41 (0,34)	0,02	0,66±0,30
Земляника лесная (Fragaria vesca)	56,72±5,6	12,41 (0,34)	0,54	4,57±0,28
Ландыш майский (Convallaria majalis)	299,45±29,9	12,41 (0,34)	2,89	24,13±0,15
Купена душистая (Polygonatum odoratum)	205,82±20,5	12,41 (0,34)	1,26	16,59±0,11
Крапива двудомная (Urtica dioica)	14,75±1,4	12,41 (0,34)	0,104	1,19±0,05
Валериана лекарственная (Valeriana officinalis)	14,67±1,4	12,41 (0,34)	0,092	1,18±0,24
Иван-чай узколистный (Chamaenerion angustifolium)	2,13±0,2	12,41 (0,34)	0,025	0,17±0,09
Дуб черешчатый (Quercus robur), кора	412,55±41,2	12,41 (0,34)	3,19	33,24±0,22
Ракитник русский (Chamaecytisus ruthenicus)	139,62±13,9	12,41 (0,34)	0,82	11,25±0,61
Кошачья лапка (Antennaria dioica)	301,49±30,1	12,41 (0,34)	2,30	24,29±0,26
Плаун булавовидный (Lycopodium clavatum)	12,28±1,2	12,41 (0,34)	0,05	0,98±0,32

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5
Новозыбковский район. Березняк бруснично-черничный, ПП № 2, МЭД=84,3±12,1 мкР/ч				
Черника обыкновенная (Vaccinium myrtillus)	14136,29±1413,6	514,20 (13,90)	2,41	24,49±0,49
Рябина обыкновенная (Sorbus aucuparia), листья	4668,05±466,8	514,20 (13,90)	1,05	9,08±0,36
Береза повислая (Betula pendula)	2799,25±279,9	514,20 (13,90)	1,10	5,44±0,37
Брусника обыкновенная (Vaccinium vitis-idaea)	15428,32±1542,8	514,20 (13,90)	3,05	30,00±0,63
Орляк обыкновенный (Pteridium aquilinum)	169,24±16,9	514,20 (13,90)	0,05	0,33±0,17
Иван-чай узколистный (Chamaenerion angustifolium)	36,19±3,6	514,20 (13,90)	0,006	0,07±0,10
Ландыш майский (Convallaria majalis)	15125,00±1512,5	514,20 (13,90)	3,12	29,41±0,62
Кировский район. Березняк бруснично-черничный, ПП № 5 (контроль), МЭД=15,8±1,12 мкР/ч				
Черника обыкновенная (Vaccinium myrtillus)	199,77±19,9	11,20 (0,31)	0,85	17,84±0,23
Рябина обыкновенная (Sorbus aucuparia), листья	68,85±6,8	11,20 (0,31)	0,52	6,15±0,33
Береза повислая (Betula pendula)	60,02±6,0	11,20 (0,31)	0,84	5,36±0,25
Брусника обыкновенная (Vaccinium vitis-idaea)	289,25±28,9	11,20 (0,31)	0,42	25,83±0,18
Орляк обыкновенный (Pteridium aquilinum)	4,05±0,4	11,20 (0,31)	0,067	0,36±0,10
Иван-чай узколистный (Chamaenerion angustifolium)	1,50±0,9	11,20 (0,31)	0,01	0,13±0,09
Ландыш майский (Convallaria majalis)	306,05±30,6	11,20 (0,31)	2,88	27,33±0,25

Таблица 2 – Гамма-спектрометрические показатели некоторых растений, произрастающих в городе Новозыбкове (2009 г.)

Вид растения	УА, Бк/кг	МЭД, мкР/ч	Плотность загрязнения почвы, кБк/м^2 (Ku/км^2)	Кн	Кп, $\frac{м^2}{кг*10^{-3}}$
1	2	3	4	5	6
Арония черноплодная (Aronia melanocarpa), плоды	1,33±0,90	47,8±3,48	257,30 (6,95)	0,0005	0,005
Береза бородавчатая (Betula pendula), листья	9,5±0,90	47,3±3,35	254,61 (6,88)	0,023	0,037
Зверобой продырявленный (Hypericum perforatum), соцветия	131,0±13,1	47,3±3,35	254,61 (6,88)	0,049	0,515
Земляника лесная (Fragaria vesca), листья	56,72±5,6	48,7±3,65	262,15 (7,08)	0,021	0,23
Каштан конский (Aesculus hippocastanum), семена	2,32±0,23	35,5±2,52	191,09 (5,16)	0,0009	0,012
Крапива двудомная (Urtica dioica)	40,29±4,02	47,8±3,48	257,30 (6,95)	0,015	0,16
Калина гордовина (Viburnum lantana), плоды	1,82±0,90	46,5±10,25	250,31 (6,76)	0,0007	0,007
Лопух большой (Arctium lappa)	78,40±7,8	35,5±2,52	191,09 (5,16)	0,030	0,41

Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5	6
Мята перечная (Mentha piperita)	1, 72±0,90	40,2±2,85	216,39 (5,85)	0,0007	0,008
Орех обыкновенный (Juglans regia), листья	13,40±1,3	35,5±2,52	191,09 (5,16)	0,005	0,07
Пижма обыкновенная (Tanacetum vulgare), соцветия	1,60±0,90	43,2±2,98	232,54 (6,28)	0,0006	0,007
Тысячелистник обыкновенный (Achillea millefolium), соцветия	318,0±31,8	50,8±3,60	273,45 (7,39)	0,120	1,16
Яблоня (Malus domestica), плоды	1,50±0,90	48,5±3,65	261,07 (7,05)	0,0006	0,006

Примечание: ДУ СанПиН 2.3.2.1078-01 для свежих ягод составляет 160 Бк/кг, листьев – 370 Бк/кг

На основании результатов исследования сделаны следующие предварительные выводы:

1. Анализ растительных образцов, отобранных в городе Новозыбкове, показал, что значительного превышения современных ДУ СанПиН 2.3.2.1078-01 по ^{137}Cs не зафиксировано, хотя в природных лесных экосистемах отмечается превышение допустимых уровней в 1,5…70,5 раза (кроме иван-чая узколистного и орляка обыкновенного).

2. В лесных экосистемах при плотности загрязнения 15,49…13,82 Ku/км^2 можно выявить фиторяд по мере уменьшения величины УА^{137}Cs: дуб черешчатый > ландыш майский > вереск обыкновенный > кошачья лапка двудомная > брусника обыкновенная > черника обыкновенная > ракитник русский > купена лекарственная > сосна обыкновенная > земляника лесная > плаун булавовидный > крапива двудомная > валериана лекарственная > подмаренник мягкий > иван-чай узколистный. В целом УА^{137}Cs в фитомассе выше контроля в 38,5 и более раза. Следовательно, многие лекарственные растения участвуют в самоочищении лесных экосистем, активно аккумулируя в себе радионуклиды, а другие – нет.

В городской среде при плотности загрязнения 5,16…7,39 Ku/км^2 по степени увеличения загрязнения ^{137}Cs среди древесных растений можно представить такой фиторяд удельной активности: Aronia melanocarpa (плоды) < Malus domestica (плоды) < Viburnum lantana (плоды) < Aesculus hippocastanum (семена) < Betula pendula (листья) < Juglans regia (листья), а среди некоторых лекарственных растений ряд уменьшения удельной активности следующий: Achillea millefolium (соцветия) < Hypericum perforatum (соцветия) < Arctium lappa (листья) < Fragaria vesca (листья) < Urtica dioica (листья) < Mentha piperita (листья) < Tanacetum vulgare (соцветия). Таким образом, в лесных и городских экосистемах лекарственные растения проявляют видовую специфичность аккумуляции техногенных радионуклидов.

3. В лесных экосистемах (плотность загрязнения 15,49…13,82 Ku/км^2) средняя удельная активность ^{137}Cs превышает среднюю УА ^{137}Cs в урбосистеме (плотность загрязнения 5,16…7,39 Ku/км^2) в 165,2…171,61 раз. Интересно отметить, что даже в контроле (лесная экосистема, плотность загрязнения 0,31…0,34 Ku/км^2) средняя удельная активность ^{137}Cs в фитомассе превышает в 2,97 раза среднюю УА^{137}Cs в растениях города Новозыбкова.

4. С повышением МЭД растет УА^{137}Cs, Кп и Кн^{137}Cs. Такая тенденция отмечена в лесных экосистемах, где отмечаются высокие гамма-спектрометрические показатели, для урбосистемы за счет влияния антропогенного фактора такая тенденция не прослеживается.

5. В лесной экосистеме Кн и Кп^{137}Cs на ПП № 1, 2, 3 не всегда превышал контроль (ПП № 4, 5), что, вероятно, говорит о влиянии разных абиотических факторов на гамма-спектрометрические параметры.

6. В целом в условиях городской среды коэффициенты накопления и перехода ^{137}Cs в растения характеризуются минимальными значениями по сравнению с этими показателями в лесных экосистемах, что свидетельствует не только о видовой специфичности растений, но и о влиянии абиотических и антропогенных факторов.

7. Территории с плотностью загрязнения свыше 5 Ku/км^2 не пригодны для сбора и заготовки лекарственного сырья, так как представляют экологическую опасность для здоровья человека.

Таким образом, в условиях городской среды антропогенный фактор значительно преобразует природную среду: уменьшает удельную активность, коэффициенты накопления и перехода цезия-137 в растения. В лесной экосистеме процессы самоочищения, то есть аккумуляции цезия-137 растениями, протекают естественным путем. Поэтому по сравнению с урбосистемой гамма-спектрометрические показатели природных экосистем остаются высокими.

Библиографический список

1. Сапегин Л.М. Видовая специфичность аккумуляции ^{137}Cs лекарственными растениями Чечерского района Гомельской области [Текст] / Л.М. Сапегин, Н.М. Дайнеко, С.В. Жадько // Актуальные проблемы науки и образования: Сборник материалов IX международной научно-практической конференции (к 20-летию аварии на ЧАЭС). – Брянск: Изд-во БГУ, 2005. – Ч. 1. – С. 82–88.
2. Методические рекомендации ГП ВНИИФТРИ: Измерения активности гамма-излучающих нуклидов на сцинтилляционном спектрометре с использованием пакетов программ «Прогресс». – М., 1993. – 35 с.
3. Борздыко Е.В. Аккумуляция ^{137}Cs лекарственными растениями в условиях Юго-Западного Нечерноземья РФ [Текст] / Е.В. Борздыко // Мониторинг природных экосистем: Всероссийская научно-практическая конференция. – Пенза: РИО ПГСХА, 2008. – С. 25–29.
4. Борздыко Е.В. Видовая специфичность аккумуляции техногенных радионуклидов лекарственными растениями в лесах Брянской и Калужской областей [Текст] / Е.В. Борздыко // Экологическая безопасность региона. – Брянск: РИО БГУ, 2008. – С. 61– 66.
5. Иванов В.П. Проблема городских лесов в современных условиях [Текст] / В.П. Иванов, М.Ю. Смирнова, С.И. Марченко, И.Н. Глазун, Д.И. Нартов, Л.М. Соболева // Экологическая безопасность региона: Сборник статей Международной научно-практической конференции естественно-географического факультета. – Брянск: РИО БГУ, 2008. – 121–128 с.

E.V. BORZDYKO, N.V. MARKELOVA

THE COMPARATIVE CHARACTERISTIC OF GAMMA-SPECKTROMETER INDICATORS OF HERBS FROM SOUTH-WEST NECHERNOSEMYE R.F.

Most of all radio-nuclides it is revealed in phytoweight of herbs from wood ecosystems. Urbanization process makes impact on gamma-specktrometer indicators of plants. All phytoweight, even from conditionally pure territories, at use by the population to be exposed to a radiation control.

Key words: ***radio-nuclides, herbs, gamma – specktrometer indicators, radiomonitoring.***

***О.Г. ВОЛОБУЕВА**, кандидат биологических наук,*
доцент кафедры микробиологии и иммунологии
ФГОУ ВПО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева
Тел. 8-926-463-72-49; ovolobueva@list.ru

ВЛИЯНИЕ КОРНЕВИНА НА БОБОВО-РИЗОБИАЛЬНЫЙ СИМБИОЗ РАСТЕНИЙ ФАСОЛИ

В условиях полевого опыта исследовали влияние обработки корневином на содержание и соотношение фитогормонов, эффективность симбиоза и продуктивность растений фасоли разных сортов. Установлена сортовая реакция растений на обработку корневином: наибольшей отзывчивостью характеризовался сорт фасоли Гелиада.

Ключевые слова: ***фасоль, фитогормоны, гормональный баланс, корневин, ризобии, симбиотическая азотфиксация, нитрогеназная активность, бобово-ризобиальный симбиоз.***

Изучение взаимодействий между растениями и микроорганизмами – одно из увлекательных и бурно развивающихся направлений современной биологии. Эти взаимодействия играют исключительно важную роль в жизни растений, обеспечивая их питание, защиту от патогенов и вредителей, а также адаптацию к стрессам и регуляцию развития [3, 10, 12]. В бобово-ризобиальном симбиозе клубенёк является уникальной экологической нишей для ризобий. Клубеньковые бактерии относят к биогенным стимуляторам, связывая их положительное влияние на растения не только со способностью фиксировать молекулярный азот и синтезировать аминокислоты, но и со способностью синтеза витаминов группы В и других биологически активных веществ. В последнее время для повышения эффективности бобово-ризобиального симбиоза используют биопрепараты и регуляторы роста.

При воздействии на растения экзогенными регуляторами роста в них изменяется содержание и соотношение эндогенных гормонов. Использование регуляторов роста может быть высокоэффективным только на основе изучения уровня естественных гормонов в растительном организме [2]. В настоящее время накоплен большой экспериментальный материал, в котором анализируется содержание фитогормонов в растениях [7], однако в большинстве исследований изучали лишь один или два фитогормона. В связи с этим исследование полного гормонального статуса растения представляет определенный интерес.

Целью настоящей работы было изучение влияния регулятора роста корневина на содержание и соотношение фитогормонов в листьях, стеблях и корнях с клубеньками, симбиотическую активность и продуктивность растений фасоли разных сортов.

Объекты и методы. Полевые исследования проводили во Всероссийском НИИ зернобобовых и крупяных культур – ВНИИЗБК (Орловская область) в 2006–2008 гг. Почва – темно-серая лесная, среднесуглинистая, подстилаемая лессовидным суглинком, средней окультуренности (содержание гумуса по Тюрину – 5,4%, легкогидролизуемого азота по Коновой – 125 мг/кг почвы, подвижного фосфора – 195, обменного калия по Кирсанову – 179 мг/кг почвы; pH солевой вытяжки – 4,6 мг·экв/100 г почвы. Повтор-

© О.Г. Волобуева

ность опытов 4-кратная, расположение вариантов рендомизированное, площадь делянки – 4–4,5 м^2.

Объектами исследования были растения зерновой фасоли сортов Гелиада и Шоколадница селекции ВНИИЗБК. Гелиада – сорт раннеспелый, детерминантного типа развития, стебель обычный, расположение боковых ветвей плотное, высокоурожайный, технологичный, характеризуется высокой завязываемостью бобов на растении и их озерненностью, а также низкой травмируемостью семян при обмолоте. Шоколадница – сорт среднеспелый, стебель детерминантный, устойчив к полеганию, характеризуется равномерным созреванием бобов на растении, высокой продуктивностью, компактным расположением боковых ветвей к главному стеблю, высоким прикреплением нижних бобов, быстрой разваримостью семян, устойчивостью к основным заболеваниям фасоли.

Семена растений фасоли замачивали в течение 3 ч в растворе корневина в концентрации 10^{-6}М, затем подсушивали, перед посевом обрабатывали ризоторфином. Варианты опыта: 1 – контроль, без обработки, 2 – обработка семян ризоторфином, 3 – обработка семян корневином на фоне инокуляции ризоторфином.

Ризоторфин (*Rhizobium leguminosarum, bv. phaseoli,* штамм 700) получен из ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии (Санкт-Петербург). Корневин – стимулятор корнеобразования, аналог гетероауксина. Действующее вещество – 4(индолил-3)масляная кислота (ИМК) – в растении постепенно превращается в фитогормон гетероауксин, обеспечивая наилучший эффект, более мягкое и продолжительное действие.

Содержание фитогормонов (ИУК – индолилуксусная кислота, ЦК – цитокинины, АБК – абсцизовая кислота) в листьях, стеблях, корнях с клубеньками определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) по методике, разработанной в лаборатории регуляторов роста и развития сельскохозяйственных растений РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева [11]. Биологическую активность ГК (гиббереллловая кислота) определяли по росту гипокотилей салата сорта Берлинский, содержание ГК – по калибровочной кривой, для построения которой использовали гиббереллловую кислоту (Россия).

Условия хроматографирования для определения фитогормонов изложены ранее [1]. Ошибка определения содержания фитогормонов не превышала 20%. Содержание фитогормонов определяли в фазу цветения – период наиболее высокой азотфиксирующей активности у фасоли. В процессе вегетации проводили фенологические наблюдения за динамикой роста и развития растений, учитывали массу и количество клубеньков. Содержание азота в листьях и семенах определяли по Кьельдалю. Активность нитрогеназы в клубеньках определяли на газовом хроматографе «Цвет-106» [8], проводили учет урожая и анализ его структуры. При статистической обработке результатов использовали программы Statistica for Microsoft Windows.

Результаты и обсуждение

Результаты исследований показали, что уровень ИУК в листьях растений фасоли сорта Шоколадница при обработке ризоторфином и корневином находился в пределах 5,6–5,7 нг/г сырой массы и не изменялся в корнях с клубеньками (13,2 нг/г сырой массы) (табл.1). У сорта Гелиада совместная обработка корневином и ризоторфином приводила к увеличению содержания эндогенной ИУК в листьях в 2,2 раза и снижению в корнях с клубеньками в 2,6 раза. Возможно, это связано с тем, что в ответ на экзогенную обработку корневином, согласно закону действующих масс, внесение конечного продукта реакции тормозит его образование [13, 14].

Уровень ЦК в листьях, стеблях и корнях с клубеньками растений фасоли сорта Шоколадница при совместной обработке корневином и ризоторфином снижался. Содержание ЦК в стеблях растений фасоли сорта Гелиада при обработке ризоторфином и при совместной обработке корневином и ризотофином не менялось. Совместная обработка корневином и ризоторфином приводила к значительному повышению ЦК в листьях и корнях с клубеньками – в 4,5 и 7,5 раза соответственно.

Основным местом синтеза цитокининов являются апикальные меристемы корней [4, 15, 17]. В системе гормональной регуляции ведущее место отводится ауксинам. Возможно, ауксины, содержащиеся в корневине, являются синергистами ЦК,

то есть усиливали их количественное содержание в листьях и корнях с клубеньками.

Содержание ГК у растений фасоли сорта Гелиада при совместной обработке корневином и ризоторфином было ниже в листьях и корнях с клубеньками и выше в стеблях. У сорта Шоколадница при совместной обработке корневином и ризоторфином содержание ГК снизилось в листьях и значительно возросло в стеблях и корнях с клубеньками – в 6,3 и 6,1 раза соответственно.

Накопленные к настоящему времени данные показывают, что гиббереллины синтезируются во многих органах растений и могут передвигаться в акропетальном и базипетальном направлениях [5, 6]. Можно предположить, что происходило перераспределение эндогенных ГК.

Уровень АБК у растений фасоли сорта Гелиада при совместной обработке корневином и ризоторфином был почти в 2 раза выше в листьях и ниже в стеблях и корнях с клубеньками. У сорта Шоколадница при совместной обработке корневином и ризоторфином содержание АБК в 1,3 раза возрастало в листьях, не менялось в стеблях и в 1,5 раза снижалось в корнях с клубеньками (табл. 1).

Таблица 1 – Содержание фитогормонов в растениях фасоли при обработке корневином (нг/г сырой массы)

Вариант	Вегетативные органы	Фитогормоны			
		ИУК	ЦК	ГК	АБК
Ризоторфин	листья	5,3 / 5,7	116 / 272	6,9 / 4,7	10,3 / 10,3
	стебли	–	275 / 450	13,2 / 4,8	3,4 / 6,9
	корни	13,3 / 13,2	31 / 217	21,1 / 4,7	20,6 / 10,3
Корневин+ ризоторфин	листья	11,7 / 5,3	527 / 223	–	22 / 13,8
	стебли	5,3 / -	275 / 388	15,1 / 30,4	- / 6,9
	корни	5,3 / 13,2	233 / 109	– / 28,8	8,6 / 6,9

Примечание. Над чертой – Гелиада, под чертой – Шоколадница;

«прочерк» – здесь и в табл. 2 – содержание гормона ниже уровня чувствительности хроматографа

Важную роль в регуляции роста и развития растений играет соотношение фитогормонов [5, 9, 17]. Сравнение нитрогеназной активности растений фасоли с содержанием и соотношением четырех основных групп фитогормонов показало, что данный процесс зависит от соотношения фитогормонов (таблицы 2–3).

Таблица 2 – Влияние корневина на соотношение фитогормонов

Вариант	Сорт	Орган растения	Соотношение фитогормонов			
			ЦК/АБК	ГК/АБК	ИУК/АБК	ГК+ЦК+ИУК/АБК
Ризоторфин	Гелиада	Листья	11,3	0,7	0,5	12,5
		Стебли	79,9	3,8	-	83,8
		Корни	1,5	1	0,6	3,2
	Шоколадница	Листья	26,3	0,5	0,6	27,3
		Стебли	65,3	0,7	-	66
		Корни	20,9	0,5	1,3	22,7
Корневин + ризоторфин	Гелиада	Листья	23,9	-	0,5	24,5
		Стебли	-	-	-	-
		Корни	27	-	0,6	27,7
	Шоколадница	Листья	16,2	-	0,4	16,6
		Стебли	56,3	4,4	-	60,8
		Корни	15,7	4,2	1,9	21,8

Так, наивысший показатель активности нитрогеназы у сорта фасоли Гелиада при совместной обработке корневином и ризоторфином наблюдается на фоне увеличения соотношения ЦК/АБК и ГК+ЦК+ИУК/АБК в листьях и корнях с клубеньками.

Анализируя изменение нитрогеназной активности фасоли сорта Гелиада, необходимо отметить, что совместная обработка корневином и ризоторфином увеличивала количество и массу клубеньков, активность нитрогеназы и содержание белка

в семенах по сравнению с контролем (табл. 3, рис. 1). Изменение этих показателей наблюдается на фоне увеличения ИУК в листьях и стеблях, ЦК в листьях и корнях с клубеньками, ГК – в стеблях, АБК – в листьях и на фоне снижения ИУК, ГК и АБК – в корнях с клубеньками.

Таблица 3 – Влияние корневина на показатели роста и азотфиксирующую активность растений фасоли

Показатель	Контроль	Ризоторфин	Корневин + ризоторфин
Надземная масса, г/растение	14,8±1,01 12,7±1,02	15,9±1,03 13,2±1,07	15,4±3,96 17,6±4,24
Высота растений, см	30,1±1,01 29,7±1,02	33,5±0,5 30,5±1,5	32,5±5,76 29,5±5,49
Масса корней с клубеньками, г/растение	1,7±1,5 1,97±0,8	1,92±1,4 2,03±2.02	1,85±1,37 1,89±1,39
Количество клубеньков, растение	9±1,1 20±1,5	10±1,2 23±1,5	17±4,16 12±3,5
Масса клубеньков, мг/растение	39±1,2 85±1,5	41±1,4 90±2,5	69±8,45 36±6,06
Активность нитрогеназы мкгN/растение/час	4,75±0,02 5,02±0,05	5,1±0,02 7,96±0,05	12,6±0,03 4,48±0,05

Примечание: верхняя строка – Гелиада, нижняя – Шоколадница

У фасоли сорта Шоколадница совместная обработка корневином и ризоторфином снижала массу корней с клубеньками, количество и массу клубеньков, содержание белка в листьях и семенах и активность нитрогеназы (табл. 3, рис. 1). Наблюдалась корреляция между количеством и массой клубеньков и нитрогеназной активностью. В этот период значительно увеличивалось содержание ГК в стеблях и корнях с клубеньками и АБК в листьях, содержание же других гормонов снижалось или не изменялось.

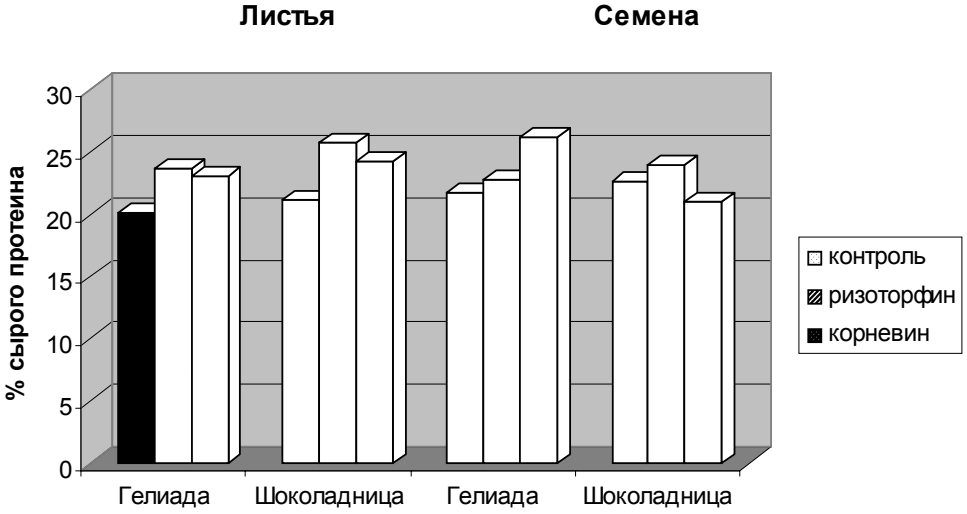


Рис. 1. Содержание белка (% сырого протеина) в листьях и семенах растений фасоли сортов Гелиада и Шоколадница

Анализ структуры урожая показал (табл. 4), что у сорта фасоли Гелиада совместная обработка корневином и ризоторфином увеличивала урожайность растений на 7,1 ц/га (наибольший урожай – 22,8 ц/га). Эти данные коррелируют с изменением нитрогеназной активности в клубеньках растений. У сорта Шоколадница при совместной обработке корневином и ризоторфином наблюдалось сниже-

ние нитрогеназной активности и продуктивности растений. Наивысший урожай – 25,7 ц/га – получен при обработке семян фасоли сорта Шоколадница только ризоторфином.

Таблица 4 – Анализ структуры урожая фасоли сортов Гелиада и Шоколадница

Показатель	Контроль	Ризоторфин	Корневин + ризоторфин
Масса снопа, г/м^2	549±7,1 419±7,2	750±9,1 758±9,1	633,8±8,9 617,7±9,3
Высота растений, см	45±1,3 48±1,5	50±2,3 50±1,5	52±2,4 50,5±2,4
Число бобов, растение	10±1,1 10±0,7	11±1,1 12±0,7	12±1,1 14±1,2
Масса бобов, г/растение	17±1,2 18,6±1,2	19±1,4 19,9±2,2	19,5±1,5 20,4±1,2
Число семян, растение	28±1,7 32±1,8	32±1,8 37±2,03	30±1,9 46±2,27
Масса семян, г/растение	13±1,1 10±1,5	14,6±1,2 16,2±1,3	15,4±1,3 20,2±1,2
Урожайность, ц/га	15,7±1,5 10,2±1,4	18,9±1,1 25,7±1,4	22,8±1,7 8±0,8

Примечание: $НСР_{05}$ – для сорта Гелиада 1,7; $НСР_{05}$ – для сорта Шоколадница 1,4
Верхняя строка – Гелиада, нижняя – Шоколадница

Таким образом, совместная обработка корневином и ризоторфином растений фасоли разных сортов привела к изменению уровня фитогормонов, что, по-видимому, оказало влияние на нитрогеназную активность и продуктивность растений. Так, экзогенная обработка ИУК увеличила нитрогеназную активность и продуктивность растений фасоли сорта Гелиада на фоне увеличения в листьях ИУК, ЦК, АБК; в стеблях – ИУК, ГК и корнях с клубеньками – ЦК и снижения в корнях с клубеньками ИУК, ГК, АБК.

У сорта фасоли Шоколадница совместная обработка корневином и ризоторфином снижала нитрогеназную активность и продуктивность растений. Наибольший урожай отмечен при обработке только ризоторфином. При этом эндогенный уровень гормонов в растении под влиянием ризоторфина изменялся следующим образом: увеличивалось содержание ИУК в листьях, ЦК – в листьях, стеблях и корнях с клубеньками, ГК – в листьях и корнях с клубеньками и АБК – в корнях с клубеньками и не изменялся уровень ИУК в корнях с клубеньками; уменьшалось содержание ГК в стеблях и корнях с клубеньками и АБК – в листьях.

Таким образом, появляется возможность регуляции эффективности бобово-ризобиального симбиоза и продуктивности растений путем воздействия на гормональный баланс макросимбионта.

Библиографический список

1. Волобуева О.Г., Скоробогатова И.В., Шильникова В.К. Влияние биопрепарата альбит на содержание фитогормонов в растениях фасоли разных сортов и эффективность симбиоза // Известия ТСХА. – 2010. – № 1. – С. 105–113.
2. Зауралов О.А., Калмыкова Т.С., Лукаткин А.С. Влияние продолжительности предпосевной обработки семян регуляторами роста на прорастание и содержание в них фитогормонов //С.-х. биология. – 1997. – № 1. – С. 80–84.
3. Иутинская Г.А., Пономаренко С.П., Андреюк Е.И. и др. Биорегуляция микробно-растительных систем. – Киев: Ничлава, 2011. – 463 с.
4. Кулаева О.Н. Цитокинины, их структура и фукнции. – М.: Наука, 1973. – 263 с.
5. Курапов П.Б. Гормональный баланс растений: Автореф. дис. … докт. биол. наук. – М., 1996. – 47 с.
6. Ломин С.Н., Романов Г.А. Анализ гормон-рецепторного взаимодействия. Теоретические и практические аспекты // Физиология растений. – 2008. – Т. 55. – № 2. – С. 283–299.

7. Муромцев Г.Е., Чкаников Д.И., Кулаева О.Н., Гамбург К.З. Основы химической регуляции и продуктивности растений. – М.: Агропромиздат, 1987. – 323 с.
8. Орлов В.П., Орлова И.Ф., Щербина Е.А. и др. Методика оценки активности симбиотической азотфиксации селекционного материала зернобобовых культур ацетиленовым методом. – Орел, 1984.
9. Полевой В.В. Роль ауксина в системах регуляций растений. – Л.: Наука, 1986.
10. Проворов Н.А. Растительно-микробные симбиозы как эволюционный континуум // Общая биология. – Т. 70. – № 1. – 2009. – С. 10–34.
11. Скоробогатова И.В., Захарова Е.В., Карсункина Н.П., Курапов П.Б., Соркина Г.Л., Кислин Е.Н. Изменение содержания фитогормонов в проростках ячменя в онтогенезе и при внесении регуляторов, стимулирующих рост // Агрохимия. – 1999. – № 8. – С. 49–53.
12. Тихонович И.А., Проворов Н.А. Симбиозы растений и микроорганизмов: молекулярная генетика агросистем будущего. – Изд-во СПб-го ун-та, 2009. – 206 с.
13. Якушкина Н.И. Физиологические особенности гормональной регуляции роста растений на разных этапах онтогенеза и в различных условиях среды // Влияние антропогенных факторов на функционирование биоценозов и их отдельные компоненты. – М.: МГОУ, 2005. – С. 5–42.
14. Якушкина Н.И. Энергетический обмен и рост растений / Особенности гормонального регулирования процессов обмена и темпов роста растений. – М.: Изд-во МОПИ, 1983. – С. 3–11.
15. Mercier H., Kerbauy G.B. Effects of Nitrogen Source on Growth Rates and Levels of Endogenous Cytokinins and Chlorophyll in Protocorms of Epidendrum conopseum //Plant Physiol. 1991. V. 138. P. 195–199.
16. Vysotskaya L.B., Timergalina L.N., Simonyan M.V., Veselov S. Yu., Kudoyarova G.R. Growth Rate, IAA and Citokinin Content of Wheat Seedlings after Root Pruning// Plant Growth Regul. 2001. V. 33/ P. 51–57.
17. Hwang I., Sakakibara H., Cytokinin Biosynthesis and Perception // Physiol.Plant. 2006. V. 126. P. 528–539.

O. G.VOLOBUEVA

INFLUENCE CORNEVIN ON BOBOVO-RIZOBIALNYJ SYMBIOSIS OF PLANTS OF A STRING BEAN

In the conditions of a field experiment investigated processing influence cornevin on the maintenance and a parity of phytohormones, efficiency of symbiosis and efficiency of plants of a string bean of different grades. High-quality reaction of plants to processing cornevin is established: the greatest responsiveness characterized a grade of a string bean of Geliada.

Key words: ***a string bean, phytohormones, hormonal balance, cornevin, rhizobia, symbiotic nitrogen-fixation, nitrogenasa activit, bobovo-rizobialnyj symbiosis.***

***Т.Н. ЛАЗАРЕВА**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Всероссийского научно-исследовательского института зернобобовых и крупяных культур*
Тел. 8-905-165-66-60; lazarevatn@rambler.ru
***И.Н. ФЕСЕНКО**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Всероссийского научно-исследовательского института зернобобовых и крупяных культур*
Тел. 8-961-621-85-07; ivanfesenko@rambler.ru

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СПЕКТРОВ ЗАПАСНЫХ БЕЛКОВ *FAGOPYRUM ESCULENTUM* И ДВУХ МОРФОЛОГИЧЕСКИ РАЗЛИЧНЫХ ЛИНИЙ *F. homotropicum*

Анализировали различия электрофоретических спектров белков семян F. esculentum и двух образцов F. homotropicum. Различия между F. esculentum и каждым из образцов F. homotropicum значительно больше различий между изученными образцами F. homotropicum. Видообразование F. homotropicum, скорее всего, не сопровождалось прохождением "бутылочного горлышка". Формы, морфологически отнесенные к разным видам, по результатам анализа запасных белков выглядят как более дивергировавшие.

Ключевые слова: ***SDS-PAGE, запасные белки семян, F. esculentum, F. homotropicum.***

Введение

Fagopyrum homotropicum Ohnishi – автогамный вид, произрастающий на юге Китая [1]. Известно несколько морфологически различных форм, объединенных под этим видовым названием в основном по двум признакам: гомостилия цветка (самосовместимость) и морфологическое сходство с гетеростильным перекрестноопыляющимся видом *F. esculentum* Moench [2]. Таксономический статус этих форм требует уточнения: они различаются по числу хромосом (2n=16 или 32), размеру цветка и уровню репродуктивной изоляции от *F. esculentum* [3–5]. По-видимому, они могут рассматриваться как микровиды.

Ранее было идентифицировано два образца *F. homotropicum*, которые скрещиваются с *F. esculentum* и между собой без сильных постгамных барьеров [4]. Эти образцы примерно вдвое различаются по размеру цветка и, вероятно, представляют собой разные стадии специализации самоопылителя. Гомостилия цветка в обоих случаях контролируется локусом S4 [6].

Цель настоящей работы – сравнительный анализ спектров белков семян двух образцов *F. homotropicum* и селекционных сортов *F. esculentum*. Ранее высокий консерватизм спектра белков на уровне вида был выявлен на *F. tataricum* [7], который согласно результатам анализа последовательностей хлоропластной ДНК представляет собой монофилетическую линию [8]. Изменчивость сортов F. esculentum по белкам семян также ограниченна [9]. Таким образом, анализ полиморфизма белков се-

© Т.Н. Лазарева, И.Н. Фесенко

Таблица 1 – Компоненты электрофоретических спектров запасных белков семян *F. esculentum* subsp. *esculentum* (Дикуль, суммарный спектр) и *F. homotropicum* (С9139 и С9606).

Относительная подвижность	Дикуль	С9139	С9606
6	1	1	1
7	1	1	1
12	1	1	1
14	1	1	1
15		1	1
16	1		
17	1		
18	1		
19	1	1	1
20	1		
22	1	1	1
24	1	1	1
25	1	1	1
26		1	1
27	1	1	1
28	1		
29		1	3
30	1	1	3
32	3	1	3
33	3	1	3
34	3		
35		1	1
37	2	1	1
38	2		
39		3	3
40	3	3	3
42,5	3	3	
43	3	3	1
45	3		
46	3	3	3
47		3	3
47,5	1		
48	1		
49,5	1		
50		3	3

Относительная подвижность	Дикуль	С9139	С9606
51		3	3
52	3	3	3
53	2		
54	2	3	2
55			2
56	2	2	2
58	3	2	2
59		2	2
61	2	2	1
62	2	2	1
65	1		
67	1	1	2
68			2
69		1	2
71		1	1
72	1		
75	1	1	1
76			3
77	1		
78	2	2	2
79	1		
82	3	3	3
84	3	3	3
86	3	3	2
87	3		3
90	2	2	2
94	2	2	1
95	2	2	2
97	2	2	2
99	2	2	2
100			2
102	2	2	1
107	2	2	2
112	2	2	2

мян, вероятно, один из эффективных подходов к изучению эволюционных процессов в группе близкородственных микровидов, разделенных на таксономические виды *F. esculentum* и *F. homotropicum*.

Материал и методика

Растительный материал

F. homotropicum представлен в работе двумя образцами из коллекции университета Киото:

– С9139 (пров. Юньнань, Китай), мелкоцветковая линия.

– С9606 (пров. Сычуань, Китай), крупноцветковая линия.

Для сравнения был использован суммарный спектр F. esculentum ssp. esculentum (сорт Дикуль).

Методика

Белки экстрагировали из муки в течение 20 часов при температуре 3–4°С с помощью электродного буфера (Tris, глицин, DS-Na): pH=8,3. После центрифугирования 10 мкл экстракта переносили в ячейку планшетки, где смешивали с равным объемом бу-

фера нанесения (DS-Na, Tris-HCl, глицерин, меркаптоэтанол, бромфеноловый синий). Концентрация разделяющего геля – 10%, концентрирующего – 5%.

Интенсивность компонентов спектра оценивали как: 1 – слабый, 2 – интенсивный и 3 – очень интенсивный. Относительную подвижность полипептидов анализировали по «соевой» шкале [10].

Результаты

Сравнение спектров С9139 и С9606.

В спектре образца С9139 – 48 компонентов, в спектре С9606 – 52 (таблица 1). 47 компонентов не различаются по электрофоретической подвижности, 34 из них сходны по интенсивности. В спектре С9139 обнаружен только 1 компонент, отсутствующий у С9606, в спектре С9606 – 5 компонентов, которых нет у С9139.

Сравнение С9139 и сорта Дикуль (суммарный спектр).

В суммарном спектре F. esculentum – 54 компонента [9]: 37 из них характерны и для образца С9139, из них 32 – той же интенсивности. Обнаружено 17 компонентов, присутствовавших только в спектре F. esculentum, и 11 – только в спектре С9606.

Сравнение С9606 и сорта Дикуль (суммарный спектр).

Из 54 компонентов суммарного спектра *F. esculentum* только 37 найдены в спектре образца С9606, 27 из них имели одинаковую интенсивность. 17 компонентов были обнаружены только в спектре F. esculentum и 13 – только в спектре С9606.

Обсуждение

Характер SDS-PAGE полиморфизма запасных белков семян в группе *F. esculentum* (российские сорта) – *F. homotropicum* (образцы С9139, С9606) позволяет сделать следующие преположения:

1. Поскольку различия между спектрами *F. esculentum* и каждого из образцов *F. homotropicum* больше, чем между спектрами С9139 и С9606, время раздельного существования F. esculentum и *F. homotropicum*, по-видимому, больше, чем время дивергенции между С9139 и С9606.

2. Видообразование *F. homotropicum*, возможно, не сопровождалось ярко выраженным эффектом "бутылочного горлышка", который, скорее всего, имел место при формировании другого автогамного вида гречихи – *F. tataricum* [см. 7, 8].

Библиографический список

1. Ohnishi O. Discovery of new Fagopyrum species and its implication for the studies of evolution of Fagopyrum and of the origin of cultivated buckwheat / O. Ohnishi // Proc. 6th Intl. Symp. Buckwheat at Ina. – 1995. – Vol. 1. – 175–190.
2. Ohnishi O. Genetic diversity of Fagopyrum homotropicum, a wild species related to common buckwheat / O. Ohnishi, N. Asano // Genetic Resources and Crop Evolution – 1999. – № 46. – P. 389–398.
3. Wang Y.J. Interspecific hybridization in buckwheat among Fagopyrum esculentum, F. homotropicum and F. tataricum / Wang Y.J., C. Campbell // Proc. 7th Intl. Symp. Buckwheat at Winnipeg – 1998. – Part 1. – P. 1–12.
4. Fesenko I.N. Compatibility and congruity of interspecific crosses in Fagopyrum / I.N. Fesenko, N.N. Fesenko, O. Ohnishi // Proc. 8th Intl. Symp. Buckwheat at Chunchon. – 2001. – Vol. 1. – P. 404–410.
5. Wang Y. Comparison between diploid and tetraploid forms of Fagopyrum homotropicum in intraspecific and interspecific crossability and cytological characteristics / Y. Wang, R. Scarth, C. Campbell // Fagopyrum. – 2002. – № 19. – P. 23–29.
6. Fesenko N.N. Homostyly of two morphologically different lineages of Fagopyrum homotropicum Ohnishi is determined by locus S4, which is an S-locus related gene in the linkage group #4 / N.N.Fesenko, I.N. Fesenko, O. Ohnishi // Fagopyrum. – 2006. – № 23. – P. 11–15.
7. Lazareva T.N. Seed protein variability of Fagopyrum tataricum Gaertn. is limited by two types of electrophoresis spectrum, which differ by the presence/absence of one band / T.N. Lazareva, I.N. Fesenko // Fagopyrum. – 2007. – № 24. – P. 9–13.
8. Yamane K. Speciation of Fagopyrum tataricum inferred from molecular data / K. Yamane, K. Tsuji, O. Ohnishi // Proc. 9th Intl. Symp. Buckwheat at Prague. – 2004. – P. 317–322.
9. Lazareva T.N. Seed protein polymorphism of common buckwheat (Fagopyrum esculentum Moench.) varieties, revealed by SDS-PAGE / T.N. Lazareva, N.E. Pavlovskaya, I.N. Fesenko, A.N. Fesenko // Proc. 10th Intl. Symp. Buckwheat at Yangling. – 2007. – P. 383–386.
10. Идентификация сортов и регистрация генофонда культурных растений по белкам семян / В.Г. Конарев [и др.] ; под ред. В.Г. Конарева. – СПб.: ВИР, 2000. – 186 с.

T.N. LAZAREVA, I.N. FESENKO

COMPARATIVE ANALYSES OF SDS-PAGE SPECTRA OF *FAGOPYRUM ESCULENTUM* AND TWO MORPHOLOGICALLY DIFFERENT LINEAGES OF *F. HOMOTROPICUM*

Distinctions of electrophoresis spectra of storage seed protein of* F. esculentum *and two morphologically various lineages of F. homotropicum were analyzed.* F. esculentum *differs from the each accessions of F. homotropicum more clearly than the accessions differ between them. Speciation of F. homotropicum, apparently, was not accompanied by «bottle neck". Lineages, which morphologically classified as different species, are more diverged in accordance with results of the analysis of storage seed protein.

Key words: ***SDS-PAGE, storage seed protein,* F. esculentum*, F. homotropicum***

***О.Л. ЛЯХОВА**, ассистент кафедры анатомии, физиологии, гигиены и экологии человека Орловского государственного университета*
Тел. 8-920-800-45-56; ol-lyakho@yandex.ru

ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ У СТУДЕНТОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВЛИЯНИЯ КОЛИЧЕСТВА УЧЕБНЫХ НАГРУЗОК

В статье освещаются особенности процесса физиологической адаптации студентов в зависимости от количества учебных нагрузок у студентов. Основываясь на полученных в ходе исследования данных, автор приходит к выводу о возможности создания экспертной системы, позволяющей выявить уровень адаптации, с целью прогнозирования успешности обучения студентов вузов и выявления личностных факторов риска в отношении их здоровья.

Ключевые слова: ***физиологическая адаптация, экспертная система, уровень адаптации, нагрузки.***

Учебный процесс в вузе не обходится без выраженных и продолжительных стрессовых ситуаций, характерным примером которых является экзамен.

Пожалуй, во время экзаменационной сессии максимально используются имеющиеся резервные возможности организма. При этом студенты первых курсов становятся объектом воздействия на них целого комплекса неблагоприятных факторов, связанных с совершенно новыми условиями деятельности в вузе по сравнению со школой, лицеем, колледжем.

Многие студенты в период экзаменационной сессии в спешном порядке стремятся освоить огромный учебный материал порой ценой пренебрежения к рациональной организации учебы и отдыха. Это вызывает напряжение адаптационных механизмов, которые могут в определенных условиях привести к их срыву.

Показатели скрытой тревоги соответствовали шкале самооценки по тесту Спилбергера и также повышались после экзамена. Результаты этих наблюдений согласуются с данными Н.П. Волкова и Л.И. Томашевской (1979), Rosch P.J. (1996) о сохранении у студентов эмоционального напряжения на всем протяжении экзаменационной сессии и даже в самые «спокойные» дни.

При несдаче экзамена или неполучении предполагаемой оценки отрицательное эмоциональное состояние усугубляется и затягивается. Это является свидетельством того, что экзаменационная сессия сопровождается непрерывным эмоциональным стрессом. Под его влиянием у большинства студентов наблюдались значительные изменения интенсивности кровенаполнения сосудов и реактивности биопотенциалов головного мозга, электрокардиографических и биохимических показателей, не нормализующихся после экзаменов в течение 2–3 суток.

Исследования ЭЭГ показали, что в течение всей сессии и в последующие после каждого экзамена дни под влиянием хронического эмоционального стресса происходит ($p<0,05$) увеличение общего уровня биопотенциалов головного мозга и затруднен-

© О.Л. Ляхова

ное их восстановление, особенно после последнего экзамена.

Таким образом, студенты вузов два раза в год переживают длительный экзаменационный стресс, что можно рассматривать как экзаменационный фактор риска, то есть синдром нервного перенапряжения.

Развитие высшей школы в современных условиях сопровождается дальнейшей интенсификацией труда студентов, возрастанием интенсивности информационного потока, широким внедрением технических средств и компьютерных технологий в учебный процесс, сильным социально-экономическим прессингом на все стороны студенческой жизни.

Научно-технический прогресс наряду с положительными эффектами обрушил на современного человека, в том числе на учащихся, огромный спектр отрицательных воздействий. Непрерывный рост научной и социально-политической информации, ограниченное время на ее переработку, несовершенный режим и методы обучения, ориентированные на заучивание огромного количества материала, перегружают мозг учащихся, порождают дисгармонию в развитии личности.

В особенно в сложном положении оказываются студенты первых курсов, попадая после выпускных экзаменов в школе и вступительных в вузе в новые специфические социальные отношения и условия деятельности. Так, было установлено, что уже через шесть месяцев с момента зачисления в вуз у студентов достоверно снижаются показатели самочувствия, активности и настроения по методике САН. Появляются жалобы на нарушение сна, аппетита, ухудшение памяти, внимания и другие вегетативные нарушения.

С целью выявления периодов обучения, вызывающих наибольшие трудности, был проведен опрос студентов. В процессе анкетного опроса 183 студента первого и второго курсов, 21% респондентов наиболее сложными периодами обучения в вузе назвали первый семестр, 52% таковым считают первый курс, 15% – второй курс. Таким образом, 80% участников опроса считают 1 и 2 курсы обучения в вузе самыми трудными.

В ходе опроса 180 студентов было предложено ответить на вопрос «Чем наиболее сложно для вас обучение?». Выявлены основные причины затруднений, которые на качественном уровне объединяются в четыре основные группы: высокая интенсивность учебного процесса в вузе; недостаток личного времени; другие причины (материальное положение, социальные гарантии и т. д.).

Методом поперечных срезов автору удалось установить, что их соотношение последовательно изменяется на каждом из курсов. Если на первом-втором курсах наиболее значимы причины первых трех групп, то начиная с третьего курса их удельный вес снижается при одновременном росте количества причин четвертой группы.

Полученные данные подтверждаются и результатами исследования методом продольного среза. Проведенные исследования с целью изучения особенностей и закономерностей течения процессов адаптации у студентов ОГУ во время первых трех лет обучения выявили различную степень реакции организма на учебную работу на разных курсах при одинаковом ее характере.

От первого до третьего курса значительно улучшались показатели функционального состояния центральной нервной системы: к концу первого курса латентные периоды условно-двигательных реакций удлинялись на 34% по сравнению с исходным уровнем. К концу третьего курса это увеличение составляло лишь 8%. Степень снижения скорости переключения внимания в динамике учебного года составляла соответственно 14% и 5%. В процессе обучения в вузе значительно тренируется функция памяти. Начиная со второго курса объем ее возрастал по сравнению с периодом начала обучения в вузе. В динамике трех лет обучения степень выраженности сдвигов функционального состояния сердечно-сосудистой системы под влиянием учебной нагрузки уменьшалась.

Так, снижение уровня систолического давления составляло 6,7% в течение первого курса, 2,4% – в течение второго курса и 1,6% – в течение третьего курса. Пульсовое давление изменялось от –9% до +8% исходного состояния. Аналогично изменяется ударный (от – 2 до +5%) и минутный (от –9 до +4) объем крови. Параллельно снижалось периферическое сопротивление сосудов – 2–8%. Сдвиги показателей функционального состояния организма студентов в процессе обучения на тре-

тьем курсе медицинского вуза указывают на развитие нерезко выраженного утомления под влиянием учебной нагрузки. Степень выраженности изменений наименьшая на третьем курсе в динамических наблюдениях за одними и теми же лицами в течение трех лет обучения. Автор предлагает считать, что именно в период обучения студентов на третьем курсе наступает адаптация к режиму труда и отдыха и условиям обучения.

Состояние психологического напряжения вызывает особые реакции в сфере высшей нервной деятельности, сопровождающиеся вегетативными компонентами. Формируется поведенческая адаптация. Изучая в этом плане поведение человека, нужно иметь в виду, что трудовая деятельность предъявляет прямо противоположные требования к поведению, чем те, которые обеспечивают стабильность гомеостаза. Поэтому необходимо различать элементы, направленные на поддержание гомеостаза, оптимального для человека как биологической структуры и как члена социальной структуры.

Адаптация к воздействию психогенных факторов протекает неодинаково у лиц с разным типом высшей нервной деятельности: безудержных (холериков), спокойных (флегматиков), живых (сангвиников), слабых (меланхоликов). У крайних типов (холериков, меланхоликов) такая адаптация не является стойкой, рано или поздно факторы, воздействующие на психику, приводят к срыву высшей нервной деятельности и развитию неврозов. Неврозы характеризуются дезорганизацией как психических, так и вегетативных функций.

Несомненно, одной из причин, влияющей на состояние здоровья у студентов вузов, является хроническое психоэмоциональное напряжение, возникающее по причине невозможности в полной мере выполнения ими требований учебных программ.

Сотрудниками кафедры анатомии, физиологии, гигиены и экологии человека Орловского государственного университета было проведено исследование с целью выявления личностных детерминант и связанных с ними особенностей вегетативного обеспечения деятельности студентов, имеющих различную успешность обучения по критериям успеваемости. Изучение вегетативного обеспечения деятельности испытуемых в процессе обучения осуществлялось путем регистрации ряда физиологических параметров: электрокардиографии, реоэнцефалоргафии, артериального давления до и после лабораторных занятий, коллоквиумов и экзаменов. Личностные психологические свойства исследовались с помощью тестов Айзенка, Тейлора.

На основе указанных выше критериев были сформированы представления о «психофизиологических портретах студентов», обучающихся в вузе с различной успеваемостью. При этом в группе «низко успешных» студентов (средний балл менее 3,5) были выявлены две подгруппы, одна из которых характеризовалась низким уровнем общих способностей, высокой личностной тревожностью, сосуществованием высоких уровней познавательного мотива и мотива избегания, а также низкой эффективностью деятельности по критерию высокой ее «физиологической стоимости».

Другая подгруппа «низкоуспешных» студентов характеризовалась во многом противоположными качествами: высоким уровнем общих способностей, низким уровнем личностной тревожности, доминированием мотива смены деятельности и низкими показателями ее «физиологической стоимости».

«Высокоуспешные» студенты (средний балл более 4,5) характеризовались высокими уровнями общих способностей и личностной тревожности, доминированием состязательного и познавательного мотивов и высокой эффективностью деятельности при обучении.

Наблюдение за представителями указанных групп на дальнейших этапах обучения в вузе (3–6 курсы) показало, что по разным причинам (академической неуспеваемости, в связи с болезнью и др.) обучение в вузе прекратили 46% студентов первой и 40% студентов второй «низкоуспешных» подгрупп. Для сравнения отмечается, что за этот же отрезок времени ни один из представителей «высокоуспешной» группы из вуза отчислен не был.

Представленные факты позволили авторам сделать вывод о том, что представляется возможным создание экспертной системы, позволяющей выявить уровень адаптации, с целью прогнозирования успешности обучения студентов вузов и выявления личностных факторов риска в отношении их здоровья.

O. LJAKHOVA

FEATURES OF PROCESS OF PHYSIOLOGICAL ADAPTATION OF STUDENTS DEPENDING ON INFLUENCE OF ACADEMIC LOADS QUANTITY

In the article is featured the process of physiological adaptation of students depending on quantity of their academic loads. Being based on the received data, the author comes to the conclusion about the possibility of creating the expert system for revealing adaptation level, to forecast the success of training high school students and revealing personal risk factors concerning students' health.

Key words: ***physiological adaptation, expert system, level of adaptation, loads.***

Л.Л. КИСЕЛЕВА, *кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники Орловского государственного университета*
Тел.: раб. 8(4862) 77-73-32, дом. 8(4862) 59-10-14, моб. 8-906-665-26-41; LLKiseleva@yandex.ru
Ю.Л. БЕЛОУСЬКО*, аспирантка, доцент кафедры ботаники Орловского государственного университета*
Тел.: моб. 8-903-882-90-46; LLKiseleva@yandex.ru

АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И СОСТАВА ЛЕСОВ ОРЛОВСКОГО РАЙОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ И ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

В данной статье приводятся сведения о современном пространственном распределении лесов Орловского района с использованием данных дистанционного зондирования (ДДЗ) и ГИС-технологий; анализируются лесные массивы центральной части области по происхождению, типам леса, преобладающим древесным породам; выявляется лесистость района на данный момент времени. Эти данные послужат основой для построения геоботанических карт исследуемой территории.

Ключевые слова: ***леса Орловской области, ГИС-технологии, дистанционное зондирование.***

Среди проблем устойчивого развития ведущее место принадлежит исследованиям, имеющим дело с инвентаризацией и сохранением биоразнообразия природных экосистем. В целях устойчивого развития регионов на международном и национальном уровнях проводится мониторинг лесов как важное звено общего экологического мониторинга. Эколого-географическая основа выявления разнообразия лесов непосредственно связана с природной дифференциацией территории. Мониторинг лесов предопределяет выявление географических закономерностей формирования структуры лесного покрова, пространственного размещения сообществ в различных условиях их функционирования, прежде всего в соответствии с зональной структурой природных комплексов. Изучение долговременной динамики лесных территорий за последние 400 лет позволяет рассматривать природные и антропогенные компоненты экосистем в тесной взаимосвязи, что является основой проведения такого анализа.

Орловская область относится к староосвоенным регионам средней полосы европейской части России и издавна испытывала сильнейшие антропогенные нагрузки. Растительный покров области за последние столетия значительно изменился. Согласно планам Генерального межевания (1778–1790 гг.) леса на территории области занимали более 50%. К началу XX века их площадь сократилась до 20%, а в настоящее время леса занимают всего 9,3% [2]. Распределены они в пределах области крайне неравномерно: по направлению с северо-запада на юго-восток лесистость территории сильно уменьшается (так, для Хотынецкого и Знаменского районов она составляет 24%, а Должанского и Ливенского – 1,1%) (рис. 1).

© Л.Л. Киселева, Ю.Л. Белоусько

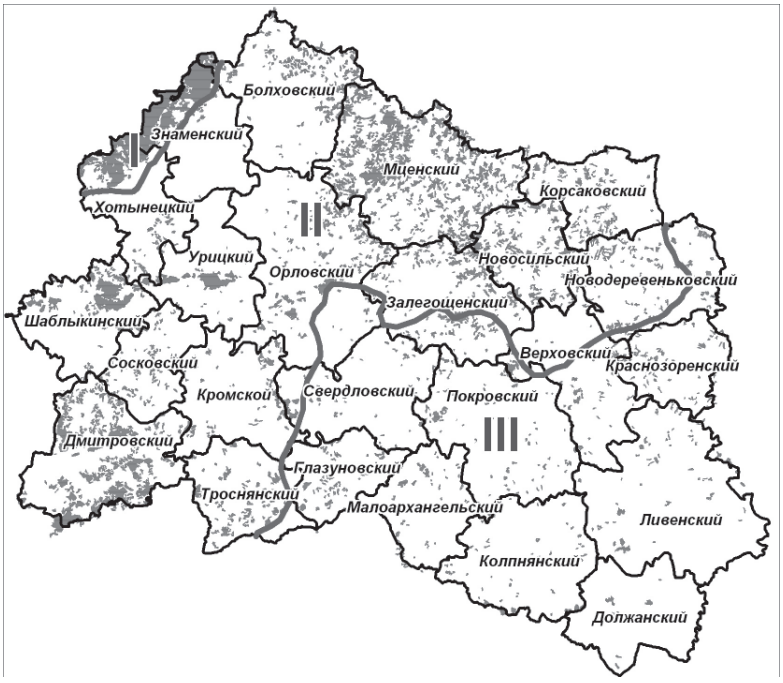


Рис. 1. Распределение лесов в Орловской области (I – зона широколиственно-хвойных лесов; II – зона широколиственных лесов; III – лесостепная зона. Границы зон даны по Карте «Зоны и типы …, 1999» [1]).

При анализе пространственной динамики лесной растительности в последние десятилетия становится все более актуальным применение данных дистанционного зондирования (ДДЗ) на основе геоинформационных систем (ГИС). Поэтому в данной работе нами были поставлены следующие задачи: 1) на основе актуальных данных дистанционного зондирования (2006 г.) выявить современное пространственное распределение лесов Орловского района; 2) провести верификацию контуров лесных массивов района в тематическом слое ГИС MapInfo «Леса Орловской области», 3) на основе карт лесотаксации, введенных в ГИС, провести анализ состава лесных фитоценозов исследуемого района.

Объектом исследования послужили леса Орловского района, который расположен в центральной части области. Большая часть района располагается в зоне широколиственных лесов, лишь юго-восточная часть находится в лесостепной зоне (рис. 1). За последние столетия леса района претерпели сильные изменения. В результате ГИС-анализа карты Орловского уезда конца XVI века (1594–1595 гг.) и тематического слоя «Леса Орловской области» можно увидеть сокращение площади лесов за последние 400 лет в пределах Орловского района (рис. 2). Лесистость этого района на период конца XVI в. составляла 30,8%, в то время как в настоящее время – 5,9% (по данным дистанционного зондирования, проанализированным авторами).



Рис. 2. Изменение лесистости Орловского района за последние 400 лет (современные леса показаны темно-серым цветом, леса конца XVI века – светло-серым).

Следующим этапом пространственного анализа в среде ГИС было сравнение двух тематических слоев: «Леса Орловской области» (оцифрованного ГосГисЦентром на основе официальных топографичесикх карт, М 1:200 000, 1989 г.) и «Леса Орловского района» (полученного нами в результате оцифровки ДДЗ 2006 г.), которое показало: 1) значительное сокращение площади многих лесных массивов; 2) полное сведение ряда лесных массивов; 3) фрагментацию крупных лесных массивов; 4) отсутствие в тематическом слое ГИС «Леса Орловской области» небольших по площади лесных массивов, имеющихся на космоснимках.

Леса Орловского района входят в состав Орловского лесхоза, состоящего из двух лесничеств – Володарского (расположенного в северной части района) и Орловского (южная часть района). На основе Проекта организации и развития лесного хозяйства Орловского лесхоза Орловского управления лесами Федеральной службы лесного хозяйства России [3, 4] в среде ГИС MapInfo был создан тематический слой «Леса Орловского лесхоза», состоящий из таблицы с атрибутивной информацией и карты лесотаксационных выделов. В результате составленных определенным образом запросов из этого тематического слоя проведен анализ лесов Орловского лесхоза. Так, соотношение естественных лесов и культурных насаждений в Володарском лесничестве составляет 80 и 20%, а в Орловском лесничестве – 76 и 24%. В Володарском лесничестве широколиственные леса составляют 51%, мелколиственные – 41%, хвойные – 8%; в Орловском лесничестве: 51%, 46% и 3% соответственно. Основными породами деревьев в лесах Володарского и Орловского лесничеств являются *Quercus robur L.* (в Володарском лесничестве – 46%, в Орловском – 48,22%) и *Betula pendula Roth.* (26 и 38,83% соответственно) (табл. 1). Меньшие площади занимают *Populus tremula L.* (до 9%), *Pinus sylvestris L.* (до 6%). Такие породы, как *Acer platanoides L.*, *Picea abies (L.) Karst., Populus nigra L.* и другие, занимают не более 1% территории лесов Орловского лесхоза.

Таблица 1 – Процентное распределение площади лесных массивов Орловского лесхоза по преобладающим древесным породам

Порода	Володарское лесничество	Орловское лесничество
Дуб	46	48,22
Береза	26	38,83
Ива	2	
Ясень	4	
Сосна	6	1,8
Липа	5	0,96
Осина	9	6,52
Клен	1	0,47
Ель	1	
Лиственница		0,92
Тополь		0,82
Ильм		1,46

Созданный тематический слой ГИС «Леса Орловского лесхоза» в дальнейшем послужит основой для построения геоботанических карт лесов данной территории и окажет неоценимую помощь в составлении лесного плана района. Так, в результате исследования растительности урочища «Левое Стрелецкое» Знаменского леса Орловского лесничества Орловского лесхоза нами была составлена геоботаническая карта этого лесного фитоценоза (рис. 3).

Знаменский лес примыкает к городу Орлу с южной стороны. Этот лес является вторичным по происхождению, восстановленным на месте уничтоженного во время Великой Отечественной войны широколиственного леса. В настоящее время это лиственный лес, первый ярус которого представлен *Quercus robur L.,Betula pendula Roth. и Populus tremula L.* Второй ярус образуют *Sorbus aucuparia L., Malus sylvestris Mill., Pyrus communis L.* В подлеске преобладают *Euonymus verrucosa Scop., Euonymus europaea L., Corylus avellana L., Lonicera xylosteum L.*

Знаменский лес делится на три урочища. Нами была исследована растительность урочища «Левое Стрелецкое», и было выделено 13 ассоциаций, которые представлены на карте.



Рис. 3. Карта-схема расположения ассоциаций урочища «Левое Стрелецкое»

Далее мы приводим геоботаническую характеристику выявленных ассоциаций:

Дубрава мертвопокровная (культурная посадка, возраст 58 лет)

Формула древостоя: 10Д+Я

Сомкнутость – 50–60%

Количество видов – 13

I Древесный ярус: *Quercus robur L., Fraxinus excelsior L.*

Подлесок: Grossularia reclinata (L.) Mill., Ribes nigrum L., Prunus padus L., Rubus idaeus L

Подрост*: Acer negundo L., Fraxinus excelsior L.*

Общее проективное покрытие травостоя – 1%

Дубово-березовый лес разнотравный

Формула древостоя: 9Б1Д

Сомкнутость – 45–50%

Количество видов – 51

I Древесный ярус*: Betula pendula Roth., Quercus robur L.*

II Древесный ярус*: Pyrus communis L., Malus sylvestris Mill.*

Подлесок: *Rubus idaeus L., Ribes nigrum L., Lonicera tatarica L., Frangula alnus Mill., Rhamnus cathartica L., Sambucus racemosa L.*

Подрост: *Acer platanoides L., Acer negundo L., Fraxinus excelsior L., Sorbus aucuparia L., Quercus robur L.*

Общее проективное покрытие травостоя – 70–80%

Березово-дубовый лес разнотравно-малиновый

Формула древостоя: 5Д5Б

Сомкнутость – 70%

Количество видов – 40

I Древесный ярус*: Quercus robur L., Betula pendula Roth.*

Подлесок*: Rubus idaeus L., Frangula alnus Mill.*

Подрост: *Fraxinus excelsior L., Sorbus aucuparia L., Quercus robur L., Sambucus racemosa L., Populus tremula L., Malus sylvestris Mill.*

Общее проективное покрытие травостоя – 80%

Дубово-березовый лес разнотравно-перисто-коротконожковый

Формула древостоя: 6Б4Д

Сомкнутость – 70%

Количество видов – 36

I Древесный ярус: *Betula pendula Roth.,Quercus robur L.*

Подлесок*: Viburnum lantana L.*

Подрост: *Pyrus communis L.,Malus sylvestris Mill.,Corylus avellana L.,Tilia cordata Mill.,Quercus robur L.,Prunus padus L.,Sorbus aucuparia L.*

Общее проективное покрытие травостоя – 80%

Дубово-березовый лес разнотравно-злаковый

Формула древостоя: 8Б2Д

Сомкнутость – 70%

Количество видов – 16

I Древесный ярус: *Betula pendula Roth., Quercus robur L.*

Подрост: *Prunus padus L., Sorbus aucuparia L., Fraxinus excelsior L.*

Общее проективное покрытие травостоя – 80%

Дубово-березовый лес корневищно -осоковый

Формула древостоя: 7Б3Д

Сомкнутость – 45%

Количество видов – 34

I Древесный ярус*: Betula pendula Roth., Quercus robur L.*

II Древесный ярус: *Pyrus communis L., Sorbus aucuparia L., Viburnum lantana L., Prunus padus L., Rubus idaeus L.*

Подрост: *Sorbus aucuparia L., Tilia cordata Mill., Pyrus communis L., Malus sylvestris Mill., Quercus robur L.*

Общее проективное покрытие травостоя – 70–80%

Дубрава разнотравно-снытевая

Формула древостоя: 10Д

Сомкнутость – 70%

Количество видов – 28

I Древесный ярус: *Quercus robur L.*

Подлесок: *Rubus idaeus L., Prunus padus L., Euonymus europaea L., Ribes nigrum L., Frangula alnus Mill.*

Подрост: *Sorbus aucuparia L., Tilia cordata Mill., Malus sylvestris Mill. Quercus robur L., Acer negundo L.*

Общее проективное покрытие травостоя – 80%

Березняк разнотравный

Формула древостоя: 10Б

Сомкнутость – 30%

Количество видов – 35

I Древесный ярус: *Betula pendula Roth.*

Подлесок*: Rubus caesius L.*

Подрост*: Pyrus communis L.*

Общее проективное покрытие травостоя – 85–90%

Дубрава разнотравно-малиново-щучковая

Формула древостоя: 10Д+Б+Ос

Сомкнутость – 70–75%

Количество видов – 51

I Древесный ярус*: Quercus robur L., Betula pendula Roth., Populus tremula L.*

II Древесный ярус*: Salix caprea L.*

Подлесок: *Amelanchier Spicata (L.) C. Koch., Prunus padus L., Rubus idaeus L., Viburnum lantana L., Frangula alnus Mill., Lonicera tatarica L., Sambucus racemosa L.*

Подрост*: Pyrus communis L., Sorbus aucuparia L., Quercus robur L., Populus tremula L.*

Общее проективное покрытие травостоя – 70%

Березовый лес разнотравно-разнозлаковый

Формула древостоя: 10Б

Сомкнутость – 60%

Количество видов – 59

I Древесный ярус: *Betula pendula Roth.*

II Древесный ярус: *Fraxinus excelsior L., Malus sylvestris Mill., Crataegus monogyna Jacq.*

Подрост*: Sorbus aucuparia L., Quercus robur L., Populus tremula L., Prunus padus L., Rhamnus cathartica L.*

Подлесок: *Amelanchier Spicata (L.) C. Koch., Rubus idaeus L., Viburnum lantana L., Sambucus racemosa L., Grossularia reclinata (L.) Mill., Ribes nigrum L., Ribes rubrum L., Symphoricarpos albus (L.) S. F. Blake., Euonymus verrucosa Scop.*

Общее проективное покрытие травостоя – 80%

Березняк ранотравно-кострецовый

Формула древостоя: 9Б1Д

Сомкнутость – 45–50%

Количество видов – 48

I Древесный ярус: *Betula pendula Roth., Quercus robur L.*

Подрост: *Sorbus aucuparia L., Rhamnus cathartica L., Malus sylvestris Mill., Pyrus communis L., Amelanchier Spicata (L.) C. Koch.*

Подлесок: *Prunus padus L., Viburnum lantana L., Euonymus europaea L., Rubus caesius L.*

Общее проективное покрытие травостоя – 70–80%

Дубрава разнотравно-кострецовая (на склоне к водоему)

Формула древостоя: 10Д+Б+Ос

Сомкнутость – 85%

Количество видов – 71

I Древесный ярус: *Quercus robur L., Betula pendula Roth., Populus tremula L.*

Подрост*: Populus tremula L., Fraxinus excelsior L., Cerasus vulgaris L.*

Подлесок*: Rubus caesius L.*

Общее проективное покрытие травостоя – 90%

Дубрава снытево-крапивная

Формула древостоя: 10Д

Сомкнутость – 55%

Количество видов – 21

I Древесный ярус*: Quercus robur L.*

Подлесок*: Rubus idaeus L., Sambucus racemosa L., Grossularia reclinata (L.) Mill., Ribes nigrum L.*

Общее проективное покрытие травостоя – 100%

Выводы

Таким образом, в результате проделанной работы, используя ДДЗ и ГИС-технологии, мы выявили современное пространственное распределение лесов Орловского района; проанализировали лесные массивы центральной части Орловской области по происхождению, типам леса, преобладающим древесным породам; определили лесистость района на данный момент времени, а также привели пример геоботанической карты (урочище «Левое Стрелецкое») с характеристикой растительных ассоциаций.

Библиографический список

1. Карта «Зоны и типы поясности России и сопредельных территорий» / Отв. ред. Г.Н. Огуреева. Масштаб 1: 8000000. – М., 1999. – 2 л.
2. Огуреева Г.Н., Киселева Л.Л., Пригоряну О.М. Долговременная динамика лесов центра Русской равнины [Текст] / Г.Н. Огуреева, Л.Л. Киселева, О.М. Пригоряну // Сб. ст. рег. конф. «Вторые чтения, посвященные памяти Ефремова Степана Ивановича». – Орел, ОГУ: «Картуш», 2006. – С. 170–175.
3. Карта «План лесонасаждений Орловского лесхоза Орловской области». Устройство 1995 г. Масштаб 1 : 25000. «Брянсклеспроект», 1995.
4. Проект организации и развития лесного хозяйства Орловского лесхоза Орловского управления лесами Федеральной службы лесного хозяйства России. Таксационное описание по Володарскому и Орловскому лесничеству [Текст]. – Брянсклеспроект, 1995.

L.L. KISELEVA, Y.L. BELOUSKO

THE ANALYSIS OF DISTRIBUTION AND STRUCTURE OF WOODS OF THE ORYOL AREA WITH USE OF DATA OF REMOTE SOUNDING AND GIS-TECHNOLOGIES

In given clause data on modern spatial distribution of woods of the Oryol area are resulted, with use distant facts and GPS-technologies large forests of the central part of area by origin are analyzed, to types of the wood, prevailing tree species, comes to light percent of wood territory at present time. These data will form a basis of construction of geobotanical maps of investigated territory.

Key words: ***woods of the Oryol area; GIS-TECHNOLOGIES; remote sounding.***

***К.К. КИСЕЛЕВА**, кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники Орловского государственного университета*
Тел.: раб. 8(4862) 77-73-32, дом. 8(4862) 59-10-14, моб. 8-906-665-26-41;
LLKiseleva@yandex.ru
***О.И. ФАНДЕЕВА**, аспирантка, доцент кафедры ботаники Орловского государственного университета*
Тел.: 8-910-202-16-84; olia.fandeeva@yandex.ru

ОСТАТКИ ЛУГОВО-СТЕПНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ БЫВШИХ СТЕПЕЙ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ (БОБРИНСКОЙ, ФОМИНСКОЙ, ЛАВРОВСКОЙ)

В статье приводятся сведения о современном состоянии лугово-степной растительности участков, прилегавших к бывшим Бобринской, Фоминской и Лавровской степям. На изученной территории зарегистрировано 13 видов редких и охраняемых растений, внесенных в Красную книгу Орловской области. Наиболее сохранившийся участок лесостепной растительности рекомендован в качестве особо охраняемой природной территории.

Ключевые слова: ***Бобринская, Фоминская, Лавровская степи; Орловская область; охраняемые растения.***

Орловская область относится к староосвоенным регионам средней полосы европейской части России. Зональными типами растительности являются хвойно-широколиственные, широколиственные леса и луговые степи. В настоящее время большая часть территории области находится под сельскохозяйственными угодьями, на естественную растительность приходится только 15%, из которых 9% занимают леса. На оставшуюся часть растительности (в том числе и луговые степи) приходится всего 6%. В настоящее время все целинные участки степей в области распаханы. Небольшие степные фрагменты сохранились лишь на крутых коренных известняковых берегах рек, по балкам и оврагам, в то время как не более 100 лет назад в центральной части Орловской области существовали плакорные степи (Лавровская, Фоминская и Бобринская), описанные в работах А.И. Куренцова [5] и Т.Б. Вернандер [1], располагавшиеся на территории бывшего Орловскго уезда.

Целью наших исследований было изучение современного состояния растительности на участках, примыкающих к бывшим Лавровской, Фоминской и Бобринской степям, и выявление степени сохранности лугово-степного флористического комплекса.

Для выполнения данной цели были поставлены следующие задачи:

1) обнаружить участки местонахождения бывших плакорных степей в пределах современной Орловской области;

2) выявить остатки лугово-степной растительности на участках, примыкающих к бывшим Лавровской, Фоминской и Бобринской степям;

3) выявить сходство и различия сохранившейся на исследованной территории лу-

© К.К. Киселева, О.И. Фандеева

гово-степной растительности с данными, полученными в 1929 г. Т.Б. Вернандер и А.И. Куренцовым;

4) выявить редкие и охраняемые растения, внесенные в Красную книгу Орловской области [3] и Красную книгу Российской Федерации [4], произрастающие на исследованной территории;

5) внести местонахождение редких и охраняемых растений в картографическую базу данных MapInfo.

Основными методами в нашей работе являлись: библиографический, маршрутный, метод геоботанических описаний и картографический [6]. Геоботанические описания фитоценозов проводились на участках 10 х 10 м, проективное покрытие видов оценивалось по 5-балльной шкале: 1 – единичные особи, проективное покрытие которых не превышает 5%, 2 – 5–5%; 3 – 25–50%; 4 – 50–75%; 5 – виды, дающие фон, проективное покрытие которых более 75%.

В 1929 г. Т.Б. Вернандер и А.И. Куренцов описали остатки плакорных луговых степей, сохранившихся к тому времени на территории бывшего Орловского уезда Орловской губернии. В то время они занимали следующие площади: Бобринская степь – 110 га, Фоминская степь – 325 га и Лавровская степь – 100 га. Бобринская степь располагалась на левом берегу р. Кнубрь (рис. 1), неподалеку от д. Паньково. С юга к ней примыкал молодой дубово-березовый лес, с запада проходила так называемая Царева дорога, за которой начинались пашни, с севера также располагались пашни, а с востока – неглубокий степной лог.

Фоминская степь располагалась по правую сторону р. Кнубрь, на водоразделе Кнубрь – Рыбница, в 3–4 км южнее Бобринской степи. Это большой холм с довольно пологими склонами. С запада степь граничила с р. Кнубрь, с севера – с балкой, по дну которой протекает ручей Большой Червяк.



Рис. 1. Картосхема расположения бывших плакорных степей в пределах современных Орловского и Кромского районов Орловской области: 1 – Бобринской; 2 – Фоминской; 3 – Лавровской.

Лавровская степь находилась в 2–3 км к востоку от Фоминской, в верховьях оврага Большой Червяк близ Козловских выселок. В 1895 г. эта степь непосредственно соединялась с Фоминской степью и заключала в себе свыше 1000 га. К 1929 г. все пространство около Поваляевых Дворов и Козловских выселок было распахано, и остались только небольшие целинные участки.

Особенностью растительности Бобринской, Лавровской и Фоминской степей являлось чередование участков с ксерофильными видами на возвышениях рельефа с участками, занятыми гигрофильными видами – в понижениях. Это было обусловлено близким залеганием юрских глин. Наибольшим флористическим разнообразием характеризовалась Бобринская степь. Она менее других подверглась воздействию человека. В то время как Фоминская и Лавровская степи с весны до половины мая служили пастбищем для скота, Бобринская степь «заказывалась» с самой ранней весны. Это способствовало сохранению на ней видов, которые на других участках исчезли под влиянием выпаса. Главным образом это сказалось на видах ковыля. В начале июня, когда ковыль перистый-Stipa pennata L. выбрасывает метелки, на Бобринской степи он дает местами фон, на других же участках он встречается единичными экземплярами.

Доминирующими растениями в Бобринской степи являлись: келерия Делавиня-Koeleria Delavignei Czern. ex Domin, полевица собачья – Agrostis canina L. и овсяница валлийская – Festuca valesiaca Gaud. (F. sulcata (Hack.) Nym. p. p.). Из других злаков тут встречались: душистый колосок обыкновенный – Anthoxanthum odoratum L., трясунка средняя – Briza media L., кострец безостый – Bromopsis inermis (Leyss.) Holub [Bromus inermis Leyss., Zerna inermis (Leyss.) Lindm.], вейник тростниковый – Calamagrostis arundinacea (L.) Roth, овсяница луговая – Festuca pratensis Huds., овсяница красная – Festuca rubra L., келерия гребенчатая – Koeleria cristata (L.) Pers. (K. gracilis Pers.), мятлик луговой – Poa pratensis L., ковыль перистый – Stipa pennata L. (S. joannis Celak.), ковыль узколистный – Stipa tirsa Stev. (S. longifolia Borb., S. Stenophylla Czern. ex Zalessky). Из осок: осока горная – Carex montana L., осока низкая – Carex humilis Leyss., осока весенняя – Carex caryophyllea Latourr. (C. verna Chaix), осока бледноватая – Carex pallescens L. Из двудольных на первом месте стояли: таволга обыкновенная – Filipendula vulgaris Moench (F. hexapetala Gilib.), валериана русская – Valeriana rossica P. Smirn., клевер горный – Trifolium montanum L.

Фоминская степь сильно стравливалась скотом, и потому ее видовой состав был гораздо беднее, чем Бобринской степи. В то время как там на площадке в 100 м^2 встречалось максимум 95 видов, в Фоминской степи на площадках такого же размера встречалось от 44 до 62 видов.

На данном участке довольно обильно развивались клевер горный –Trifolium montanum L., тромсдорфия пятнистая – Trommsdorffia maculata (L.) Bernh. [Achyrophorus maculatus (L.) Scop.], тимьян Маршалла – Thymus Marschallianus Willd., но зато меньше подмаренника настоящего – Galium verum L., шалфея лугового – Salvia pratensis L. и видов сложноцветных. Благодаря выпасу на этой степи большого развития достигали сорняки: икотник серый – Berteroa incana (L.) DC., пастушья сумка обыкновенная – Capsella bursa-pastoris (L.) Medik. и др. По северному склону холма довольно обильно развивалась осока низкая – Carex humilis Leyss. Изредка отдельными дерновинками встречались ковыль перистый – Stipa pennata L. (S. joannis Celak.), ковыль узколистный – Stipa tirsa Stev. (S. longifolia Borb., S. Stenophylla Czern. ex Zalessky). Растительность южных склонов холма отличалась большим флористическим богатством. Тут довольно часто встречались такие виды, как адонис весенний – Adonis vernalis L., горошек тонколистный – Vicia tenuifolia Roth, спаржа лекарственная – Asparagus officinalis L., резак обыкновенный – Falcaria vulgaris Bernh. [F. rivini Host; F. sioides (Wibel) Aschers.], осока низкая – Carex humilis Leyss. Растительность северных склонов была довольно однообразна и была представлена осокой весенней – Carex caryophyllea Latourr. (C. verna Chaix), келерией Делавиня – Koeleria Delavignei Czern. ex Domin и др.

Лавровская степь, так же как и Фоминская, довольно сильно стравливалась скотом и отличалась полным отсутствием ковылей и осоки низкой – Carex humilis Leyss. Обильнее всего здесь были представлены тимьян Маршалла – Thymus Marschallianus Willd., клевер горный – Trifolium

montanum L.; из злаков: келерия Делавиня – Koeleria Delavignei Czern. ex Domin, овсяница красная – Festuca rubra L. и полевица собачья – Agrostis canina L. Часто в степи в едва заметных понижениях сплошь развивались козелец низкий – Scorzonera humilis L. и чемерица черная – Veratrum nigrum L. Из разнотравья часто встречались живокость Литвинова – Delphinium Sambuk (D. rossiccum Litv., non Rouy), ломонос прямой – Clematis recta L., зопник клубненосный – Phlomis tuberosa L. и др. На площадке в 100 м^2 встречалось приблизительно 65–70 видов.

Для Бобринской, Фоминской и Лавровской степей и прилегающих к ним участков А.И. Куренцовым и Т.Б. Вернандер было отмечено 257 видов [1, 5], в том числе для Бобринской степи – 216 видов, Фоминской – 129, Лавровской – 130. К 60-м годам XX в. эти плакорные степные участки были полностью распаханы.

В течение вегетационных периодов 2006–2010 гг. нами проводились исследования флоры и растительности в местах бывшего расположения этих степей и на прилегающих к ним территориях, в результате чего выявлен ряд сохранившихся лугово-степных участков на склонах балок, а также по берегам р. Кнубрь и ручья Большой Червяк.

Наиболее сохранившийся участок лугово-степной растительности нами отмечен на склоне балки юго-восточной и восточной экспозиций в 0,6 км северо-западнее д. Паньково. Вершина этой балки примыкает к северо-восточной части бывшей плакорной Бобринской степи. Здесь в наибольшей степени сохранились редкие и охраняемые растения Орловской области, которые были отмечены А.И. Куренцовым и Т.Б. Вернандер в Бобринской степи.

Лугово-степная растительность на склонах балки юго-восточной и восточной экспозиций представлена разнотравно-ковыльными ассоциациями (фото 1), в которых проективное покрытие ковыля перистого – Stipa pennata L. достигает 4 баллов. Меньшее покрытие (3 балла) имеют кострец безостый – Bromopsis inermis (Leys.) Holub, вейник наземный – Calamagrostis epigeios (L.) Roth, тимофеевка луговая – Phleum pratense L. Из Бобовых наибольшее проективное покрытие имеют такие виды, как клевер луговой – Trifolium pratense L. – (4 балла) и астрагал датский – Astragalus danicus Retz. – 3 балла. Из разнотравья наибольшее проективное покрытие (до 3 баллов) характерно для земляники зеленой – Fragaria viridis Duch., подмаренника северного – Galium boreale L., подмаренника мягкого – Galium mollugo L., подмаренника настоящего –Galium verum L., герани кроваво-красной – Geranium sanguineum L. Из отмеченных здесь видов в Красную книгу Орловской области внесены: ковыль перистый – Stipa pennata L., прострел раскрытый – Pulsatilla patens (L.) Mill., козелец пурпуровый – Scorzonera purpurea L., касатик безлистный – Iris aphylla L., рябчик шахматный – Fritillaria meleagris L.



Фото 1. Разнотравно-ковыльная степь на склоне балки юго-восточной экспозиции в 0,6 км северо-западнее д. Паньково.

Склоны балок северной экспозиции представлены лугово-степными фитоценозами с преобладанием разнотравья. Наибольшее проективное покрытие (4 балла) характерно для произрастающих здесь козельца приземистого – Scorzonera humilis L., клевера горного – Trifolium montanum L., а на склоне северной экспозиции к ручью, впадающему в р. Кнубрь (участке, примыкающем к бывшей Фоминской степи), основным фоновым видом является ракитник русский – Chamaecytisus ruthenicus (Fisch. ex Woloszcz.) Klaskova. Несколько меньшее проективное покрытие (3 балла) у шалфея лугового – Salvia pratensis L., василька лугового – Centaurea jacea L., первоцвета весеннего – Primula veris L., таволги обыкновенной – Filipendula vulgaris Moench, подмаренника настоящего – Galium verum L., подмаренника северного

– Galium boreale L. Из злаков доминантами являются кострец безостый – Bromopsis inermis (Leys.) Holub и овсяница красная – Festuca rubra L. Нами на данных участках ковыли обнаружены не были. Однако на северном склоне балки близ с. Паньково и склоне северной экспозиции к ручью, впадающему в р. Кнубрь, было обнаружено произрастание козельца пурпурного – Scorzonera purpurea L., редкого и охраняемого растения, занесенного в Красную книгу Орловской области.

Несколько иная флористическая картина характерна для дна балок близ с. Паньково и близ д. Козлы, что связано с повышенной влажностью участков. Наибольшим проективным покрытием (4 балла) характеризуются произрастающие здесь таволга вязолистная – Filipendula ulmaria (L.) Maxim. и тростник южный – Phragmites australis (Cav.) Trin. ex Steud. Меньшее покрытие (3 балла) характерно для осоки дернистой – Carex cespitosa L., осоки острой – Carex acuta L., ожики многоцветковой-Luzula multiflora (Retz.) Lej., рогоза широкого – Typha latifolia L., мятлика обыкновенного-Poa trivialis L. Из Бобовых наибольшим проективным покрытием (3 балла) отличается люпин многолистный – Lupinus polyphyllus Lindl., а из разнотравья – подмаренник топяной – Galium uliginosum L., бодяк речной – Cirsium rivulare (Jacq.) All., гравилат речной – Geum rivale L.

Для зарастающего поля характерно доминирование (3 балла) таких представителей разнотравья, как звездчатка злаковая – Stellaria graminea L., одуванчик лекарственный – Taraxacum officinale Wigg., подмаренник мягкий – Galium mollugo L., шалфей луговой – Salvia pratensis L., золотарник канадский – Solidago canadensis L., свербига восточная – Bunias orientalis L. Из бобовых наибольшее проективное покрытие (до 3 баллов) имеют люпин многолистный – Lupinus polyphyllus Lindl., клевер ползучий – Trifolium repens L. Проективное покрытие злаков здесь существенно меньше, чем на других участках, – не более 2 баллов у костреца безостого – Bromopsis inermis (Leys.) Holub и овсяницы луговой – Festuca pratensis Huds. Виды, занесенные в Красную книгу Орловской области, на данных участках обнаружены не были.

Лесное урочище Тиньково-Хомутово представляет собой лесной фитоценоз, поэтому наибольшее проективное покрытие (4 балла) отмечается не только у травянистых растений, таких как сныть обыкновенная – Aegopodium podagraria L., но и у растений древесного яруса, как, например, береза повислая – Betula pendula Roth. Меньшее покрытие (3 балла) отмечается у растений, типичных для лесных фитоценозов: малина – Rubus saxatilis L., черемуха – Padus avium Mill., земляника лесная – *Fragaria* vesca L.

Для опушечных фитоценозов характерно преобладание следующих видов: будра плющевидная – Glechoma hederacea L., хвощ луговой – Equisetum pratense L., астрагал датский – Astragalus danicus Retz., мелколепестник однолетний – Erigeron annuus (L.) Pers., имеющих проективное покрытие 3 балла.

Таким образом, в результате полевых исследований участков, примыкающих к бывшим плакорным степям, нами был выявлен 381 вид сосудистых растений. Из них 257 видов ранее указывались Куренцовым и Вернандер, при этом для участков, примыкающих к бывшей Бобринской степи, подтверждено произрастание 60,64% видов, для Фоминской степи – 66,7%, для Лавровской – 66,9%.

124 вида сосудистых растений являются новыми для исследованной территории, так как не были указаны в флористических списках А.И. Куренцова и Т.Б. Вернандер, например: кострец Бенекена – Bromopsis benekenii (Lange) Holub, молиния голубая – Molinia caerulea (L.) Moench, касатик сибирский – Iris sibirica L., гвоздика Фишера – Dianthus fischeri Spreng., борец дубравный – Aconitum nemorosum Bieb. ex Reichenb. и др.

Вместе с тем в современной флоре исследованной территории не обнаружено 106 видов сосудистых растений, указывавшихся ранее [1, 4], например полынь широколистная – Artemisia latifolia Ledeb., синяк русский – Echium russicum J.F. Gmel. (E. maculatum L., E. rubrum Jacq.), молочай тонкий – Euphorbia subtilis Prokh., лен многолетний – Linum perenne L., ковыль волосатик – Stipa capillata L. и др.

В результате анализа литературных данных и собственных полевых исследований на изученной территории зарегистрировано 13 видов редких и охраняемых растений, внесенных в Красную книгу Орловской области [3]. Из них произрастание 8 видов подтверждено в современной флоре на участках, прилегающих к бывшей Бобринской степи.

Это 4 вида, произрастающие в лугово-степных сообществах (ковыль перистый – Stipa pennata L., касатик безлистный – Iris aphylla L., прострел раскрытый – Pulsatilla patens (L.) Mill., козелец пурпурный – Scorzonera purpurea L.), 2 вида – на дне балки (рябчик шахматный – Fritillaria meleagris L., купальница европейская – Trollius europaeus L.) и 2 вида – в широколиственном лесу, граничащем с территорией бывшей Бобринской степи с южной стороны (лилия кудреватая – Lilium martagon L., шпажник черепитчатый – Gladiolus imbricatus L.). Три вида – ковыль перистый – Stipa pennata L., касатик безлистный – Iris aphylla L. и рябчик шахматный – Fritillaria meleagris L. внесены в Красную книгу РФ [4]. Один вид, внесенный в Красную книгу Орловской области, козелец пурпурный – Scorzonera purpurea L., обнаружен на участках, прилегающих к бывшей Лавровской степи.

В настоящее время произрастание 5 видов региональной Красной книги, указывавшихся А.И. Куренцовым и Т.Б. Вернандер для бывших плакорных степей, нами не было подтверждено: адонис весенний – Adonis vernalis L., василек русский – Centaurea ruthenica Lam., ковыль красивейший – Stipa pulcherima C. Koch, живокость клиновидная – Delphinium cuneatum Stev. ex DC. (Delphinium rossicum), шалфей поникающий – Salvia nutans L.

Наибольшее число видов сосудистых растений, внесенных в Красную книгу Орловской области, отмечено нами на участках, прилегающих к бывшей Бобринской степи, а именно в балке, примыкающей к бывшей Бобринской степи с северо-восточной стороны и открывающейся в р. Кнубрь – 6 видов, и в лесном урочище Тиньково-Хомутово – 2 вида. Этот участок характеризуется наибольшим флористическим разнообразием (включает 240 видов) и представлен зональными типами сообществ – луговой степью и широколиственным лесом. В связи с тем, что из 13 региональных памятников природы только 2 представлены растительностью лесостепного комплекса («Жилинское городище» в Мценском районе и «Участок дубравы и луговой кошеной степи» в Ливенском районе), данный участок, имеющий площадь 5 км^2, можно рекомендовать для особо охраняемой территории со статусом памятника природы (рис. 2).

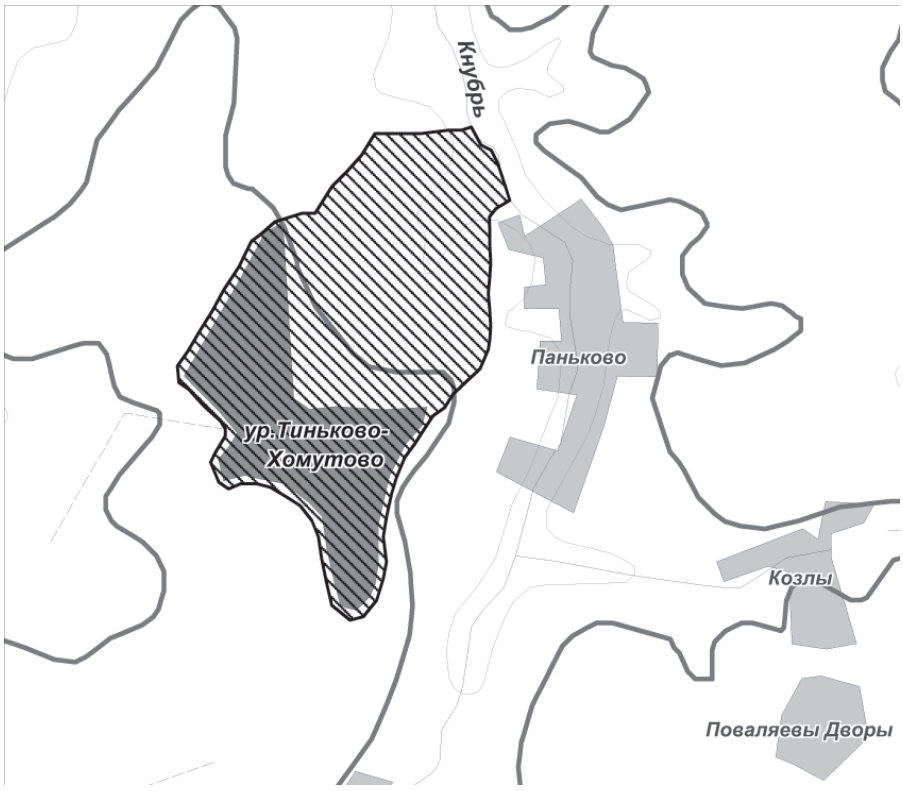


Рис. 2. Картосхема расположения потенциального лесостепного памятника природы (выделен штриховкой).

Выводы

1. На основе изученных литературных источников и собственных полевых исследований на участках, прилегающих к бывшим Бобринской, Фоминской и Лавровской плакорным степям, был выявлен 381 вид сосудистых растений. Из них 151 вид ранее указывался А.И. Куренцовым и Т.Б. Вернандер, 124 встречено нами дополнительно, 106 видов не было найдено.

2. Девять видов сосудистых растений не указывались для Кромского района [2]: кострец Бенекена–Bromopsis benekenii, молиния голубая –Molinia caerulea, ковыль узколистный – Stipa tirsa, касатик сибирский – Iris sibirica, гвоздика Фишера – Dianthus fischeri, прострел раскрытый –Pulsatilla patens, репешок волосистый – Agrimonia pilosa, жгун-корень сомнительный – Cnidium dubium, змееголовник Рюйша – Dracocephalum ruyschiana. Гербарные образцы этих растений хранятся в Гербарии им. В.Н. Хитрово Орловского государственного университета (ОНМІ).

3. На изученной территории зарегистрировано 13 видов редких и охраняемых растений, внесенных в Красную книгу Орловской области. Из них произрастание 8 видов подтверждено в современной флоре.

4. Проанализировав места произрастания 8 видов сосудистых растений, внесенных в Красную книгу Орловской области, нами был выделен участок площадью 5 км^2, включающий в себя: балку, примыкающую к бывшей Бобринской степи с северо-восточной стороны и открывающуюся в р. Кнубрь; зарастающее поле на месте бывшей Бобринской степи и лесное урочище Тиньково-Хомутово. Научное обоснование для придания этой территории статуса регионального памятника природы передано в Службу по контролю в сфере экологии и использования природных ресурсов Орловской области.

5. На исследованной территории нами было отмечено произрастание 15 видов адвентивных растений, что составляет 5,6% от 266 зарегистрированных нами здесь видов. Из них проективное покрытие до 3 баллов в лугово-степных сообществах имеют Acer negundo L. и Bunias orientalis L.; 2 балла – Artemisia absinthium L., Cichorium intybus L., Galeopsis ladanum L., Lupinus polyphyllus Lindl., Sambucus racemosa L., Solidago canadensis L., Erigeron annuus (L.) Pers.; единичными экземплярами отмечены Centaurea cyanus L., Erigeron canadensis L., Galeopsis speciosa Mill., Oenothera biennis L., Raphanus raphanistrum L., Sonchus arvensis L.

Библиографический список

1. Вернандер Т.Б. Анализ растительности степей б. Орловского уезда [Текст] / Т.Б. Вернандер // Изв. Сев.-Черноозем. обл. с.-х. опыт. станции. – Орел, 1929. – Т. 3. – № 22. – С. 173–207.
2. Еленевский А.Г., Радыгина В.И. Определитель сосудистых растений Орловской области [Текст] / А.Г. Еленевский, В.И. Радыгина. – М.: МПГУ, 2005. – 214 с.
3. Киселева Л.Л., Пригоряну О.М. Отдел Покрытосеменные [Текст] / Л.Л. Киселева, О.М. Пригоряну // Красная книга Орловской области. Грибы. Растения. Животные. / Отв. ред. О.М. Пригоряну. – Орел: Издатель А.В. Воробьёв, 2007. – С. 22–105.
4. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) [Текст] / Гл. редколл.: Ю.П. Трутнев и др. Сост. Р.В. Камелин и др. – М., 2008. – 855 с.
5. Куренцов А.И. Степи в бассейне верхней Оки в бывшей Орловской губернии [Текст] / А.И. Куренцов // Изв. Сев.-Черноз. обл. сел.-хоз. оп. станции. – Орел, 1929. – Т. 3. – Вып. 2. – С. 157–172.
6. Полевая геоботаника [Текст] / Под ред. Е.М. Лавренко, А.А. Корчагина. – Л.: Наука, 1964. – Т. 3. – С. 9–35.

L.L. KISELEVA, O.I. FANDEEVA

THE RESTS OF MEADOW-STEPPE VEGETATION OF THE FORMER STEPPES OF THE ORYOL AREA (BOBRINSKY, FOMINSKY, LAVROVSKY)

In article data on a modern condition of meadow-steppe vegetation of the sites adjoining to were Bobrinsky, Fominsky and Lavrovsky steppes are resulted. In the studied territory 13 kinds of the rare and protected plants brought in the Red book of the Oryol area are registered. The most remained site of forest-steppe vegetation is recommended as especially protected natural territory.

Key words: ***Bobrinsky, Fominsky, Lavrovsky steppes; the Oryol area; protected plants.***

***Н.Н. ОВСЯННИКОВА**, кандидат биологических наук, профессор, заведующая кафедрой анатомии, физиологии, гигиены и экологии человека Орловского государственного университета*
Тел. 8-910-204-88-23; ol-lyakho@yandex.ru
***О.Л. ЛЯХОВА,** (аспирант) ассистент кафедры анатомии, физиологии, гигиены и экологии человека Орловского государственного университета*
Тел. 8-920-800-45-56; ol-lyakho@yandex.ru

ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ АДАПТАЦИЯ СТУДЕНТОВ К ПРОЦЕССУ ОБУЧЕНИЯ В ВУЗЕ

В данной статье представляются результаты исследования, выполненного на кафедре анатомии, физиологии, гигиены и экологии человека Орловского государственного университета. Целью исследования было изучение показателей психофизиологической адаптации в динамике обучения студентов, а также выявление роли профильного обучения при адаптации к условиям обучения в вузе.

Ключевые слова: активность симпатического сердечно-сосудистого подкоркового нервного центра, умеренное усиление, нормальная активность, ослабление активности.

В программном обследовании приняли участие студенты вторых курсов ОГУ.

Настоящее исследование выполнено на кафедре анатомии, физиологии, гигиены и экологии человека Орловского государственного университета с целью изучить показатели психофизиологической адаптации в динамике обучения студентов, а также выявить роль профильного обучения при адаптации к условиям обучения в вузе.

Всего первоначально было обследовано 220 человек. Распределение обследованных студентов представлено на рисунке 1.



Рис 1. Распределение обследованных студентов для исследования, проводимого в ОГУ

© Н.Н. Овсянникова, О.Л. Ляхова

Из числа обследованных 35% (77) составили студенты и 65% (143) студентки в возрасте от 16 до 18 лет. Все они признаны врачами медицинских комиссий годными по состоянию здоровья к учебе в колледже.

Студентов условно разделили на две группы: 1 группа – студенты с профильным образованием – 55% (120) и 2 группа – студенты с базовым образованием – 45% (100). Количество студентов в 1 группе составляет 31,7% (38 человек), а количество студенток – 68,3% (82 человека). Во второй группе студенток 61% (61 человек) и студентов 39% (39 человек).

Оценка полового созревания показала, что состояние функций организма испытуемых соответствует постпубертатному периоду развития.

Обследование проводилось на нескольких этапах:

1. В начале учебного года.
2. Во время сессии.
3. В конце учебного года.

Таким образом, обследование проводились в каждой из избранных групп 3 раза.

Все регистрации проводились в одно и то же число месяца и одно и то же время суток (12–13 часов)

В дальнейшем обследования повторялись ежегодно. Исследование проводилось на протяжении трех лет – с 2005 по 2009 год и позволило рассмотреть процесс адаптации студентов в динамике. Обследование проводили в лабораторных условиях. Перед этим всем объясняли характер исследований, его безболезненность и безвредность.

Как было показано, одним из наиболее чувствительных показателей адаптации учащихся являются параметры физического здоровья, так как они отражают всю совокупность факторов, влияющих на организм человека, и потому должны быть обязательным объектом изучения.

Наблюдения за здоровьем студентов ОГУ, повторяющиеся через определённые временные интервалы, позволили нам установить изменения в характере и закономерностях этого процесса.

Оценку уровня физического развития определяли по данным регистрации антропометрических показателей (рост, вес, жизненная ёмкость лёгких, сила левой и правой кисти, артериальное давление, частота сердечных сокращений).

Диагностика донозологических состояний является одной из основных целей оценки здоровья и базируется на целостной модели здоровья, представляющей единство трех уровней – физического, психического и социального. При этом важным является выбор показателей, адекватно и информативно отражающих состояние висцеральной и психоэмоциональной подсистем организма. К числу таких параметров относят интегральные количественные характеристики, которые в последнее десятилетие обозначаются как показатели количества здоровья.

При определении функциональных возможностей организма учащихся использовались традиционные и нетрадиционные методы.

Традиционные применялись для определения физического здоровья, психоэмоционального состояния.

В рамках задач настоящего исследования нами были оценены нетрадиционными методами различные аспекты деятельности системы кровообращения.

Артериальное давление (АД) измеряли осциллометрическим способом с помощью автоматического измерителя артериального давления и частоты пульса OMRON M2 Eco (HEM-7051-RU) на левой руке в положении сидя, через 10 минут после принятия этого положения – в состоянии покоя.

С помощью аппаратно-программного комплекса «Варикард 1.2» (программа ИСКИМ-6, разработанная ИВНМТ «Рамена», г. Рязань, см. рис. 2.) проводился анализ вариабельности сердечного ритма (ВСР) (33 показателя).

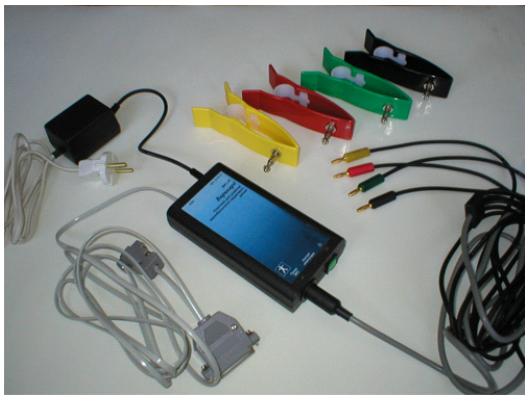


Рис. 2. При массовых донозологических обследованиях для анализа вариабельности сердечного ритма используется аппаратно-программный комплекс «Варикард 1.2»

Комплекс «Варикард» предназначен для анализа ВСР в различных областях прикладной физиологии, профилактической медицины и клинической практики. Он обеспечивает реализацию всех основных методов анализа ВСР (статистический анализ, вариационную пульсометрию, автокорреляционный и спектральный анализ) и позволяет вычислять до 40 различных параметров, рекомендуемых как российскими, так и европейско-американскими стандартами.

Аппаратная часть комплекса «Варикард» представляет собой микропроцессорный прибор, работающий совместно с персональным компьютером под управлением прикладного программного обеспечения (см. рис. 2.3). Для получения динамических рядов кардиоинтервалов используется запись электрокардиограммы, которая квантуется с частотой в 1200 герц.

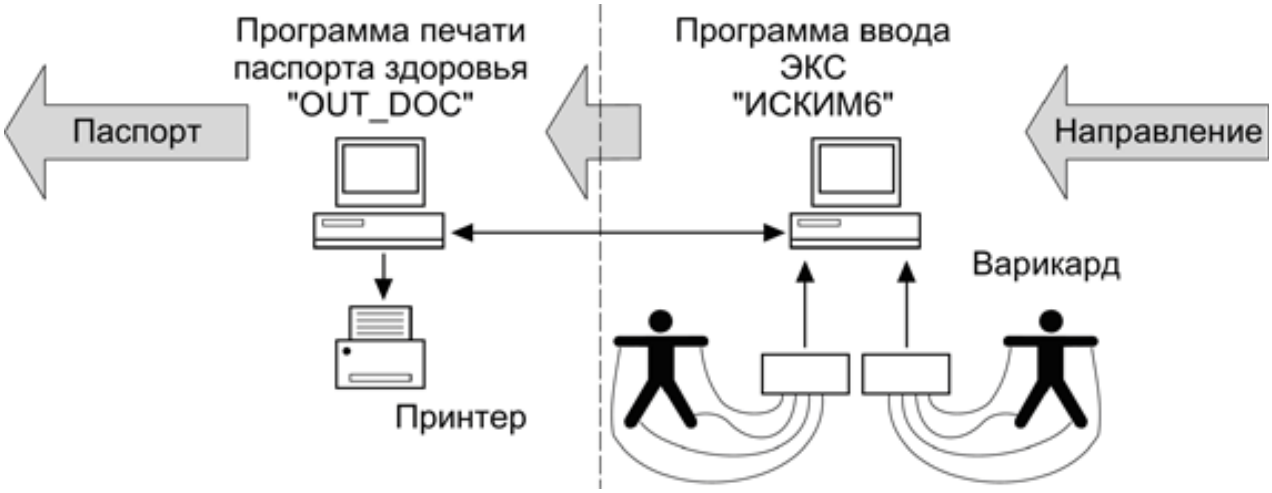


Рис. 3. Аппаратная часть комплекса «Варикард»

Динамометрию правой и левой руки регистрировали общепринятым методом при помощи кистевого динамометра. Массу тела измеряли на медицинских весах с точностью до 50 граммов, а жизненную емкость легких регистрировали при помощи волюмоспирометра.

При регистрации количества физического здоровья использовался разработанный Г.А. Апанасенко, Р.Г. Науменко (1988) метод экспресс-оценки уровня здоровья по простейшим клинико-физиологическим показателям, имеющим достаточно выраженные корреляционные связи с уровнем аэробного энергообразования человека.

В качестве исходных в этой методике применяются следующие морфофункциональные показатели: рост, масса, сила ведущей кисти, жизненная ёмкость лёгких (ЖЕЛ), АД, время восстановления пульса после дозированной физической нагрузки (С.В. Хрущев, 1980).

Полученные от них производные (отношение веса к росту, отношение силы ведущей кисти к массе тела, относительная ЖЕЛ, произведение АД и ЧСС) оцениваются по формализованной шкале баллов, сумма которых определяет уровень физического здоровья. При сумме менее 4 уровень здоровья оценивается как низкий; при сумме в пределах 5–7 – ниже среднего; 10–13 – средний; 14–16 – выше среднего; 17–21 – высокий (И.А. Гундарев, В.А. Полесский, 1993).

С целью создания более точных представлений о динамике здоровья использовалась ранее описанная формула Е.Н. Савельевой (1988). Но мы посчитали возможным рассматривать только три группы, объединив студентов с хронической патологией в третью группу.

К первой группе были отнесены учащиеся, имеющие высокий и выше среднего уровень физического здоровья, то есть больше 14 баллов (согласно методике Г.Л. Апанасенко).

Ко второй группе были отнесены учащиеся, имеющие средний уровень здоровья, то есть от 9 до 14 баллов.

К третьей группе были отнесены учащиеся, имеющие ниже среднего и низкий уровень, то есть меньше 9 баллов.

Средний уровень здоровья какой-либо группы учащихся мы подсчитывали по формуле математического ожидания:

$$З_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^{n} З_i}{n},$$

где $З_{ср}$ – средний уровень здоровья учащихся данной группы, $З_i$ – исходный уровень здоровья *i-го* учащегося, *n* – число учащихся в группе (В.Е. Гмурман, 2000).

Для оценки генерализированного хронического психического или соматического напряжения, проявляющегося в усталости, раздражительности, нетерпеливости, чувстве внутренней скованности, была использована шкала явной тревожности Дж. Тейлора (В.В. Гришин, П.В. Лушин, 1990; Л.М. Собчик, 1990). А для оценки личностной тревожности использовалась шкала Ч. Спилбергера.

Оценка эмоционального состояния учащегося подсчитывалась по формуле

$$УПЭН = \frac{T + C}{2},$$

где Т – оценка тревожности по Дж. Тейлору,

С – оценка тревожности по Ч. Спилбергеру,

УПЭН – уровень психоэмоционального напряжения.

На основе этой формулы и с учётом границ степеней тревожности по шкалам Дж.Тейлора и Ч. Спилбергера мы определили параметры состояний тревожности: до 18 баллов – низкая, от 18 до 32 – средняя, выше 32 – высокая.

Для определения уровня психоэмоционального напряжения учащихся определённого класса *(УПЭН)* использовалась формула

$$УПЭН = \frac{\sum_{i=1}^{n} УПЭН_i}{n},$$

где $УПЭН_i$ – оценка психоэмоционального состояния *i-го* учащегося, *n* – количество учащихся в группе.

Для оценки психоэмоционального состояния использовался аппаратно-программный комплекс «Варикард 1.2».

Конструктивно он предназначен для оценки степени напряжения регуляторных систем организма как в состоянии покоя, так и при воздействии самых различных факторов.

С помощью «Варикард 1.2» рассчитывался интегральный показатель (индекс) активности регуляторных систем (IARS). В модификации комплекса, используемого нами, была также предусмотрена возможность определения такого индикатора уровня психоэмоционального стресСА, как коэффициент корреляции между частотой сердечных сокращений и частотой дыхания (ККЧССиД). Запись кардиоинтервалов осуществлялась в течение трех минут.

Динамика основных, наиболее часто используемых в клинических и физиологических исследованиях показателей вариабельности сердечного ритма отражает процессы активации симпатического или парасимпатического отдела вегетативной нервной системы и централизации управления и может быть использована для оценки психоэмоционального напряжения.

Нами использовался интегральный показатель (индекс), отражающий общую реакцию организма на воздействие факторов окружающей среды, – показатель активности регуляторных систем (IARS).

Он вычисляется в баллах по специальному алгоритму, учитывающему статистические показатели, показатели гистограммы, данные спектрального анализа кардиоинтервалов.

IARS позволяет дифференцировать различные степени напряжения регуляторных систем и оценить адаптационные возможности организма. Значения IARS выражаются в баллах от 1 до 10.

Выделяют следующие состояния напряжения регуляторных систем:

- состояние оптимального напряжения регуляторных систем (IARS 1–2 балла);
- состояние умеренного напряжения регуляторных систем (IARS 3–4 балла);
- состояние выраженного напряжения регуляторных систем (IARS 5–6 баллов);
- состояние перенапряжения регуляторных систем (IARS 7–8 баллов).

Комплекс «Варикард 1.2» позволял рассчитывать коэффициент корреляции между частотой сердечных сокращений и частотой дыхания (ККЧССиД). Определялись как отрицательные значения ККЧССиД, соответствующие выражен-

ному рассогласованию в работе функциональных систем и высокому уровню психоэмоционального стресса, так и положительные значения ККЧССиД, говорящие о разной степени согласованности в работе функциональных систем.2.2.4. Регистрация состояний вегетативного гомеостаза прибором Варикард.

В качестве оценки баланса вегетативного гомеостаза и его изменения автор регистрировал сердечный ритм. Для оценки систем регуляции сердечного ритма применен метод вариационной пульсометрии или кардиоинтервалографии (33 показателя). Его использование осуществлялось при помощи аппаратно-программного комплекса «Варикард 1.2» (программа ИСКИМ-6, разработанная ИВНМТ «Рамена», г. Рязань). Данный метод применялся в состоянии относительного покоя сидя (через 5 минут после принятия соответствующего статического положения).

Аппаратно-программный комплекс «Варикард 1.2» осуществлял пять методов анализа ритма сердца:

1) статистический анализ;
2) вариационную пульсометрию (соответствует геометрическим методам по европейско-американским стандартам);
3) автокорреляционный анализ;
4) корреляционную ритмографию;
5) спектральный анализ.

Анализ вариабельности сердечного ритма (ВСР) – современная технология исследования и оценки состояния регуляторных систем организма, в частности функционального состояния различных отделов вегетативной нервной системы.

При анализе и интерпретации показателей ВСР использовались европейско-американские стандарты (1996) и методические рекомендации, разработанные группой российских экспертов.

В целом ВСР рассматривается как результат активации различных регуляторных механизмов, обеспечивающих поддержание сердечно-сосудистого гомеостазиса.

Контрольные исследования ВСР проводились в начале и конце учебного года. Кроме того, в течение всего времени исследования, через каждые две недели, студенты также проходили обследование с помощью аппаратно-программного комплекса «Варикард 2.51».

1. При статистическом анализе динамического ряда кардиоинтервалов мы определяли частоту сердечных сокращений (ЧСС). Согласно Р.М. Баевскому (2000), по значениям частоты пульса и частоты сердечных сокращений можно судить о суммарном эффекте регуляции сердечного ритма. При этом значения ЧСС больше 89 сокращений в минуту оцениваются как выраженная тахикардия, от 80 до 89 сокращений в минуту – как умеренная тахикардия, от 60 до 79 сокращений в минуту – как нормокардия, от 51 до 59 сокращений в минуту – как умеренная брадикардия, меньше 51 сокращения в минуту – как выраженная брадикардия.

При статистическом анализе динамического ряда кардиоинтервалов мы определяли среднее квадратичное отклонение длительности кардиоинтервалов (SDNN), уменьшение которого обычно связывают с усилением симпатической регуляции, напряжением регуляторных систем, когда в процесс регуляции включаются высшие уровни управления и это ведет к почти полному подавлению активности автономного контура.

Усиление симпатической регуляции при значениях SDNN меньше 30 мс. Нормальные значения SDNN в дневное время находятся в пределах 40–80 мс. Рост значений SDNN указывает на усиление автономной регуляции, то есть на рост влияния дыхания на ритм сердца.

В рамках статистического анализа мы также оценивали такие показатели, как коэффициент вариации полного массива кардиоинтервалов (CV), квадратный корень из суммы квадратов разностных значений последовательных пар кардиоинтервалов (RMSSD) и число пар кардиоинтервалов с разностью более 50 мс в процентах к общему числу кардиоинтервалов в массиве (pNN50).

CV рассчитывается как отношение (в процентах) среднеквадратического отклонения к соответствующему математическому ожиданию.

По физиологическому смыслу не отличается от SDNN, но является показателем, нормированным по частоте пульса, это нормированный показатель суммарного эффекта регуляции.

Нормальные значения CV находятся в интервале 3–12%. Усиление симпатической регуляции – при значениях меньше 3%. Снижение значений CV обычно происходит при росте психоэмоционального напряжения.

RMSSD – показатель активности парасимпатического звена вегетативной регуляции, отражает активность автономного контура регуляции. В норме значения этого показателя находятся в пределах 20–50 мс, активация звена симпатической регуляции – при значениях меньше 20 мс.

pNN50 является показателем степени преобладания парасимпатического звена регуляции над симпатическим (относительное значение) и характеризует автономный контур регуляции ритмом сердца.

2. В рамках вариационной пульсометрии мы оценивали такие показатели, как мода (Mo), амплитуда моды (AMo), разность максимального и минимального значений кардиоинтервалов (MxDMn), отношение максимального по длительности кардиоинтервала к минимальному (MxRMn), индекс напряжения регуляторных систем, или стресс-индекс (SI).

Но в физиологическом смысле представляет собой наиболее вероятный уровень функционирования сердечно-сосудистой системы. При психоэмоциональном стрессе значения Mo уменьшаются.

AMo – число кардиоинтервалов, соответствующих значению моды (наиболее часто встречающемуся в данном динамическом ряде значению кардиоинтервала), в процентах к объему выборки. Этот показатель отражает стабилизирующий эффект централизации управления ритмом сердца, который обусловлен в основном степенью активации симпатического отдела вегетативной нервной системы. Значения AMo больше 50% указывают на преобладание симпатической нервной системы.

MxDMn отражает степень вариативности значений кардиоинтервалов в исследуемом динамическом ряде. Физиологический смысл показателя обычно связывают с активностью парасимпатического отдела вегетативной нервной системы. Активность симпатического отдела вегетативной нервной системы при значениях меньше 150 мс.

Согласно Р.М. Баевскому (2000), по значениям MxDMn и AMo можно охарактеризовать вегетативный гомеостазис следующим образом:

- значения MxDMn до 60 мс и значения AMo больше 80% указывают на выраженное преобладание симпатической нервной системы;
- значения MxDMn в диапазоне от 61 до 149 мс и значения AMo в диапазоне от 51 до 80% – на умеренное преобладание симпатической нервной системы;
- значения MxDMn в диапазоне от 150 до 300 мс и значения AMo в диапазоне от 30 до 50% – на равновесие симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы;
- значения MxDMn в диапазоне от 301 до 499 мс и значения AMo в диапазоне от 20 до 29% – на умеренное преобладание парасимпатической нервной системы;
- значения MxDMn больше 499 мс и значения AMo меньше 20% – на выраженное преобладание симпатической нервной системы.

MxRMn отражает относительный диапазон регуляторных влияний и обычно растет при увеличении активности парасимпатического звена вегетативной регуляции.

SI отражает степень централизации управления ритмом сердца и характеризует в основном активность симпатического отдела вегетативной нервной системы. В норме SI колеблется в пределах 50–150 условных единиц и при психоэмоциональном стрессе увеличивается.

3. Корреляционная ритмография – это метод графического представления динамического ряда кардиоинтервалов в виде «облака» (скаттерграммы) путем построения ряда точек в прямоугольной системе координат. При этом по оси ординат откладывается каждый текущий R-R интервал, а по оси абсцисс – каждый последующий R-R интервал. Представлена в динамике в протоколах обследования студентов.

4. Нами также применялся автокорреляционный анализ. Автокорреляционная функция представляет собой график динамики коэффициентов корреляции, получаемых при последовательном смещении анализируемого динамического ряда на одно число по отношению к своему соб-

ственному ряду. Значение первого коэффициента автокорреляционной функции (CC1) отражает активность автономного контура регуляции.

Число сдвигов автокорреляционной функции до получения значения коэффициента корреляции меньше нуля (CCO) отражает степень активности центрального контура регуляции. После первого сдвига на одно значение коэффициент корреляции тем меньше единицы, чем более выражены дыхательные волны.

Физиологический смысл использования автокорреляционного анализа заключается в оценке степени влияния центрального контура управления на автономный. Чем сильнее это влияние, тем ближе к единице значение коэффициента корреляции при первом сдвиге. Автокоррелограмма позволяет судить о скрытой периодичности сердечного ритма.

5. При проведении спектрального анализа мы оценивали максимальную мощность спектра высокочастотного компонента вариабельности (HFmx), низкочастотного компонента вариабельности (LFmx) и сверхнизкочастотного компонента вариабельности (VLFmx), мощность спектра в высокочастотном диапазоне (HF), в низкочастотном диапазоне (LF) и сверхнизкочастотного компонента (VLF), мощность спектра высокочастотного компонента вариабельности в процентах от суммарной мощности колебаний (HF%), мощность спектра низкочастотного компонента вариабельности в процентах от суммарной мощности колебаний (LF%), мощность спектра сверхнизкочастотого компонента вариабельности в процентах от суммарной мощности колебаний (VLF%), доминирующий период высокочастотного компонента спектра вариабельности сердечного ритма (HFt), доминирующий период низкочастотного компонента спектра вариабельности сердечного ритма (LFt), доминирующий период сверхнизкочастотного компонента спектра вариабельности сердечного ритма (VLFt), среднее значение мощности спектра высокочастотного компонента вариабельности (HFav), среднее значение мощности спектра низкочастотного компонента вариабельности (LFav), среднее значение мощности спектра сверхнизкочастотного компонента вариабельности (VLFav), отношение средних значений низкочастотного и высокочастотного компонентов вариабельности сердечного ритма ((LF/HF)av), индекс централизации (1C).

По данным И.Г. Нидеккера, Б.М. Федорова (1993), вагусная активность является основной составляющей HF-компонента спектра (дыхательные волны). Ее доля – 15–25% суммарной мощности спектра. Снижение этой доли указывает на смещение вегетативного баланса в сторону преобладания симпатического отдела.

Мощность LF– составляющей спектра (медленные волны 1-го порядка или вазомоторные волны) – многие исследователи считают маркером симпатической модуляции сердечного ритма, но есть также точка зрения, что медленные волны 1-го порядка с периодом 10–20 с характеризуют состояние системы регуляции сосудистого тонуса. Обычно в норме доля вазоматорных волн в положении лежа составляет от 15 до 35–40%, а при переходе в положение стоя может увеличиваться в 1,5–2 раза.

Мощность VLF-составляющей спектра (медленные волны 2-го порядка) характеризует активность симпатического отдела вегетативной нервной системы. Считается также, что низкочастотные колебания связаны с активностью гипоталамо-лимбических и корковых структур. Кроме того, VLF является хорошим индикатором управления метаболическими процессами, отражает энергодефицитные состояния. В норме в условиях покоя мощность VLF составляет 15–30% суммарной мощности спектра.

1C рассчитывается по данным спектрального анализа сердечного ритма – (HF + LF)/VLF, отражает степень преобладания недыхательных составляющих синусовой аритмии над дыхательными, чаще всего увеличивается при усилении психоэмоционального напряжения. Фактически это количественная характеристика соотношений между центральным и автономным контурами регуляции сердечного ритма.

Согласно Р.М. Баевскому (2000), по значениям LFav и VLFav можно охарактеризовать активность подкорковых нервных центров [19]. Так, на выраженное усиление активности вазомоторного центра, регулирующего сосудистый тонус, указывают значения LFav больше 54 мс, на умеренное усиле-

ние – значения в диапазоне от 40 до 54 мс, на нормальную активность – значения в диапазоне от 20 до 39 мс , на умеренное ослабление активности – значения в диапазоне от 11 до 19 мс^2, на выраженное ослабление – значения меньше 11 мс^2.

На выраженное усиление активности симпатического сердечно-сосудистого подкоркового нервного центра указывают значения VLFav больше 59 мс, на умеренное усиление – значения в диапазоне от 45 до 59 мс^2, на нормальную активность – значения в диапазоне от 25 до 44 мс^2, на умеренное ослабление активности – значения в диапазоне от 16 до 24 мс^2, на выраженное ослабление – значения меньше 16 мс^2.

N.N. OVSJANNIKOVA, O.L. LJAKHOVA

PHYSIOLOGICAL ADAPTATION OF STUDENTS TO HIGH SCHOOL TRAINING PROCESS

In the article are given the results of the research executed on the chair of anatomy, physiology, hygiene and ecology of Oryol State University. The research objective was studying of indicators of psycho physiological adaptation in dynamics of students training and revealing the role of profile training adaptation to training conditions in high school.

Key words: ***activity of the sympathetic cardiovascular subcrustal nervous center, moderate strengthening, normal activity, activity easing***

***Е.А. ПАРАХИНА**, кандидат биологических наук, ведущий специалист-эксперт Федеральной антимонопольной службы, г. Москва*
Тел. 8-960-654-65-30; eparachina@mail.ru
***Л.Л. КИСЕЛЕВА**, кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники Орловского государственного университета*
Тел.: 59-10-14, моб. 8-906-665-26-41; LLKiseleva@yandex.ru

ДЕРЕВЬЯ И КУСТАРНИКИ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ – ОБЪЕКТЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ И РЕГИОНАЛЬНОЙ ОХРАНЫ

Говорится о дикорастущих и интродуцированных видах древесных растений, произрастающих в Орловской области, внесенных в Красную книгу России и Красную книгу Орловской области. Излагаются сведения об их распространении, местообитании, лимитирующих факторах, статусе и мерах охраны, а также краткое морфологическое описание. Приводится карта распространения дикорастущих видов на территории Орловской области.

Ключевые слова: ***редкие растения, лимитирующие факторы, меры охраны.***

Разработка мер по охране растительного покрова и отдельных видов растений в связи с усиливающимися техногенными и антропогенными воздействиями на природу является важной научной проблемой на государственном и даже на планетарном уровнях. Созданы международные организации по сохранению растений как в природных условиях, так и в культуре. Регулярно проводятся симпозиумы и конференции по этой проблеме. Коллективными усилиями определены категории растений, нуждающихся в охране. В особом статусе по сохранению биоразнообразия в природных фитоценозах нуждаются, как известно, редкие и исчезающие виды растений и виды, находящиеся в угрожаемом положении (значительно уменьшается численность особей и популяций в результате прямых и косвенных действий антропогенных факторов, виды, которые могут полностью исчезнуть в результате дальнейшей агрессии человека). В нашей стране этому уделяется много внимания. К сожалению, нарушения местообитаний чаще всего носят необратимый характер для многих видов этой категории растений. Это обязывает разрабатывать пути увеличения численности особей и повышения гетерогенности природных популяций редких видов за счет интродукции в культуру и реинтродукции в естественные ценозы жизнестойких растений.

Сохранение редких растений является одной из приоритетных задач для многих стран, различных природоохранных организаций. Значение сохранения редких видов путем интродукции очень велико, поэтому мы включаем эти виды в наш список.

В Красную книгу Орловской области (Красная книга..., 2007), которая включает в себя 42 вида высших сосудистых растений, входят в том числе 4 вида древесных растений (Amygdalus nana L., Cotoneaster alaunicus Golits., Daphne mezereum L., Genista germanica L.). Строгий отбор видов, подлежащих региональной охране, – большое достоинство «Красной книги» области, т.к. в этом случае возможно организовать значительно более строгую охрану популяций редчайших видов, в том числе и древесных растений.

© Е.А. Парахина, Л.Л. Киселева

Интродуцированные виды древесных растений, растущих на территории Орловской области, представлены 9 видами, внесенными в Красную книгу РФ (Красная книга..., 2008). Это Acer japonicum Thunb., Armeniaca mandshurica (Maxim.) Skvortz., Betula raddeana Trautv., Cotoneaster lucidus Schlecht., Corylus colurna L., Euonymus nana Bieb., Pinus pallasiana D. Don, Staphylea pinnata L., Taxus baccata L. Ниже мы даем описание этих видов и карты их распространения на территории области. Так как Cotoneaster lucidus Schlecht. широко распространен в Орловской области в культуре, мы считаем, что охрана этого вида практически полностью обеспечена, и далее его не характеризуем.

Amygdalus nana L. – Миндаль низкий, степной, или бобовник.

Сем. Rosaceae – Розоцветные.

***Статус**. 2 – сокращающийся в численности. (Красная книга..., 2007)*

Распространение. Европейская часть России – лесостепная и степная зоны, Кавказ, Западная Сибирь, Мугоджары (Казахстан), Средняя и Южная Европа. В Орловской области редкий вид. Прежде был распространен довольно широко. В настоящее время известен из Должанского, Колпнянского, Краснозоренского, Ливенского, Мценского, Новодеревеньковского и Новосильского районов (рис. 1).

Краткое описание. Кустарник до 1–1,5 м. Ветви сравнительно тонкие; помимо восходящих побегов имеются многочисленные боковые веточки, отходящие от них почти под прямым углом. Листья ланцетные или линейно-ланцетные (2,5–7 см длины и 0,5–2,5 см ширины), острые, пильчатые, суженные при основании в черешок, длина его меньше ширины пластинки листа, прилистники линейные. Цветки распускаются одновременно с листьями, одиночные или по 2–3. Околоцветник двойной: чашелистиков 5, яйцевидных или ланцетных, по краю расставленно-пильчатых и рассеянно-железистых, 3–4 мм длиной; венчик розовый или ярко-розовый, из 5 лепестков, 10–17 мм длиной. Тычинок около 30, с розовыми тычиночными нитями. Пестик из одного плодолистика, столбик длинный, почти весь войлочно-опушенный. Цветет в апреле-мае, плоды созревают в августе-сентябре. Плод – односеменная, сухая костянка, 1–2,5 см длиной, беловато-желтая, войлочно-мохнатая, косточка сжата с боков, неглубоко-сетчато-бороздчатая. Плоды ядовиты и могут вызывать отравление скота.

Местообитание. Растет на известняковых закустаренных степных склонах балок и высоких коренных берегах рек.

Лимитирующие факторы. Выпас скота, разработка известняка, сбор цветущих побегов в букеты.

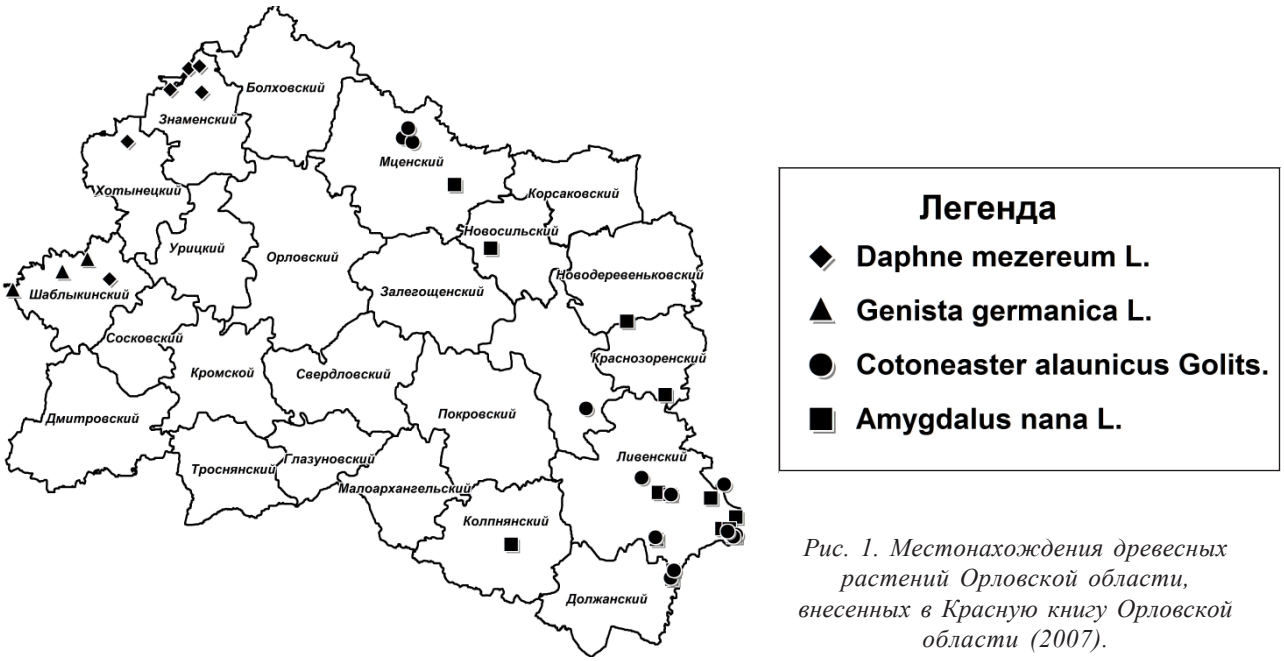


Рис. 1. Местонахождения древесных растений Орловской области, внесенных в Красную книгу Орловской области (2007).

Меры охраны. Охраняется на территории памятников природы: «Урочище Кузилинка», «Участок дубравы и луговой кошенной степи» в Ливенском районе и «Участок разнотравной степи и обнажения девонских известняков (Жилинское городище)» в Мценском районе. Необходимо наблюдение за состоянием популяций вида, более широкое введение в культуру.

Культивирование в Орловской области. В культуре не отмечался.

***Cotoneaster alaunicus* Golits.** – Кизильник алаунский.

Сем. Rosaceae – Розоцветные.

Статус. 1 – угроза исчезновения. (Красная книга..., 2007). Эндемичный вид Среднерусской возвышенности.

Распространение. Крайний юг Московской области, на востоке Тульской и Орловской, на западе Липецкой и Воронежской, в Рязанской, Курской, Белгородской. В Орловской области вид крайне редкий, произрастает в Верховском, Должанском, Ливенском и Мценском районах (рис. 1).

Краткое описание. Кустарник до 60–100 см высотой. В благоприятных условиях (на затененных участках и малодоступных местах) достигает более 2 м. Листья яйцевидные или овальные, на коротких черешках, сверху темно-зеленые, слегка волосистые, реже голые, снизу серовато-войлочные. Соцветия – щитковидные кисти, выходят из пазухи нижнего листа олиственной веточки. Кисти 1–4 (7)-цветковые, повислые; короче листа. Гипантий и доли чашечки голые. Чашелистиков и лепестков по 5. Лепестки розовые. Тычинок много. Столбиков 2–4, кверху не утолщающихся. Плод – яблоко 7–9 мм длины. Сначала плоды ярко-красные, а вполне зрелые – черно-красные. Довольно хорошо и регулярно плодоносит.

Местообитание. Растет по известняковым склонам (главным образом южным) в долинах рек Зуши, Сосны, Кшени и Олыма, в березняках и по опушкам дубрав. Может встречаться по опушкам байрачных лесов, в кустарниковых зарослях по остепненным склонам с меловыми проплешинами.

Лимитирующие факторы. Выпас и прогон скота, разработки известняковых и меловых карьеров. В хорошем состоянии кусты встречаются только в труднодоступных для выпаса скота местах.

Меры охраны. Необходимо проводить специальные наблюдения за состоянием популяций вида, изучить его биологию и организовать заказники на местах концентрации и на пределах распространения. Включен в Красную книгу РФ (Красная книга..., 2008). Охраняется на территории памятника природы «Урочище Кузилинка» в Ливенском районе.

Культивирование в Орловской области. Указывалось, что выращивался в дендрарии ВНИИСПК, но по неизвестным причинам выпал.

***Genista germanica* L.** – Дрок германский.

Сем. Fabaceae – Бобовые.

Статус. 1 – угроза исчезновения. (Красная книга..., 2007).

Распространение. Европа. В России встречается кроме Орловской в пределах Московской, Владимирской, Нижегородской, Рязанской, Брянской и Пензенской областей. На территории области отмечался в трех местонахождениях в Шаблыкинском районе (рис. 1).

Краткое описание. Кустарник до 0,6 м, прямой или приподнимающийся, с многочисленными опушенными веточками, с ветвистыми или простыми колючками в пазухах листьев. Листья почти сидячие, простые, цельные, продолговатые, длиной не более 1,5 см, длинно реснитчато опушенные по краям. Желтые цветки (длиной 8–10 мм) собраны в рыхлые короткие кисти. Чашечка и лодочка венчика опушенные. Бобы продолговатые, длиной до 1 см, опушенные, с 2–5 семенами. Цветет в мае-июне, плодоносит в июле. Размножается преимущественно семенами.

Местообитание. Сосновые и широколиственные леса. Растет на опушках лесов и искусственных насаждений, на песках.

Лимитирующие факторы. Уязвимый вид на восточной границе ареала. Плохо переносит затенение и зарастание опушек.

Меры охраны. Необходимо в месте произрастания организовать ботанический заказник и наблюдать за состоянием популяции; выявить новые места произрастания дрока германского на территории области.

Культивирование в Орловской области. В культуре не отмечался.

***Daphne mezereum* L.** – Волчеягодник обыкновенный.

Сем. Thymelaeaceae – Волчниковые.

Статус. 1 – угроза исчезновения. (Красная книга..., 2007)

Распространение. Европейская часть России (практически по всей территории европейской части, редея к югу (известен во всех областях Средней России, но чаще в Нечерноземной полосе), юг Западной Сибири, Кавказ, Сибирь. На территории Орловской области в настоящее время вид произрастает только на территории Знаменского и Хотынецкого районов в национальном парке «Орловское Полесье» (в Каменском, Красниковском, Пешковском и Тургеневском лесничествах); отмечался также В.Н. Хитрово (1923) в лесу у Молодового в Шаблыкинском районе (рис. 1).

Краткое описание. Кустарник высотой до 1,5 м, растущий в виде маленького деревца с крепким стволиком и ветвями, безлистными в нижней части. Листья очередные, скучены на концах ветвей, простые, цельнокрайние, почти сидячие, продолговато-ланцетные, темно-зеленые, лоснящиеся сверху и сизоватые снизу, по краям реснитчатые. Цветки скучены по 3–5 в пазухах прошлогодних листьев, фиолетово-розовые, редко белые, душистые, распускаются раньше листьев. Околоцветник простой, четырехраздельный, трубка его снаружи волосистая. Тычинок 8, пестик 1. Цветет в апреле–начале мая, плодоносит в июле-августе. Плоды – ярко-красные блестящие овальные костянки. Размножается семенами.

Местообитание. Растет в тенистых сыроватых лесах разного состава; на вырубках. Хорошо разрастается, ветвится, цветет и плодоносит на относительно освещенных участках.

Лимитирующие факторы. Вырубка лесов, сбор растений весной во время цветения.

Меры охраны. Охраняется на территории национального парка «Орловское Полесье». Необходимы: наблюдение за состоянием популяций, запрещение сбора растения населением, поиск новых мест произрастания вида.

Культивирование в Орловской области. В культуре не отмечен.

***Taxus baccata* L.** – Тис ягодный (фото 1).

Сем. Taxaceae – Тисовые.

Статус. 2 – сокращающийся в численности, уязвимый вид. Внесен в Красную книгу РФ (Красная книга...,2008). Реликт третичного периода.

Распространение. Произрастает в Европе, горах Алжира, Малой Азии, Сирии, на Азорских островах, на Кавказе. В пределах России встречается преимущественно на Кавказе и в Калининградской области. По всему ареалу произрастает отдельными небольшими группами, реже более значительными массивами.

Краткое описание. Вечнозеленое хвойное дерево до 25 м, 1,6 м в диаметре с плотной яйцевидно-цилиндрической темной густой кроной из тонких ветвей. Одно из наиболее долгоживущих деревьев, может достигать возраста до 2–4 тыс. лет. Хвоя тонкая, сверху темно-зеленая. Плод – ложная мясистая ярко-красная ягода. Размножается семенами и вегетативно (на пнях), дает обильную корневую поросль, известны случаи укоренения нижних ветвей. Семена созревают в год цветения, распространяются птицами и мелкими млекопитающими, имеют длинный период покоя (1,5–2,5 года). Развитие всходов очень медленное. Всходы и подрост не переносят солнечного света. Под материнским пологом возобновление практически отсутствует, а в смешанных насаждениях идет удовлетворительно.



Фото 1. ***Taxus baccata L.*** *– Тис ягодный*

Местообитание. Встречается от уровня моря до высоты 1500 м над ур. моря, но чаще в поясе от 500 до 1200 м. Изредка достигает верхней границы леса (2300 м), приобретая при этом форму приземистых кустарников, которые зимуют под снегом и не дают семян. Чистых древостоев не образует, растет как примесь во втором ярусе тенистых широколиственных и хвойных лесов.

Лимитирующие факторы. Естественные: медленный рост, не позволяющий ему конкурировать с быстрорастущими древесными породами. Антропогенные: лесоразработки и все виды рубок в лесах с участием тиса, заготовки коры и веток, выпас скота, уплотнение почвенного покрова в местах произрастания. Ареал произрастания в прошлом неуклонно сокращался, на сегодняшний момент эта тенденция сохранилась.

Меры охраны. Охраняется в Кавказском, Кабардино-Балкарском заповедниках и на территории особой курортной зоны г. Сочи.

Культивирование в Орловской области. В культуре с древнейших времен. Культивируется в ботанических садах и парках во многих городах России. Широко используется в зеленом строительстве как вечнозеленое высокодекоративное растение (известно около 50 садовых форм). В Орловской области произрастает в дендрарии ВНИИСПК 4 экз. высотой до 1,5 м, плодоносят.

Pinus pallasiana D. Don – Сосна Палласа, крымская (фото 2).



Фото 2. ***Pinus pallasiana D. Don*** *– Сосна Палласа, крымская*

Сем. Pinaceae – Сосновые.

Статус. 1 – вид, находящийся под угрозой исчезновения на северной границе ареала. Внесен в Красную книгу РФ (Красная книга..., 2008).

Распространение. Крым, Западное Закавказье, о-ва: Крит, Кипр; Восточные Балканы, северная и западной части Анатолии (Турция).

Краткое описание. Дерево 40 м высотой. Кора глубокобороздчатая, снизу ствола черная, кверху красноватая. Крона зонтиковидная. Побеги голые, бурые, блестящие. Хвоя 8–12, редко 18 см длиной и 1,6–2,1 мм шириной, темно-зеленая, изогнутая. Мужские колоски сначала фиолетовые, позже желто-бурые. Шишки 5–10 см длиной, 4,5–6 см шириной, яйцевидно-конические, блестящие, сидячие, одиночные или в мутовках; щитки выпуклые, буро-охристые; пупок овальный; шишки созревают на втором году.

Местообитание. К почве не требовательна. Хорошо растет на суглинистой, а также на среднеувлажненной известковой почве. Засухоустойчивая, светолюбивая порода, лучше всего развивается на открытых солнечных местах. Дымостойкая.

Лимитирующие факторы. Вырубки, сокращение ареала за счет антропогенного влияния.

Меры охраны. Охраняется на территории особой курортной зоны г. Сочи. По нескольку экземпляров произрастает в заповедниках Белогорье, Воронежский и Хоперский.

Культивирование в Орловской области. Растет в дендрарии ВНИИСПК 6 экз. В возрасте 35 лет до 12 м выс., 40 см в диам. (14.08.2003, Парахина). Саженцы поступили из ЛОСС в 1968 г. в количестве 6 шт. Указывалась Каппером в окрестностях г. Орла в 1954 г. (Машкин, 1962); Камышевым (1977) без точного места произрастания.

Betula raddeana **Trautv.** – Береза Радде (фото 3).

Сем. Betulaceae – Березовые.

Статус. 3 – редкий вид. Внесен в Красную книгу РФ (Красная книга..., 2008). Эндемик. Реликт третичного периода, проявляющий значительную изменчивость.

Распространение. Встречается на Кавказе. Обнаружена в 1885 г.

Краткое описание. Дерево до 15 м с розовато-белой корой, у старых деревьев сильно отста-



Фото 3. ***Betula raddeana Trautv****. – Береза Радде.*

ющей лохмотьями. Ветви голые, темно-бурые. Листья яйцевидные или продолговато-яйцевидные с клиновидным или округлым основанием, заостренные, неравнозубчатые. Сережки одиночные, яйцевидно-эллиптические, торчащие. Размножается семенами и порослью.

Местообитание. Вид приурочен к скалистым местообитаниям от верхней части лесного до нижней части субальпийского поясов на высоте 1440–2560 м над ур. моря. Доходит до верхнего предела распространения древесно-кустарниковой растительности. Растет преимущественно на склонах северной экспозиции.

Лимитирующие факторы. Сокращение ареала и численности было отмечено еще первыми ее исследователями. Причиной этого является исторически сложившаяся специфика хозяйственной деятельности человека в горных местностях Кавказа. Наибольший урон наносят выпас скота и бессистемные рубки березовых лесов.

Меры охраны. Охраняется в Кабардино-Балкарском и Северо-Осетинском заповедниках, в Гунибском парке и на территории Дагестанского горного ботанического сада (Дагестанский филиал) РАН. Следует соблюдать установленный режим охраны в заповедниках, контролировать состояние популяций, продолжить изучение биологии и экологии вида.

Культивирование в Орловской области. Растет в дендрарии ВНИИСПК 6 экз. 11–12 м выс., 20–25 см в диам.

Corylus colurna **L.** – Орех медвежий, лещина древовидная (фото 4).



Фото 4. ***Corylus colurna L****. – Орех медвежий, лещина древовидная.*

Сем. Betulaceae – Березовые.

Статус. 2 – уязвимый вид. Вид внесен в Красную книгу РФ (Красная книга..., 2008). Древний восточносредиземноморский вид, реликт.

Распространение. Произрастает: Кавказ, Малая Азия, Балканы; в России известны отдельные популяции в лесах Северо-Западного Кавказа.

Краткое описание. Единственный представитель рода лещины, у которого жизненная форма – дерево. Может достигать высоты до 20–25 (50) м с густой широкопирамидальной кроной, округлыми или яйцевидно-овальными листьями длиной 7–12 см и шириной 5–9 см, к вершине суженные и короткозаостренные по краю двоякозубчатые. Плоды скучены по 3–8 (10), плюска бархатистая, широко раскрывающаяся, значительно превышающая орех и многократно рассеченная на узкие изогнутые доли; орех мелкий, сдавленный с боков, с очень толстой и твердой скорлупой. Древесина мелкослойная, плотная и прочная, с красивым розовым оттенком. Размножается семенами и порослью. Цветет в марте-апреле, орехи созревают в сентябре-октябре. Урожаи бывают через 2–3 года. Плодоносит с 20 лет. Восстанавливается порослью от пня.

Местообитание. Растет группами в смешанных и широколиственных лесах. Приурочен к среднегорному поясу, поднимается до 1700 м. В пределах ареала встречается редко: смешанные и широколиственные леса, как примесь к дубу, буку, грабу, входит в верхний ярус.

Лимитирующие факторы. Эксплуатация и как плодового дерева, и как строительного материала. Неежегодное плодоношение и антропогенное воздействие.

Меры охраны. Охраняется на территории Северо-Осетинского заповедника. Необходимо вести контроль за состоянием популяций.

Культивирование в Орловской области. С древних времен введен в культуру как плодовое растение с вкусными плодами и как декоративное. В Орловской области произрастают в дендрарии ВНИИСПК 5 экз., которые цветут и плодоносят.

***Armeniaca mandshurica* (Maxim) Skvortz.** – Абрикос маньчжурский.

Сем. Rosaceae – Розоцветные.

Статус. 3 – редкий вид. Вид внесен в Красную книгу РФ (Красная книга...,2008).

Распространение. Дальний Восток (Приморье), северная часть Корейского полуострова, Северо-Восточный Китай. В России проходит северо-восточная граница ареала.

Краткое описание. Дерево до 15 м. Кора на стволе и скелетных сучьях сильно опробковевшая, с глубокими продольными трещинами. Листья овальные или яйцевидные, с длинной остро-оттянутой вершиной, края листовой пластинки глубокоостропильчатые, зубцы крупные, слегка загнутые, розоватые. Цветки довольно крупные, до 25 мм в диам., белые или розоватые, на коротких цветоножках, чашелистики красные. Плоды мелкие, округлые или овальные, оранжево-желтые, опушенные.

Местообитание. Растет на сухих каменистых или скалистых склонах сопок южной экспозиции, в дубняках, в смешанных лесах, среди кустарников, небольшими группами или отдельными деревьями.

Лимитирующие факторы. Хозяйственная деятельность человека.

Меры охраны. Охраняется на территории Ханкайского и Лазовского заповедников. В заповеднике Белогорье произрастает несколько экземпляров. Необходима расширенная сеть заказников в местах наибольшей концентрации популяций.

Культивирование в Орловской области. Произрастает в дендрарии ВНИИСПК 1 экз., который во время цветения иногда подмерзает, не плодоносит.

***Acer japonicum* Thunb.** – Клен японский (фото 5).

Сем. Aceraceae – Кленовые.

Статус. 1 – вид, находящийся под угрозой исчезновения на северной границе ареала. Внесен в Красную книгу РФ (Красная книга..., 2008).

Распространение. Россия: по руч. Пограничному в южной части о. Кунашир, Япония (о. Хоккайдо, Хонсю).

Краткое описание. Дерево до 5 м, листья 7–11-лопастные, с сердцевидным основанием, с яйцевидными заостренными, дважды зубчатыми лопастями, ярко-зеленые, снизу только по жилкам опушенные и с бородками в углах жилок у основания, осенью оранжево-красные, черешок 2–4 см в

дл., более или менее опушен. Цветки пурпуровые, 1–1,5 см в диаметре, в длинностебельчатых, свисающих 15–20 цветковых, слегка шелковисто опушенных щитках. Чашелистики и лепестки пурпуровые, лепестки почти вдвое короче чашелистиков. Крылатки, расходящиеся под прямым углом, несколько изогнутые, 2–2,5 см в дл., в молодости опушенные, позже оголяющиеся.



Фото 5. ***Acer japonicum Thunb****. – Клен японский.*

Местообитание. Растет в горных лесах.

Лимитирующие факторы. Малая численность особей, не обеспечивающая перекрестного опыления. Отсутствие семенного возобновления.

Меры охраны. Охраняется в Курильском заповеднике. Необходимо выявление новых мест произрастания.

Культивирование в Орловской области. В культуре встречается довольно часто, существует несколько десятков сортов. В Орловской области растет в дендрарии ВНИИСПК 3 экз. высотой до 3, которые цветут, плодоносят.

Staphylea pinnata **L.** – Клекачка перистая.

Сем. Staphyleaceae – Клекачковые.

Статус. 3 – редкий вид с дизъюнктивным ареалом. Вид внесен в Красную книгу РФ (Красная книга..., 2008). Реликт, южно-европейский вид на восточной границе ареала.

Распространение. Кавказ, юго-восточная часть Европы.

Краткое описание. Кустарник или небольшое деревце до 5 м, с желто-бурыми ветвями. Листья супротивно непарноперистые из 5–7 листочков, сверху темно-зеленые, снизу светлые. Соцветие – длинная поникающая сложная кисть, чашелистики и лепестки 8–10 мм длиной. Коробочка со сходящимися верхушками створа. Размножается семенами и вегетативно.

Местообитание. Растет в составе подлеска в широколиственных, преимущественно дубовых и грабовых лесах, на каменистых склонах, от нижнего до среднего горного пояса.

Лимитирующие факторы. Изменение местообитания при освоении земель, рубка лесов. Сокращение возобновления из-за сбора плодов, а на Кавказе из-за сбора соцветий для употребления в пищу.

Меры охраны. Охраняется в Кавказском заповеднике.

Культивирование в Орловской области. В культуре с 1597 года. Растет в дендрарии ВНИИСПК 2 экз. 2,5 м выс.

Euonymus nana **Bieb.** – Бересклет карликовый.

Сем. Celastraceae – Бересклетовые.

Статус. 1 – вид, находящийся под угрозой исчезновения. Внесен в Красную книгу РФ (Красная книга..., 2008). Третичный реликт.

Распространение. Ареал дизъюнктивный: юг европейской части России (Ставропольский край), северная часть Предкавказья; Молдавия, Западная Украина, Китай.

Краткое описание. Кустарник 0,5–1,0 м с длинным деревянистым корневищем, от которого отходят многочисленные косо или прямостоячие побеги. Листья вечнозеленые, кожистые, сверху ярко-зеленые или частично зеленые. Созревшие семена буро-красные, выдаются из коробочки и погружены в мясистую морщинистую оранжевую кровельку. Семенное размножение в природе практически отсутствует. Размножается в основном вегетативно. Цветет в июле, плодоносит в августе-сентябре.

Местообитание. В Украине и Молдавии встречается в лиственных (грабовых и грабово-дубовых) лесах и среди кустарников низин и предгорий, не выше 800 м над ур. м, по склонам и долинам. В Китае – в горных лесах и зарослях кустарников на скалистых склонах на высоте 2000–2800 м над ур. м.

Лимитирующие факторы. Разрушение местообитаний при использовании земель; постепенная утрата способности к плодоношению (угасающий реликт); слабая конкурентоспособность.

Меры охраны. Охраняется в Тебердинском заповеднике. Необходимо более широкое введение в культуру.

Культивирование в Орловской области. В культуре легко приживается, обильно цветет и плодоносит. В Орловской области как одичавший вид отмечен для Шестаковского парка (Мценский р-н), где растет под пологом широколиственных деревьев; в п. Мезенка (Орловский), участ. Шелест М. Ю. (7.09.2005, Парахина).

Таким образом, на территории Орловской области произрастает 4 вида древесных растений, внесенные в «Красную книгу Орловской области» (2007). Из них 2 вида степных (*Amygdalus nana* L., *Cotoneaster alaunicus* Golits.), 1 лесной (*Daphne mezereum* L.) и 1 опушечный (*Genista germanica* L.). Только Cotoneaster alaunicus Golits. был внедрен в культуру. На наш взгляд, эти 4 вида заслуживают более широкого внедрения в культуру, что также будет способствовать их сохранению.

9 интродуцированных видов древесных растений, внесенных в Красную книгу Российской Федерации (2008), произрастающие в Орловской области, относятся к лесным видам (*Taxus baccata* L., *Pinus pallasiana* D. Don, *Betula raddeana* Trautv., *Corylus colurna* L., *Armeniaca mandshurica* (Maxim) Skvortz., *Acer japonicum* Thunb., *Staphylea pinnata* L., *Euonymus nana* Bieb., *Cotoneaster lucidus* Schlecht.). Они успешно прошли интродукцию и могут быть рекомендованы для более широкого применения в культуре, а также дальнейшей реинтродукции. Примером успешного сохранения вида в культуре может служить Cotoneaster lucidus Schlecht., который широко применяется в ландшафтном строительстве и даже уходит из культуры в новые для этого вида местообитания.

Библиографический список

1. Красная книга Орловской области. Грибы. Растения. Животные [Текст] / Отв. ред. О.М. Пригоряну. – Орел: Издатель А.В. Воробьев, 2007. – 264 с.
2. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) [Текст] / Гл. редколл.: Ю.П. Трутнев и др. Сост. Р.В. Камелин и др. – М., 2008. – 855 с.
3. Красная книга. Дикорастущие виды флоры СССР, нуждающиеся в охране [Текст] / Под ред. А.Л. Тахтаджяна. – Л.: Наука, Ленингр. отд. – 204 с.
4. Хитрово В.Н. Конспект флоры Орловской губернии [Текст] / В.Н. Хитрово // ПФА РАН. – Ф. Р IV. Оп. 1. № 344. – 1923. — 114 с.

E.A. PARAKHINA, L.L. KISELEVA

TREES AND BUSHES OF THE OREL AREA – OBJECTS OF THE STATE AND REGIONAL PROTECTION

The paper deals with the wild and introduced arborescent plant species growing in the Orel Region and included in the Red Data Books of Russia or of the Orel Region. The brief morphological descriptions are given for the species, as well as information on their distribution, habitats, limiting factors, conservation statuses, and protection measures. The map of the wild specios distribution in the Orel Region are presented.

Key words: ***the rare plants, limiting factors, protection measures.***

Ю.Г. ПОЦЕПАЙ, *кандидат биологический наук, ст. преподаватель кафедры экологии и рационального природопользования ГОУ ВПО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского»*
Тел. 8 915 8005067; girlfromkokino@rambler.ru

БИОРАЗНООБРАЗИЕ СИНАНТРОПНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ СЕЛИТЕБНЫХ РАЙОНОВ СЕЛЬСКОГО ТИПА ЮЖНОГО НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ РОССИИ (на примере Брянской области)

Приведена характеристика синантропной растительности селитебных районов сельского типа Южного Нечерноземья России на примере Брянской области. Оценен уровень биоразнообразия по показателям альфа-разнообразия и бета-разнообразия.

*Ключевые слова****: биоразнообразие, альфа-разнообразие, бета-разнообразие, синантропная растительность, населенные пункты сельского типа, Брянская область.***

Ведущий фактор преобразования естественной растительности – синантропизация растительного покрова, которая приводит к изменению биоразнообразия антропогенно освоенных территорий. Снижение биоразнообразия и засилье видов-эвритопов, устойчивых к воздействию человека, а также появление неофитных фитоценозов, особенно с участием инвазивных (и карантинных в том числе) видов, недостаточная изученность вопросов синтаксономии сообществ, а также оценка уровня биоразнообразия синантропной растительности селитебных районов сельского типа на территории Брянской области обусловили изучение этого вопроса.

Цель работы – изучить видовое богатство сообществ (альфа-разнообразие и аналитическое альфа-разнообразие) и разнообразие сообществ (бета-разнообразие) синантропной растительности селитебных районов сельского типа на территории Брянской области (Южное Нечерноземье России).

Климат территории умеренно континентальный. Среднегодовая температура + 4,7°С. Период активной вегетации – 185 дней. В среднем за год выпадает 680 мм осадков. Продолжительность безморозного периода – 135–140 дней [7]. Большая часть территории согласно геоботаническому районированию относится к Брянскому округу хвойно-широколиственных лесов Северодвинско-Верхнеднепровской подпровинции Североевропейской таёжной провинции [4], в ботанико-географическом плане – Восточноевропейской широколиственной провинции с двумя подпровинциями – Полесской и Среднерусской [6].

Описание растительности осуществлено детально-маршрутным методом на территории пос. Любохна, пос. Старь и пос. Ивот (Дятьковский район), д. Смелиж (Суземский район), д. Чернево, д. Воронино, пос. Лопандино и д. Добрунь (Комаричский район), д. Чемлыж, д. Княгинино, д. Новоямское, д. Марс – нежилое (Севский район), с. Рябчовск, с. Яковск, с. Юрово и с. Плюсково (Трубчевский район). Около 156 геоботанических описаний выполнено методом эколого-флористической классификации [10]. Опи-

© Ю.Г. Поцепай

сание растительного покрова произведено на площадях размеров 25–100 м^2, а в случае, если сообщество занимало меньшую площадь, то в пределах его естественных границ. При классификации фитоценозов селитебных районов сельского типа использовались метод Браун–Бланке [10] и дедуктивный метод К. Копеечки – С. Гейны [11]. Видовое разнообразие (альфа-разнообразие и аналитическое альфа-разнообразие), отражая сложность строения и структуру сообщества, определялось общим числом видов и относительным обилием. Разнообразие фитоценозов оценивалось как общее число синтаксономических единиц в исследуемом районе. Название видов приведено по С.К. Черепанову [8].

Дериватное сообщество ***Cyclachaena xanthiifolia*** [Artemisietea vulgaris / Chenopodietea]. Сообщество занимает нарушенные местообитания: окраины огородов, территории ферм. Фитоценозы сообщества наступают «стеной» из соседней области (Курской). Объединяет высокорослые фитоценозы (80–100 см) с доминированием *Cyclachaena xanthiifolia*. Это североамериканский вид, который за последние годы распространился по территории Европы как сорное растение среди сельскохозяйственных культур [1]. *Cyclachaena xanthiifolia* – агрессивный адвентивный вид и доминант в различных по структурной организации сообществах благодаря таким биологическим свойствам, как высокая семенная продуктивность, высокая всхожесть семян, интенсивность роста, адаптивность и конкурентоспособность [9]. Флористическая насыщенность – от 6 до 20 видов на пробной площадке. Общее проективное покрытие – 80–100%. У рассматриваемого сообщества основной ценозообразователь – *Cyclachaena xanthiifolia* – находится на границе ареала и является редким заносным видом в области. *Cyclachaena xanthiifolia* относится к карантинным сорным растениям, поэтому сообщества требуют особого внимания по научно-исследовательским соображениям.

Базальное сообщество ***Onopordum acanthium*** [Onopordetalia acanthii]

Сообщества высокорослых дву-, многолетних гемикриптофитов, формирующиеся на ксерофитных местообитаниях. Сообщества занимают территории залежей, пустырей, места, где происходит умеренный выпас скота. На территории Брянской области сообщества распространены очень редко, так как *Onopordum acanthium* – редкое заносное растение в этой области. В фитоценозах аспект создает *Onopordum acanthium* с диагностическими видами класса *Artemisia vulgaris, Artemisia absinthium*. Сообщества явно двухъярусные: второй ярус может создавать луговое разнотравье. Общее проективное покрытие – 60–90%. Флористическая насыщенность – 10–15 видов на пробной площадке. Сообщества ассоциации произрастают на сухих (2, 14), в основном нейтральных или слабокислых (6, 3), бедных содержанием азота (3, 6) почвах. У рассматриваемого сообщества основной ценообразователь – *Onopordum acanthium* – находится на границе ареала и является редким заносным видом в области, поэтому сообщества требуют охраны по ботанико-географическим соображениям.

Базальное сообщество ***Saponaria officinalis*** [Artemisietea vulgaris]. Сообщества описаны на возделываемых участках и заброшенных территориях сельских поселений. Диагностируются сообщества видом *Saponaria officinalis* L., который весьма активно размножается вегетативно, длительно удерживая территорию. Флористическая насыщенность – 9 видов на пробной площадке. Фитоценозы сообщества встречается на более бедных почвах: сухой (4,0), умеренно кислой (6,5) и умеренно богатой азотом (6,1).

Базальное сообщество ***Heracleum sosnowskyi*** [Sisimbrietalia]. Сообщества распространены вдоль обочин дорог, в местах их бывшего культивирования. Данный вид имеет широкую географию по территории Брянской области. Фитоценозы диагностируются *Heracleum sosnowskyi*, который образует практически «чистые» заросли. *Heracleum sosnowskyi* является эндемиком флоры Кавказа, горнолуговой и субальпийский луговой вид [5]. Монодоминант *Heracleum sosnowskyi* встречается с высоким обилием (V). Сообщества бедновидовые, в среднем 5 видов на пробную площадку. Проективное покрытие – 90–100%. Средняя высота травостоя в среднем 2–2,5 м. Фитоценозы сообщества встречаются на бедных почвах: умеренно увлажненной (5,6), умеренно кислой (6,5) и умеренно богатой азотом (6,1).

Базальное сообщество ***Senecio jacobaea*** [Sisimbrietalia]. Сообщество встречается по нарушенным местообитаниям: опушкам, зарослям кустарников, открытым склонам, на насыпях, залежах (приблизительно 3–4 года). На территории Брянской области сообщества ***Senecio jacobaea*** – неофитные. Диагностический вид – *Senecio jacobaea.* В фитоценозах ярко-оранжевый аспект создает преимущественно *Senecio jacobaea* с диагностическими видами класса *Artemisia absinthium, Berteroa incana* (L.) DC. Общее проективное покрытии – 60–80%. Флористическая насыщенность – 15 видов на пробной площадке. Сообщества произрастают на сухих (5,14), в основном нейтральных или слабокислых (6,3), бедных содержанием азота (3,6) почвах. Сообщество не представляет собой экономического и социального значения, выступая как сорное растение.

Базальное сообщество ***Levisticum officinale*** [Artemisietea vulgaris]. Одичавшее сообщество селитебных районов сельского типа. Диагностический вид – *Levisticum officinale*. В фитоценозах аспект создает преимущественно *Levisticum officinale* с диагностическими видами класса *Arctium lappa, Urtica dioica, Dactylis glomerata*. Общее проективное покрытие – 95–99%. Флористическая насыщенность – 11 видов на пробной площадке. Фитоценозы сообщества произрастают на среднеувлажненных (5,8), нейтральных (7,5), богатых азотом местообитаниях (7,8).

Базальное сообщество ***Aster lanceolatus*** [Artemisietea vulgaris]. Сообщества встречаются преимущественно по нарушенным местообитаниям: на пустырях, вдоль дорог, у дачных поселков, на залежах, у берегов мелких водоемов. Фитоценозы ***Aster lanceolatus – неофитные***. Диагностический вид – *Aster lanceolatus*. В фитоценозах аспект создает *Aster lanceolatus* с диагностическими видами класса *Artemisia vulgaris, Artemisia absinthium.* Общее проективное покрытие – 60–90%. Флористическая насыщенность – 9 видов на пробной площадке. Сообщества ассоциации произрастают на сухих (2,14), в основном нейтральных или слабокислых (6,3), бедных содержанием азота (3,6) почвах. Сообщества образуют обширные заросли на месте заброшенных огородов или пашни, что может замедлять процесс их естественного зарастания.

Базальное сообщество ***Echium vulgare*** [Onopordetalia acanthii]. Фитоценозы встречаются по залежам, на пустырях, у дорог, на отвалах грунта в основном в северных районах Брянской области. В фитоценозах аспект создает *Echium vulgare* с диагностическими видами класса *Artemisia vulgaris, Artemisia absinthium.* Общее проективное покрытие – 60–90%. Флористическая насыщенность – 7 видов на пробной площадке. Сообщества ассоциации произрастают на сухих (3,14), в основном нейтральных или слабокислых (7,3), бедных содержанием азота (4,6) почвах. Сообщества образуют монотонные заросли.

Дериватное сообщество ***Xanthium albinum*** [Artemisietea vulgaris]. Фитоценозы сообщества предпочитают песчаные отложения, встречаются по берегам водоёмов, полям, залежам, на пустырях, вдоль дорог, у жилья, на рудеральных местообитаниях. В сообществах аспект создает доминант *Xanthium albinum*. Общее проективное покрытие – 60%. Флористическая насыщенность – 6 видов на пробной площадке. Сообщества ассоциации произрастают на почвах переменного увлажнения (8,1), в основном нейтральных (7,3), умеренно богатых содержанием азота (4,6). Сообщества ***Xanthium albinum*** ухудшают качество речных пляжей: заросли из грубой шерховатой травы затягивают открытый песок, соплодия колючие и способны проколоть кожу поверхности подошвы.

Дериватное сообщество ***Sambucus ebulus*** [Artemisietea vulgaris]. Сообщества встречаются у жилья. В фитоценозах аспект создает *Sambucus ebulus.* Общее проективное покрытие – 95–98%. Флористическая насыщенность – 5 видов на пробной площадке. Сообщества предпочитают среднеувлажненные (5,4), нейтральные (7,2), со средним содержанием азота (6,8) почвы.

Базальное сообщество ***Bidens tripartite*** [Bidentetea tripartitae]. Сообщества произрастают по берегам водоемов, у жилья, по рудеральным местам. В фитоценозах аспект создает *Bidens tripartite.* Общее проективное покрытие – 85–90%. Флористическая насыщенность – 7 видов на пробной площадке. Сообщества предпочитают сырые, плохо аэрируемые (8,7), известковые (7,6), обеспеченные содержанием азота (7,8) почвы.

Базальное сообщество ***Echinocystis lobata*** [Artemisietea vulgaris]. Фитоценозы в основном распространены по прибрежным влагообеспеченным территориям, измененным деятельностью человека, а также у жилья, у выгонов. В фитоценозах аспект создает *Echinocystis lobata*. Общее проективное покрытие – 80–98%. Флористическая насыщенность – 5 видов на пробной площадке. Сообщества предпочитают сырые, плохо аэрируемые (9,14), известковые (7,9), обеспеченные содержанием азота (8,2) почвы. Инвазия фитоценозов сообщества ***Echinocystis lobata*** в прибрежные фитоценозы приводит к резкому сокращению биологического разнообразия [3].

Альфа-разнообразие сообществ синтаксонов указано в таблице.

Таблица – Альфа-разнообразие сообществ синантропной растительности селитебных районов сельского типа

Сообщества синантропной растительности селитебных районов сельского типа	Альфа-разнообразие
Cyclachaen a xan thi i foli a	12
On opordum acan thi um	11
Sapon ari a offi ci n ali s	9
Heracleum sosn owskyi	5
Sen eci o jacobaea	15
Levi sti cum offi ci n ale	11
Aster lan ceolatus	9
Echi um vulgare	7
Xan thi um albi n um	6
Sambucus ebulus	5
Bi den s tri parti te	7
Echi n ocysti s lobata	5

Бета-разнообразие синантропной растительности селитебных районов сельского типа Брянской области включает 2 класса, 2 порядка и 12 сообществ.

Анализ биоразнообразия синантропной растительности селитебных районов сельского типа Южного Нечерноземья России на примере Брянской области показал, что по альфа-разнообразию господствующее положения занимают сообщества ***Senecio jacobaea, Cyclachaena xanthiifolia, Onopordum acanthium, Levisticum officinale,*** что отражает агрессивное поведение диагностирующих их видов. Наименьшее альфа-разнообразие зарегистрировано в фитоценозах синтаксонов: ***Heracleum sosnowskyi, Sambucus ebulus, Echinocystis lobata.***

В 2010 г. впервые для исследуемой территории описаны фитоценозы Sambucus ebulus и Levisticum officinale.

Незначительный показатель бета-разнообразия отражает слабую степень дифференцированности распределения видов синантропных сообществ селитебных районов сельского типа по градиентам местообитаний, т.е. скорость изменения состава фитоценоза флористического вдоль пространственных и экологических градиентов ландшафта низкая.

Таким образом, наблюдается деградации биоразнообразия синантропной растительности селитебных районов сельского типа Южного Нечерноземья России (на примере Брянской области).

Библиографический список

1. Абрамова Л.М. Оценка уровня синантропизации растительности оврагов Башкирского Предуралья / Л.М. Абрамова, В.А. Михайлова // Экология. – 2003. – № 3. – С. 171–175.
2. Булохов А.Д. Растительный покров города Брянска и его пригородной зоны / А.Д. Булохов, А.В. Харин. – Брянск: РИО БГУ, 2008. – 310 с.
3. Виноградова Ю.К. Черная книга флоры Средней России (Чужеродные виды растений в экосистемах Средней России) / Ю.К. Виноградова, С.Р. Майоров, Л.В. Хорун. – М.: ГЕОС, 2009. – 494 с.
4. Геоботаническое районирование Нечерноземья европейской части СССР. – Л.: Наука, 1978. – 62 с.
5. Губанов И.А. Иллюстрированный определитель растений Средней России. Папоротники, хвощи, плауны, голосеменные, покрытосеменные / И.А. Губанов, К.В. Киселева, В.С. Новиков, В.Н. Тихомиров. – М.: Т-во научных изданий КМК, Институт технологических исследований, 2003. – Т. 2. – С. 601–656.
6. Лавренко Е.М. Зональное и провинциальное разделение европейской части СССР / Е.М. Лавренко, Т.И. Исаченко // Изд. ВГО. – 1976. – № 6. – С. 469–483.
7. Природные ресурсы и окружающая среда объектов РФ. Центральный федеральный округ. Брянская область / Администрация Брянской области; под ред. Н.Г. Рыбальского, Е.Д. Самотесова, А.Г. Митокова. – М.: НИИ-Природа, 2007. – 1144 с.

8. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств / С.К. Черепанов. – СПб.: Мир и семья-95, 1995. – 992 с.
9. Ямалов С.М. Синтаксономия травяной растительности заброшенных населенных пунктов горно-лесной зоны Республики Башкортостан / С.М. Ямалов, Н.М. Сайфуллина // Актуальные проблемы геоботаники. III Всероссийская школа-конференция. Часть II. – Петрозаводск, Карельский научный центр РАН, 2007. – С. 318– 321.
10. Braun-Blanquet, J. Pflanzensoziologie [Text] / J. Braun-Blanquet // Grundzuge der Vegetationskunde. – 3Aufl. – Wien-New York: Springer-Verlag. – 1964. – 865 s.
11. Kopeиky, K. K fytocenologickemu hodnoceni a rozsireni antropogennich porostu s Anthriscus nitida (Wahl.) Haszlinszky v Orlickych horach [Text] / K. Kopeиky, Hejnэ // Preslia. – 1974. – 46. – P. 57–63.

YU.G. POTSEPAI

BIODIVERSITY SYNANTHROPIC VEGETATION RESIDENTIAL AREAS SUCH AS RURAL SOUTH NON-CHERNOZEM RUSSIA (ON THE EXAMPLE OF THE BRYANSK REGION).

The article describes characteristic of synanthropic vegetation, residential areas such as rural South Non-Chernozem Russia as an example of the Bryansk region. Estimated the level of biodiversity on indicators of alpha diversity and beta diversity.

Key words: ***biodiversity, alpha diversity, beta diversity, synanthropic vegetation, residential areas such as rural, Bryansk region.***

***Ю.М. САДОВНИКОВА**, аспирант кафедры экологии и рационального природопользования Брянского государственного университета*
Тел. 8(4832)410897; kafedrapfikp@mail.ru

ПОКАЗАТЕЛИ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ И РЕЗИСТЕНТНОСТИ ОРГАНИЗМА ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА ИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИ РАЗЛИЧНЫХ РАЙОНОВ

В статье рассмотрены проблемы снижения уровня заболеваемости, повышения общей и иммунологической резистентности организма детей, посещающих организованные дошкольные учреждения в условиях антропогенного загрязнения окружающей среды.

Ключевые слова: ***заболеваемость, иммунологическая резистентность, химическое и радиоактивное загрязнение окружающей среды.***

Введение. Дошкольный возраст является особенно важным и ответственным периодом, во время которого происходит перестройка функционирования многих систем организма, его рост и развитие. Здоровье как отдельного человека, так и популяции в целом закладывается и развивается в детском возрасте, что позволяет рассматривать его как прогностический сценарий здоровья общества.

Растущий детский организм в значительно большей степени подвержен влиянию неблагоприятных экологических факторов. Отрицательное антропогенное воздействие не только губительно для экосистем, но и способствует снижению резистентности человека, росту аллергических заболеваний. Последним особенно часто подвержены дети, иммунная система которых в силу физиологической незрелости быстро реагирует формированием атопического фенотипа на внешние раздражители [1, 2, 3, 4, 5].

Большое число антропогенных факторов, действуя на низких уровнях и не являясь прямой причиной тех или иных заболеваний, может изменить сопротивляемость организма [6, 7, 8, 9].

Цель исследования: выявить закономерности изменения показателей здоровья детей дошкольного возраста в зависимости от характера и степени техногенных нагрузок среды обитания.

Материал и методы исследования.

Изучены показатели заболеваемости, общей и иммунологической резистентности организма детей, посещающих организованные дошкольные учреждения (290 человек), родившихся и постоянно проживающих в условиях различных техногенных нагрузок окружающей среды.

Экологическая оценка территорий районов проживания обследованных дошкольников проведена на основе статистического анализа данных официальной документации Брянского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Государственных докладов «О состоянии окружающей природной среды по Брянской области в ... году» (за 2003–2007 гг.). Показатели величин промышленных выбросов в

© Ю.М. Садовникова

атмосферу изучены по материалам паспортизации всех предприятий области за 2000–2009 гг.

Экологический анализ социально-экономических и режимно-бытовых факторов, влияющих на организм обследованных дошкольников, проведен с использованием материалов анкетирования родителей и по данным официальной документации дошкольных учреждений (журналов групп и личных дел дошкольников).

Изучены показатели заболеваемости детей по материалам официальной медицинской документации дошкольных учреждений и районных детских поликлиник.

В качестве показателей иммунологической резистентности организма подростков определялось количество иммуноглобулинов IgA, IgG, IgM в слюне методом одномерной радиальной иммунодиффузии в агаровом геле по Манчини при помощи стандартного диагностикума.

Статистический анализ материалов исследований проводился с использованием прикладной программы Microsoft Excel Statistical 6.0 в среде Windows с применением параметрических методов анализа. Статистические решения принимались на 5%-ном уровне значимости.

Результаты исследования.

Исследования проводились в 2003–2009 гг. на территории г. Брянска (Бежицкий район), г. Новозыбкова и пос. Октябрьского. Данные территории различаются по степени техногенного загрязнения среды обитания. Район Бежицы был разделен на зоны в соответствии с уровнем урбанизации и экологического загрязнения.

В зависимости от степени и характера техногенного загрязнения районы проживания дошкольников разделены на шесть экологических групп (ЭГ).

I ЭГ – относительно благоприятные экологические условия, на территории достаточно зеленых насаждений, удалена от центральных автодорог и промышленных предприятий.

II ЭГ – средняя степень техногенного загрязнения, прилегает парковая зона, от дороги отделена домами и зелеными насаждениями, удалена от центральных автодорог и промышленных предприятий.

III ЭГ – высокая степень техногенного загрязнения, находится рядом с автодорогой, крупным промышленным предприятием ЗАО УК «БМЗ», которое является лидером по количеству вредных выбросов в атмосферу по области – 5,8% (1587,16 т) за год.

IV ЭГ – высокая степень техногенного загрязнения, техногенная нагрузка формируется за счет работы ряда предприятий: ООО «Крупные панели», «Брянский сталелитейный завод». В этом же районе отмечается интенсивное автомобильное движение. Содержание вредных веществ в воздухе (от выхлопных газов автомашин) превышает предельно допустимые концентрации. Наблюдается превышение ПДК среднегодовых и максимально разовых показателей за период 2002–2008 гг. в среднем в 1,2–1,6 раза. По содержанию диоксида азота в атмосферном воздухе районов IV экологической группы за период с 2002 по 2008 год наблюдалось превышение ПДК, как среднегодовых, так и максимально разовых, в среднем в 1,3 раза. Также за этот период отмечено превышение норм ПДК формальдегида: в 2002 г.– в 1,7 раза, в 2003–2004 гг. – в 1,3 раза, в 2007–2008 гг. – в 1,7 раза среднегодовые показатели превышали нормативные значения.

В III и IV ЭГ показатели техногенного загрязнения сопоставимы, однако в детских садах на территории IV экологической группы помимо общей программы оздоровления, выполняемой во всех анализируемых садах, проводятся курсы кислородных коктейлей для детей 2 раза в год.

V ЭГ – поселок Октябрьский – является техногенно загрязненной территорией. На экологическую обстановку здесь влияют ряд предприятий: ФГУП «Электромеханический завод», ООО ПК «БСЗ», ООО «БЗКТ», ООО «БААЗ», «Вторчермет», завод силикатного кирпича. В числе ведущих загрязнителей – оксиды азота, оксид углерода, пыль плавки, в том числе оксид железа (III); марганец и его соединения; хром (VI); взвешенные вещества.

VI ЭГ – город Новозыбков – характеризуется высокой плотностью радиоактивного загрязнения, которое носит пятнистый характер. Более 70% территории города имеет плотность загрязнения от 10 до 40 Ku/км^2 и выше при средней мощности экспозиционной дозы 40,3 мкР/час и интервале колебаний от естественных фоновых значений до 120,0 мкР/час. Кроме того, данный район харак-

теризуется повышенными техногенными нагрузками: среднегодовые токсические нагрузки на жителя составляют 6,2 кг/чел/год.

Проведенный эколого-гигиенический анализ выявляет повышенную техногенную нагрузку в III, IV, V экологических зонах проживания обследуемых нами групп детей дошкольного возраста. При этом наблюдается динамическое нарастание за период 2002–2008 г. как по взвешенным веществам, так и по диоксиду азота в третьей экологической зоне; в четвертой экологической зоне уровень атмосферных загрязнений возрастает с 2002 по 2008 г. с пиком к 2008 г.; по диоксиду азота пики концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе выявлены в 2006–2008 гг.

Проведена сравнительная оценка уровня и структуры заболеваемости обследованных дошкольников за период 2006–2008 гг. Для исследования произведена выборка детских учреждений в микрорайонах с различными показателями техногенных нагрузок среды обитания. Анализ среднегодовой распространенности выявил, что в группах детей, проживающих в относительно экологически чистых районах, наблюдается динамическое снижение показателей общей заболеваемости за анализируемые годы как среди девочек, так и среди мальчиков. В группах сверстников из детских садов, расположенных в техногенно-загрязненных районах, напротив, наблюдается нарастание уровня среднегодовой заболеваемости.

В результате обработки индивидуальных медицинских карт дошкольников было выявлено нарастание среднегодовой заболеваемости по отдельным группам нозологий в детских садах, расположенных в экологически неблагополучных районах.

Анализ частоты случаев заболеваний отдельными нозологиями у детей из I экологической группы выявляет среднюю повторность заболевания 1–3 раза, в остальных экологических группах повторяемость нозологий составила 4–6 раз.

Сравнительный анализ структуры заболеваемости выявляет доминирование числа случаев острых респираторных и вирусных заболеваний (ОРВИ, грипп). Заболеваемость ОРВИ и гриппом в динамике 2006–2008 гг. в I ЭГ остается стабильной или снижается; в III, IV и VIЭГ – возрастает в 3,5; 1,6 и 2,7 раза соответственно. Более низкий темп прироста заболеваемости у детей из IV экологической группы связан, по нашему мнению, с употреблением кислородных коктейлей. В V опытной группе заболеваемость тоже снижается в 1,5 раза, что, вероятно, связано с нахождением рядом с детским садом парка с достаточно большим массивом зеленых насаждений, смягчающего техногенную нагрузку в данном месте.

В III экологической группе наблюдается динамическое нарастание среднегодовой распространенности заболеваний ОРВИ и гриппа за 2006–2008 гг. среди девочек в 2,7 раза и среди мальчиков в 5,0 раз. В IV ЭГ также наблюдается повышение заболеваемости за данный период времени и у девочек, и у мальчиков в 1,2 и 2,0 раза соответственно. Обращает на себя внимание тот факт, что оба детских учреждения расположены в одной экологической зоне, а динамика показателей заболеваемости существенно разнится по данному виду заболеваний. По всей видимости, это связано с тем, что во втором случае помимо общей программы оздоровления проводятся курсы кислородных коктейлей по два раза в год.

Анализ распространенности заболеваний, связанных с нарушением иммунологической реактивности, выявляет наиболее существенный уровень аллергопатологии в VI экологической группе, то есть в наиболее экологически неблагополучном районе, с высокой плотностью радиоактивного и повышенной степенью токсического загрязнения окружающей среды, в 7 раз превышая аналогичные показатели в группах детей из экологически благополучного района.

Сравнительный анализ содержания иммуноглобулинов IgG, IgM, IgA в слюне дошкольников из экологически неблагополучных районов выявляет определенные различия в их концентрации в зависимости от техногенного загрязнения среды обитания (таблица).

Как видно из приведенных данных, содержание иммуноглобулина класса А во II группе в 2,1 раза ниже, чем в контроле, а в группе VI практически такое же. Если сравнивать эти показатели с возрастной нормой, то получается, что показатели II и VI групп чуть выше нормы, а концентрация IgA в V группе в 2,1 раза ниже средних нормативов и в 1,3 раза меньше нижнего предела. Концентрация

IgG во всех трех группах меньше нижнего предела возрастной нормы: у II группы – в 2,3 раза, у V группы – в 2,1 раза и у VI группы – в 2,9 раза. Если сравнивать среднестатистические показатели концентраций IgG во всех трех группах, то концентрация IgG V группы больше контроля в 1,1 раза, а концентрация IgG в VI группе меньше в 1,2 раза.

Таблица – Содержание иммуноглобулинов в слюне детей (мг/100 мл)

Класс Ig / ЭГ	IgA	IgG	IgM
I	216,7±18,73	282,5±24,67	85,1±6,23
II	103,2±9,47	280,1±25,15	85,9±6,51
III	209,8±17,34	279,4±19,38	84,7±6,08
IV	48,8±11,14*	310,8±19,45	76,3±5,58
V	93,2±7,05	218,7±17,46	83,7±5,59
VI	105,1±44,82	228,2±10,82	19,8±1,14*

* – различия с I группой статистически существенны ($p<0,05$)

При анализе концентраций IgM в слюне дошкольников из VI группы из района с радиационно-пестицидным загрязнением установлено, что данный показатель меньше нижнего предела в 5,4 раза; также он меньше контроля в 4,3 раза и группы V – в 3,9 раза. Среднестатистические показатели IgM группы V меньше возрастного среднего значения нормы в 1,9 раза, но находятся чуть выше нижнего предела возрастной нормы.

При анализе индивидуальных показателей содержания данных классов иммуноглобулинов установлено, что они отклоняются от возрастной нормы: в VI группе дошкольников наблюдалось у 25% ниже возрастной нормы минимального значения IgA и у 6,25% – выше верхнего предела.

В V группе из района с химическими нагрузками у 12,5% IgA превышает верхний предел и у 62,5% ниже нижнего предела. В группе II индивидуальные показатели концентрации IgA на 12,5% выше верхнего предела. По классу IgG во II группе у 100% ниже нижнего предела, в V группе у 100% ниже нижнего предела и в VI группе у 100% ниже нижнего предела. При анализе индивидуальных показателей содержание IgM в слюне дошкольников в контроле только у 6,25% ниже нижнего предела, в V группе с пестицидными нагрузками у 6,25% выше верхнего предела и у 44% ниже нижнего предела, в VI группе с радиационным загрязнением у 100% ниже нижнего предела.

Обсуждение.

В результате проведенных исследований установлено повышение уровня заболеваемости дошкольников в зависимости от степени повышения техногенных нагрузок окружающей среды. Наиболее высокие показатели заболеваемости дошкольников в техногенно загрязненных районах отмечены в отношении болезней, связанных со снижением уровня иммунологической резистентности (ОРВИ и грипп, ЛОР-заболевания) и развитием иммуноаллергопатологии (аллергические болезни). Выявляется взаимосвязь между формированием уровня иммунологической реактивности детского организма и показателями техногенного радиоактивного или химического загрязнения окружающей среды в районах постоянного проживания и расположения организованных детских дошкольных учреждений. Использование адаптированных оздоравливающих процедур в детских садах оказывает положительный эффект, снижая негативное влияние токсических компонентов окружающей среды на формирование уровня здоровья детей.

Выводы

1. Выявлено формирование более высокого уровня заболеваемости дошкольников, особенно заболеваниями, связанными с нарушением иммунологической реактивности организма, в детских садах из районов с повышенными химическими и комбинированными радиационно-химическими нагрузками окружающей среды.

2. Доказана взаимосвязь между степенью нарушения иммунологической резистентности детского организма и показателями радиоактивного и химического загрязнения окружающей среды в районах проживания детей и расположения организованных детских дошкольных учреждений.

Библиографический список

1. Баранов А.А. Оценка здоровья детей и подростков при профилактических осмотрах: Руководство для врачей [Текст] / А.А. Баранов, В.Р. Кучма, Л. Сухарева. – М., 2004.
2. Баранов А.А. Физическое развитие детей и подростков на рубеже тысячелетий [Текст] / А.А. Баранов, В.Р. Кучма, Н. А. Скоблина. – 2008.
3. Ревич Б.А. Об особенностях эколого-эпидемиологического изучения специфических экологически обусловленных изменений состояния здоровья человека [Текст] / Б.А. Ревич // Гигиена и санитария. – 2001. – № 5. – С. 49–53.
4. Михайлов А.И. Физическое и психическое развитие детей Северо-Западного административного округа Москвы [Текст] / А.И. Михайлов, С.В. Сланина, Т. М. Фролова, Т. А. Матафонова // Гигиена и санитария. – 2009. – № 1. – С. 56–57.
5. Дерябин В.Е. Ростовые процессы у детей от рождения до 7 лет: внутригрупповые и межгрупповые аспекты [Текст] / В. Е. Дерябин, В. М. Кранс, Т. К. Федотова. – М., 2005. – Деп. в ВИНИТИ № 234-В05.
6. Даутов Ф.Ф. Влияние загрязнений атмосферного воздуха на аллергическую заболеваемость детей в крупном промышленном городе [Текст] / Ф.Ф. Даутов, Р.Ф. Хакимова, Н.З. Юсупова // Гигиена и санитария. – 2007. – № 2. – С. 10–12.
7. Чибураев В.И. Подход к диагностике и учету массовых неинфекционных заболеваний, связанных с факторами окружающей среды [Текст] / В. И. Чибураев, М. В. Фокин, В. А. Пилишенко // Гигиена и санитария. – 2001. – № 5. – С. 41–45.
8. Степанова Н.В. Иммунный статус детей в условиях загрязнения крупного города тяжелыми металлами [Текст] / Н. В. Степанова // Гигиена и санитария. – 2003. – № 5. – С. 42–44.
9. Агафонова Н.А. Физическое развитие и состояние здоровья старших дошкольников компенсирующих ортопедических групп [Текст] / Н.А. Агафонова, П.И. Храмцов // Гигиена и санитария. – 2007. – № 2. – С. 45–47.

Y.M. SADOVNIKOVA

INDICATORS OF DISEASE AND RESISTANCE OF THE ORGANISM OF CHILDREN OF PRESCHOOL AGE FROM ECOLOGICALLY VARIOUS AREAS

In article problems of decrease in level of disease, increase of the general and immunological resistance of an organism of children visiting organized preschool centers in the conditions of anthropogenous environmental contamination are considered.

Key words: ***disease, immunological resistance, chemical and radioactive environmental contamination.***

Ю. А. СЕМЕНИЩЕНКОВ, *кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники Брянского государственного университета имени академика И. Г. Петровского*
Тел. +7(8432)666834; yuricek@yandex.ru
М. Н. АБАДОНОВА, *кандидат биологических наук, и. о. зам. директора по науке ФГУ «Национальный парк «Орловское Полесье»*
E-mail: polesie@inbox.ru

ПСАММОФИТНЫЕ СООБЩЕСТВА С УЧАСТИЕМ KOELERIA GLAUCA (SCHRAD.) DC. (GRAMINEAE) ЗА ПРЕДЕЛАМИ АРЕАЛА CORYNEPHORUS CANESCENS (L.) BEAUV. (GRAMINEAE) В БРЯНСКОЙ И ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТЯХ

В статье приводятся результаты исследования фитоценотического разнообразия псаммофитных сообществ с участием Koeleria glauca (Schrad.) DC. (Gramineae) в Брянской и Орловской областях. Установлено 4 субассоциации в составе ассоциации Polytricho pilosi–Koelerietum glaucae Bulokhov 1999. Продемонстрирована экологическая и флористическая специфичность установленных синтаксонов.

Ключевые слова: ***псаммофитная растительность, синтаксономия, класс Koelerio–Corynephoretea, Koeleria glauca.***

Введение

Псаммофитные сообщества – важная составляющая общего фитоценотического разнообразия Южного Нечерноземья России. Они обычно формируются в «экстремальных» местообитаниях с бедными минеральным азотом и сухими песчаными субстратами. С позиций флористической классификации такую растительность относят к классу ***Koelerio–Corynephoretea*** Klika 1931.

Особенность этой растительности в нашем регионе – ее распространение у восточной границы ареала важнейшего ценообразователя псаммофитных сообществ Европы – *Corynephorus canescens* (L.) Beauv. (Gramineae). На территории северо-востока Брянской и в прилегающих районах Орловской области за пределами ареала булавоносца седого наиболее типичными являются сообщества с участием евросибирского субконтинентального псаммофита *Koeleria glauca* (Schrad.) DC (*Gramineae*).

Сведения о разнообразии псаммофитной растительности Нечерноземья имеются в литературе [5, 6, 8, 16], однако специальных работ по данной теме в настоящее время нет.

Цель настоящей статьи – охарактеризовать фитоценотическое разнообразие сообществ с участием *Koeleria glauca* за пределами ареала *Corynephorus canescens* на границе Брянской и Орловской областей.

Материалы и методы

В основу флористической классификации, разработанной с использованием общих установок метода Ж. Браун-Бланке [20, 34], положены геоботанические описания,

© Ю. А. Семенищенков, М. Н. Абадонова

выполненные на территории северо-восточных районов Брянской области и прилегающей части Орловской области в 2005/2010 гг. Количественная представленность видов дана по комбинированной шкале Ж. Браун-Бланке [20]. Установленные единицы сравнивали с уже известными для Южного Нечерноземья России [5, 6, 8, 16]. Ниже приводится характеристика установленных синтаксонов.

Номенклатура сосудистых растений дана по С.К. Черепанову [19], моховидных – по М.С. Игнатову, О.М. Афониной [11], лишайников – по «Определителю лишайников России» [12].

Природные условия района исследования

Геоботанические исследования в Брянской области проведены на территории Брянского, Карачевского, Навлинского, Трубчевского административных районов и г. Брянска.

Описания выполнены в пределах надпойменно-террасовых местностей долин рек Десны, Навли, Снежети, в которых преобладают ландшафтные урочища плоских, дренированных поверхностей террас, сложенных песками и супесями. Это преимущественно лесистые местности, занятые в основном сосновыми и сосново-широколиственными лесами на фоне сельскохозяйственных земель [14]. Псаммофитные сообщества с участием *Koeleria glauca* здесь формируются чаще на опушках сосняков и на участках вскрытых в разной мере антропогенно нарушенных песков.

Исследования в Орловской области проведены на территории Хотынецкого административного района в границах Льговского и Тургеневского лесничеств ФГУ «Национальный парк «Орловское Полесье»».

Описания выполнены в долине р. Вытебеть в пределах пологоволнистой, относительно пониженной, слабо расчлененной равнины, сложенной флювиогляциальными зандровыми песками, а также моренными и покровными суглинками. Такие равнины распространены на обширных пространствах правобережья Вытебети. Большинство описанных сообществ формируются на опушках сосняков или на неиспользуемых сельскохозяйственных землях.

Климат района исследования умеренно континентальный с равным влиянием атлантических и континентальных воздушных масс. Он характеризуется умеренно холодной зимой, теплым летом и достаточно устойчивым увлажнением – около 570–610 мм осадков в год, более половины которых приходится на теплое время года. Продолжительность вегетационного периода – 140–145 дней [1, 2].

По флористическому районированию А.Л. Тахтаджяна [17] район исследования принадлежит к Сарматской подпровинции Восточноевропейской флористической провинции. По комплексному ботанико-географическому районированию территория находится у южной границы подзон хвойно-широколиственных (на севере) и широколиственных (на юге) лесов. Зональная растительность этого района представлена елово-широколиственными и широколиственными (дубовыми) лесами [15].

Результаты и их обсуждение

По составу диагностических видов и экологическим особенностям местообитаний описанные сообщества отнесены к установленной для Юго-Западного Нечерноземья России асс. ***Polytricho pilosi–Koelerietum glaucae*** Bulokhov 1999. Ассоциация объединяет псаммофитные сообщества с доминированием *Koeleria glauca* и *Polytrichum piliferum**, широко распространенные на слабо задернованных песках, на опушках сосняков с бедными песчаными почвами [5, 6, 8, 16]. Как отмечает А.Д. Булохов (2001), сообщества ассоциации нередко возникают на месте сосновых лесов преимущественно в лесорастительных условиях A_1 – сухой бор, где обычно представлены лишайниковые сосняки (тип леса *Cladonio–Pinetum*).

Ценообразователь *Koeleria glauca* в Брянской области распространен рассеянно. В 70-е годы П.З. Босек (1975) отмечал, что в Новозыбковском районе (юго-запад области) она встречалась «в изобилии», в то время как на территории других юго-западных районов «изредка». Находки в центральных и северо-восточных районах были единичными [4]. Однако в последующие годы было показано более широкое распространение этого вида в характерных местообитаниях [7]. Достаточно своеобразными являются сообщества с доминированием тонконога на склонах балок и речных долин на балочных суглинистых и супесчаных почвах, подстилаемых карбонатными по-

* Polytrichum piliferum *Schreb.* = P. pilosum *Echr. Schrank.*

родами. Они изредка отмечаются в долине р. Десны и ее притоков (данные авторов). Такие сообщества в настоящее время еще мало изучены.

В Орловской области псаммофитные сообщества с *Koeleria glauca* распространены на территории ландшафтов зандровых равнин северо-запада области. На юге области (Ливенский р-н) тонконог сизый отмечается в несколько других местообитаниях – на «степных известняковых склонах» [10].

Ассоциация ***Polytricho–Koelerietum*** была установлена для юго-западных районов Брянской области у восточной границы ареала *Corynephorus canescens*. Там булавоносец седой рассеянно встречается в ее сообществах [5, 6]. В центральной и северо-восточной частях Брянской области этот вид не встречается [7]; отмечен только как заносный «на разбитых песках вдоль железной дороги» в Выгоничском р-не [13]. Для Орловской области *Corynephorus canescens* не приводится [10].

Состав и структура. Доминантами в сообществах обычно являются *Koeleria glauca* и *Polytrichum piliferum*, которые выступают и диагностическими видами. В ряде случаев обильны *Festuca ovina, Pilosella officinarum,* а также ксерофитный мох Ceratodon purpureus. В составе сообществ присутствуют типичные виды-индикаторы бедных сухих почв: *Artemisia campestris, Berteroa incana, Festuca ovina, Helichrysum arenarium, Jasione montana, Jovibarba sobolifera, Pilosella officinarum, Rumex acetosella* и др. Достаточно представительны лишайники рода *Cladonia: C. arbuscula, C. cornuta, C. deformis, C. gracilis, C. furcata, C. rangiferina, C. turgida.* Они обычно имеют невысокое обилие и чаще значительно разрастаются только на лесных опушках.

Сообщества мозаичны, хорошо опознаются по дерновинкам тонконога сизого, достигающего 60 см в высоту. На его фоне неравномерно в виде пятен распределены моховидные и лишайники (рис.). Они вместе с невысокими и хамефитными растениями (например, *Jovibarba sobolifera, Sedum acre* и др.) формируют приземный биогеоценотический горизонт. Общее проективное покрытие варьируется от 20 до 80%. Подобное варьирование хорошо отражает последовательные стадии зарастания нарушенных, вскрытых песков.

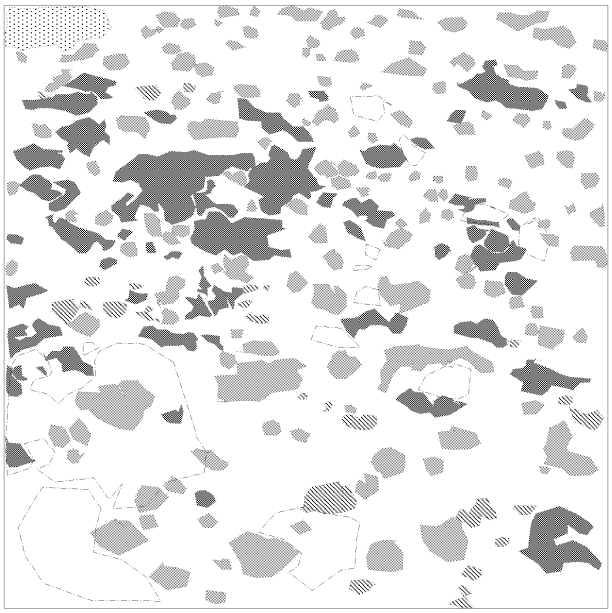


Рис. – Поливидовая мозаика в сообществе асс. ***Polytricho–Koelerietum*** *на площадке 2 м х 2 м. Показаны наиболее обильные виды. Условные обозначения: – Koeleria glauca, – куртинки лишайников (Cladonia arbuscula + C. gracilis + C. cornuta), – Polythrichum piliferum + Ceratodon purpureus, – Carex hirta, – Artemisia campestris + Pilosella officinarum. Белым цветом показаны участки незадернованного песка. Единичные растения других видов не показаны. Общее видовое богатство на площадке – 14 видов.*

Сообщества бедны видами, видовое богатство составляет 9–21 вид на 100 м^2. Всего в ценофлоре ассоциации на исследуемой территории отмечено 77 видов сосудистых растений, 13 видов лишайников и 5 – моховидных. Бедность видами характерна в целом для сообществ союза ***Koelerion glaucae*** из разных регионов Европы и объясняется «экстремальностью» псаммофитных местообитаний с бедным минеральным азотом и сухим субстратом.

Синтаксономия. Ассоциация установлена в составе союза псаммофитной ксерофитной субконтинентальной растительности ***Koelerion glaucae Klika*** 1931. В настоящее время в Чехии этот союз рассматривается как синоним союза ***Corynephorion canescentis*** *Klika* 1931 субатлантического рапространения [32]. В некоторых работах союз ***Koelerion glaucae*** отнесен к классу

Festucetea vaginatae Soó ex Vicherek 1972 [21, 33]. Однако этот класс в ряде обзорных работ по растительности Европы считают синонимом других высших синтаксономических единиц [22, 27, 29]. E. Oberdorfer [28], А.А. Куземко [23], так же как и А.Д. Булохов [6], относят союз ***Koelerion glaucae*** к порядку ***Sedo acris–Festucetalia*** Tx. 1951 (=***Festuco–Sedetalia*** Tx. 1951 em. Krausch 1962).

По результатам проведенных флористических сравнений на территории района исследования в составе ассоциации установлено три субассоциации и два варианта. Ниже дается их характеристика.

Продромус

Класс ***Koelerio–Corynephoretea*** Klika 1931

Порядок ***Sedo acris–Festucetalia*** Tx. 1951 nom. invers. propos. (=***Festucetalia vaginatae*** Soó ex Vicherek 1972)

Союз ***Koelerion glaucae*** Volk 1931

Acc. ***Polytricho pilosi–Koelerietum glaucae*** Bulokhov 1999

Субасс. ***P. p.–K. g. cladonietosum arbusculae*** subass. nov. hoc loco

Субасс. ***P. p.–K. g. calamagrostietosum epigeii*** subass. nov. hoc loco

Субасс. ***P. p.–K. g. corynephoretosum canescentis*** subass. nov. hoc loco

Субасс. ***P. p.–K. g. typicum***

Варианты: ***Festuca polesica*** var., ***typica*** var.

Субасс. ***P. p.–K. g. cladonietosum arbusculae*** subass. nov. hoc loco (***holotypus*** – табл., а, оп. 8). Диагностические виды (д. в.): *Cladonia arbuscula, Chamaecytisus ruthenicus, Solidago virgaurea.* Она объединяет псаммофитные сообщества в местообитаниях, прилегающих к сосновым лесам, на опушках сосняков. Для них характерно присутствие и нередко высокое обилие типичных для сосновых лесов Нечерноземья лишайников *Cladonia arbuscula и Cetraria islandica*. Константны в сообществах *Solidago virgaurea, Helichrysum arenarium, Pilosella officinarum, Carex hirta*. Доминантами по-прежнему выступают *Koeleria glauca и Polytrichum piliferum*. Изредка высокое обилие имеет *Jovibarba sobolifera*. Среднее видовое богатство – 15 видов на 100 м^2.

Сообщества очень мозаичны, что обусловлено локальным разрастанием отдельных хамефитов, моховидных и лишайников. Среднее проективное покрытие составляет 61%.

Субасс. ***P. p.–K. g. calamagrostietosum epigeii*** subass. nov. hoc loco (*holotypus* – табл., б, оп. 11). Д. в.: *Calamagrostis epigeios, Brachythecium albicans, Chrysaspis arvensis, Oenothera biennis, Tanacetum vulgare*. Сообщества субассоциации формируются на вскрытых песках промышленных зон, по песчаным насыпям вдоль железных дорог. Нередко местообитания несут последствия приземных пожаров.

Облик сообществ определяют *Calamagrostis epigeios* и *Koeleria glauca* в разном соотношении. Высота травостоя в отдельных случаях достигает 80–100 см. Отличительная особенность – практически полное отсутствие лишайников рода *Cladonia*.

В таких местообитаниях покров из тонконога формируется на первых стадиях зарастания нарушенного субстрата. На следующем этапе в сообщества внедряется вейник наземный, который, по-видимому, надолго занимает местообитания. Среднее видовое богатство – 16 видов на 100 м^2. Среднее проективное покрытие составляет 58%.

Субасс. ***P. p.–K. g. typicum*** представляет типичные сообщества ассоциации и не имеет собственных диагностических видов (табл., в). В ее составе установлено два варианта.

Достаточно интересным с флористической точки зрения является вариант ***Festuca polesica*** (табл., г). Он опознается по участию в составе сообществ овсяницы полесской. Д. в. варианта: *Festuca polesica* и *Jurinea cyanoides*. В таких сообществах эдификаторное значение *Koeleria glauca* существенно снижается. В ряде случаев она присутствует в очень небольшом количестве, вытесняясь овсяницей полесской на поздних стадиях сукцессии. Лишайники имеют в сообществах очень невысокое обилие. Проективное покрытие в сообществах колеблется от 35 до 60%. Среднее видовое богатство – 14 видов на 100 м^2.

Ценообразователь сообществ – овсяница полесская (*Festuca polesica Zapal., F. beckeri* (Hack.) Trautv. subsp. *polesica* (Zapal.) Tzvel.) – это пре-

имущественно европейский бореальный псаммоксерофит, распространенный в Северной, Центральной и Восточной Европе, Казахстане. На территории России встречается в европейской части, на Кавказе, в зоне умеренного климата Западной и Восточной Сибири [18]. В Брянской области овсяница в большом количестве отмечалась П.З. Босеком (1975) как «интересное» растение на дюнных и боровых песках в окр. ст. Свень и Полужье ж/д Брянск–Гомель (Выгоничский р-н), а также в ряде других районов Брянской области. Впоследствии указывалась как «редкий» вид в Брянской области [7]. В Орловской области овсяница полесская известна по единственному сбору 30-летней давности в молиниевом сосняке на территории национального парка в Знаменском районе (ОНМ).

Сообщества варианта описаны в нарушенных местообитаниях на вскрытых песках, прилегающих к железнодорожному полотну, и на опушках сосняков в окр. ст. Свень.

Сообщества с участием *Koeleria glauca* и *Festuca polesica* в Прибалтике описаны как ассоциация ***Festuco polesicae–Koelerietum glaucae*** Band• iuliene 1985, представляющая «последнюю стадию перехода растительности песков в лес» [3]. Фоновыми видами в ее сообществах, распространенных на южной песчаной равнине Литвы, являются характерные для брянских и орловских сообществ *Koeleria glauca, Helichrysum arenarium, Pilosella officinarum*, а также *Corynephorus canescens* (юго-западные районы Брянской области). Сообщества с похожим флористическим составом приводятся в литературе для Восточной Пруссии [31] и Польши [26]. Дифференциальными видами ассоциации можно считать *Gypsophila fastigiata (IV), Tragopogon gorskianus (IV);* достаточно показательно присутствие *Arenaria serpyllifolia* agg. *(IV), Astragalus arenarius (II), Biatoria uliginosa (III), Thalictrum minus (II)*. Ни один из перечисленных видов в наших сообществах не встречается.

В различных регионах Латвии представлена флористически близкая ассоциация ***Festucetum polesicae*** Regel 1928 [24, 30]. В ее сообществах ценообразователем выступает овсяница дюнная более северного распространения – *Festuca polesica subsp. sabulosa* Tzvel. (*Festuca beckeri* subsp. *sabulosa* (Andersson) Tzvel.). Этот вид (подвид) на территории района исследования не отмечен [7, 10]. Диагностическим в наших сообществах выступает *Festuca polesica* subsp. *polesica* Tzvel. (*F. beckeri* (Hack.) Trautv. subsp. *polesica* (Zapal.) Tzvel.). Латышские сообщества диагностируются также отсутствующими в наших сообществах видами: *Dianthus arenarius, Pulsatilla pratensis, Tragopogon heterospermus, Armeria marithima, Poa subcaerulea, Carex arenaria, Cladina mitis, Cladonia chlorocarpa, Polytrichum juniperinum*; они отличаются высокой константностью *Festuca ovina* и отсутствующей в наших областях *Carex arenaria* [30].

На основании значительной флористической специфичности европейских сообществ и в связи с антропогенным характером местообитаний наши сообщества с участием *Festuca polesica* мы рассматриваем как вариант нарушенных сообществ ассоциации ***Polytricho–Koelerietum glaucae***.

Вариант ***typica*** представляет типичные сообщества субассоциации. К ней отнесены фитоценозы на разных стадиях зарастания песков с общим проективным покрытием от 10 до 80%. Среднее проективное покрытие составляет 40%. Среднее видовое богатство – 14 видов на 100 м^2.

Анализ материалов, на которых А.Д. Булоховым (2001) была установлена асс. ***Polytricho–Koelerietum***, показывает, что ее сообщества, распространенные на юго-западе Брянской области, флористически отличаются от описанных выше. Их целесообразно выделить в новую субассоциацию.

Субасс. ***P. p.–K. g. corynephoretosum canescentis*** subass. nov. hoc loco (= acc. ***Polytricho pilosi–Koelerietum glaucae*** Bulokhov, 1999; Булохов, 2001, табл. 58, оп. 1). Д. в.: *Astragalus arenarius, Corynephorus canescens, Oenothera hirsuticaulis, Silene borysthenica.* Это сообщества с участием *Corynephorus canescens и Koeleria glauca*, распространенные на территории ландшафтов зандровых равнин юго-западных районов Брянской области в пределах ареала булавоносца седого.

Разделение отдельных синтаксонов с участием *Koeleria glauca* и *Corynephorus canescens* име-

ет определенные трудности. Оба этих вида рассматривают как диагностические для класса ***Koelerio–Corynephoretea*** [21, 22, 25, 27, 32, 23 и др.]; нередко их дифференцирующие свойства демонстрируют на уровне союзов. Однако оба вида широко встречаются в псаммофитных сообществах Европы совместно. В связи с этим различение отдельных ассоциаций, диагностируемых каждым из указанных видов, нередко отражает фитоценотическую значимость видов, а фактически – их обилие-покрытие в сообществах.

В Южном Нечерноземье у восточной границы распространения булавоносца седого распространены сообщества, в которых обилие-покрытие у обоих совместно встречаемых видов широко варьируется – от полного доминирования до единичной представленности [5, 6; данные авторов]. Общий же состав ценофлоры сохраняется практически неизменным. В этом отношении достаточно интересным представляется вопрос смены булавоносцевых и тонконоговых сообществ, а также конкуренция указанных видов-эдификаторов, которые в настоящее время в нашем регионе мало изучены.

Заключение

Таким образом, фитоценотическое разнообразие псаммофитных сообществ с участием *Koeleria glauca* на границе Брянской и Орловской областей представлено 2 вариантами, 3 субассоциациями в составе ассоциации ***Polytricho pilosi–Koelerietum glaucae*** Bulokhov 1999. Сообщества юго-западных районов Брянской области с участием булавоносца седого по результатам сравнения выделены в самостоятельную субассоциацию. Установленные синтаксоны экологически и флористически специфичны. Изучение псаммофитных сообществ будет продолжено.

Авторы выражают благодарность доценту кафедры ботаники ГГУ им. Ф. Скорины (г. Гомель, Республика Беларусь) канд. биол. наук А. Г. Цурикову за просмотр и определение лишайников.

Библиографический список

1. Агроклиматический справочник по Орловской области (справочник). – Л.: Гидрометеоиздат, 1960. – С. 7–9.
2. Агроклиматический справочник по Брянской области (справочник). – Л.: Гидрометеоиздат, 1960. – С. 14–18.
3. Балявичене Ю. Синтаксономо-фитосоциографическая структура растительности Литвы / Ю. Балявичене. – Вильнюс: Мокслас, 1991. – 217 с.
4. Босек П.З. Растения Брянской области / П.З. Босек. – Брянск, 1975. – 464 с.
5. Булохов А.Д. Синтаксономия травянистой растительности южного Нечерноземья. 6. Классы *Nardo-Callunetea, Sedo-Scleranthetea, Festuco-Brometea* / Булохов А.Д. // Ред. ж. «Биол. науки». – М., 1990. – 23 с. Деп. в ВИНИТИ 01.08.90, № 4434-В90.
6. Булохов А.Д. Травяная растительность Юго-Западного Нечерноземья России / А.Д. Булохов. – Брянск, 2001. – 296 с.
7. Булохов А.Д. Определитель растений Юго-Западного Нечерноземья России / А.Д. Булохов, Э.М. Величкин. – Изд-е 2-е, доп. – Брянск: Изд-во БГУ, 1998. – 380 с.
8. Булохов А.Д. Растительный покров Брянска и его пригородной зоны / А.Д. Булохов, А.В. Харин. – Брянск: РИО БГУ, 2008. – 310 с.
9. Вебер Х.Э. Международный кодекс фитосоциологической номенклатуры. 3-е изд. Пер. И.Б. Кучерова, ред. пер. А.И. Соломещ / Вебер Х.Э., Моравец Я., Терийя Ж.-П. // Растительность России. – № 7. – 2005. – С. 3–38.
10. Еленевский А.Г. Определитель сосудистых растений Орловской области. 2 изд. / А.Г. Еленевский, В.И. Радыгина. – М.: МПГУ, 2005. – 214 с.
11. Игнатов М.С. Список мхов территории бывшего СССР / М.С. Игнатов, О.М. Афонина // Arctoa, 1992. – Т. 1. – № 1–2. – С. 1–85.
12. Определитель лишайников России. – СПб. – Вып. 6, 1996. – 304 с.; Вып. 7, 1998. – 166 с.
13. Пестунова Е.Н. Булавонесец седой в Брянской области // Человек и окружающая среда: изучение и сохранение. Мат. III молодежной науч.-практ. конф. (Брянск, 20–25 апреля 2009 г.) / Е.Н. Пестунова, Н.Н. Панасенко. – Брянск: Курсив, 2009. – С. 39–41.
14. Природа и природные ресурсы Брянской области. Уч. пособие для учащихся и студентов / Под ред. Л.М. Ахромеева. – Брянск: Изд-во Брянского гос. пед. ин-та, 2001. – 216 с.

15. Растительность европейской части СССР / Под ред. С.А. Грибовой, Т.И. Исаченко, Е.М. Лавренко. – Л.: Наука, 1981. – 429 с.
16. Семенищенков Ю.А. Фитоценотическое разнообразие Судость-Деснянского междуречья / Ю.А. Семенищенков. – Брянск: РИО БГУ, 2009. – 400 с.
17. Тахтаджян А.Л. Флористические области Земли / А.Л. Тахтаджян. – Л.: Наука, 1978. – С. 41–43.
18. Флора европейской части СССР. Т. I. / Под ред. А. А. Федорова. – Л., 1974. – 404 с.
19. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств / С.К. Черепанов. – СПб.: Мир и семья, 1995. – 992 с.
20. Braun-Blanquet, J. Pflanzensoziologie / J. Braun-Blanquet. – 3. Aufl. Wien; T.-Y., 1964. – 865 S.
21. Chytrý, M. Diagnostic, constant and dominant species of vegetation classes and alliances of the Czech Republic: a statistical revision / Chytrý M., Tichý L. // Folia. – CR: Masaryk University, 2003. – 234 p.
22. Dengler, J. Erstellung und Interpretation synchorologischer Karten am Beispiel der Klasse Koelerio-Corynephoretea. – Ber. R.-Tüxen-Ges. – 13. – 2001. – S. 223–228.
23. Kuzemko, A. Dry grasslands on sandy soils in the forest and forest-steppe zones of the plains region of Ukraine: present state of syntaxonomy / Kuzemko A. // Tuexenia. – 29. – 2009. – S. 369–390.
24. Laime, B. Grey dune plant communities (*Koelerio-Corynephoretea*) on the Baltic coast in Latvia / Laime B., Tjarve D. // Tuexenia. – 29. – 2009. – L. 409–435.
25. Matuszkiewicz, W. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski (wydanie istotnie zmienione w stosunku do wydania z 1981). – PWN. Warszawa, 2001.
26. Medwecka-Kornas, A. Roślinność rezerwatu stepowego «Skorocice» koło Buska / Medwecka-Kornas A. // Ochr. Przyr. – 26. – 1959. – S. 172–260.
27. Mucina, L. Conspectus of Classes of European Vegetation / Mucina L. // Folia Geobot. Phytotax. – 32. – 1997. – P. 117–172.
28. Oberdorfer, E. Pflanzensociologische Exkursionsflora / E. Oberdorfer. – Verlag Stuttgart: Ulmer, 1994. – 7. Aufl. – 1050 S.
29. Rodwell, J. S. The diversity of European Vegetation: an overview of phytosociological alliances and their relationships to EUNIS habitats / Rodwell J. S., Schaminee J. H. J., Mucina L., Pignatti S., Dring L., Moss D. – Wageningen, 2002.
30. Rыsiта, S. Latvijas mezofoto un kserofoto zvlьju daudzveidoba un kontaktsabiedrobas / Rыsiта S. // Latvijas Vemetвcija. – 12. – 2007. – L. 1–366.
31. Steffen, H. Vegetationskunde von Ostpreussen / Steffen H. // Pflanzensociologie. Bd. 1. Jena, 1931. – 406 S.
32. Vegetace Ćeské republiky. 1. Travinná a keřićková vegetace / Ed. M. Chytrý. – Praha: Academia, 2007. – 528 s.
33. Vicherek, J. Die Sandpflanzengesselschaften des unteren und mittleren Dnieprstromgebietes (die Ukraine) / Vicherek J // Folia Geobot. Phytotaxon. 7. – 1972. – P. 9–46.
34. Westhoff, V. The Braun-Blanquet approach / Westhoff V., Maarel E. van der // Classification of plant communities. / Ed. R.H. Whittaker. – The Hague, 1978. – P. 287–399.

YU. A. SEMENISHCHENKOV, M. N. ABADONOVA

PSAMMOPHYTE COMMUNITIES WITH KOELERIA GLAUCA *L. (*GRAMINEAE*) OUT OF THE BORDER OF THE* CORYNEPHORUS CANESCENS *(*GRAMINEAE*) DISTRIBUTION IN BRYANSK AND OREL REGIONS*

In the paper the results of the researche of the phytocoenotic diversity of psammophyte communities with Koeleria glauca L. (Gramineae) in Bryansk and Orel regions are done. 4 subassociations are established for the first time within the ass. Polytricho pilosi–Koelerietum glaucae Bulokhov 1999. The ecological and floristic specifity of syntaxon are showed.

Key words: ***psammophyte vegetation, syntaxonomy, class Koelerio–Corynephoretea, Koeleria glauca.***

Таблица – Характеризующая таблица асс. Polytricho pilosi–Koelerietum glaucae

Номер описания	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**а**	**б**	**в**
Проективное покрытие, %	**70**	**80**	**60**	**35**	**60**	**50**	**60**	**70**	**80**	**50**	**60**	**50**	**50**	**80**	**75**	**60**	**30**	**60**	**35**	**30**	**25**	**40**	**50**	**80**	**10**	**50**	**35**	**60**	**60**			
Количество видов	**16**	**11**	**11**	**18**	**15**	**12**	**13**	**17**	**17**	**14**	**20**	**19**	**12**	**17**	**11**	**14**	**20**	**14**	**19**	**20**	**20**	**9**	**11**	**9**	**11**	**14**	**12**	**14**	**15**			
Д. в. асс. ***Polytricho pilosi–Koelerietum glaucae***																																
Koeleria glauca	1	3	+	2	1	+	2	3	2	2	3	2	3	5	4	3	2	2	2	1	1	2	2	2	1	2	1	1	2	**V**	**V**	**V**
Polytrichum piliferum	.	3	3	+	3	.	+	1	3	2	2	r	.	.	.	1	1	3	1	1	+	2	1	4	.	2	2	r	+	**V**	**III**	**IV**
Д. в. субасс. ***P. p.–K. g. cladonietosum arbusculae*** (а)																																
Cladonia arbuscula	4	+	2	+	2	3	3	2	+	r	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	**V**	**I**	**I**
Solidago virgaurea	r	r	+	+	r	+	+	r	.	.	.	.	.	r	+	.	.	.	r	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	**V**	**II**	**II**
Chamaecytisus ruthenicus	+	+	.	+	.	.	.	+	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	r	**III**	**.**	**I**
Д. в. субасс. ***P. p.–K. g. calamagrostietosum epigeii*** (б)																																
Calamagrostis epigeios	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	2	r	.	.	r	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+	**I**	**III**	**I**
Tanacetum vulgare	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	r	+	r	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	**.**	**IV**	**.**
Oenothera biennis	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	r	r	+	+	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	r	.	+	**I**	**IV**	**I**
Brachythecium albicans	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	**I**	**III**	**.**
Chrysaspis arvensis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	**.**	**III**	**.**
Д. в. варианта ***Festuca polesica*** (г)																																
Festuca polesica	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	3	2	**.**	**.**	**.**
Jurinea cyanoides	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	1	**.**	**.**	**.**
Д. в. субасс. ***P. p.–K. g. corynephoretosum canescentis***																																
Corynephorus canescens	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	**.**	**.**	**.**
Astragalus arenarius	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	**.**	**.**	**II**
Sylene boristhenica	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	**.**	**.**	**.**
Oenothera hirsuticaulis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	**.**	**.**	**.**
Д. в. союза ***Koelerion glaucae***, порядка ***Sedo–Festucetalia*** и класса ***Koelerio–Corynephoretea***																																
Artemisia campestris	r	+	.	1	+	+	+	+	r	+	+	+	+	r	1	+	+	+	1	1	1	+	+	.	+	+	+	+	1	**V**	**V**	**IV**
Pilosella officinarum	.	.	.	+	.	+	+	r	1	+	.	.	.	.	.	.	+	.	+	1	+	.	.	.	+	+	.	.	.	**IV**	**I**	**III**
Jasione montana	.	.	.	.	+	+	+	r	r	+	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	r	.	+	+	+	+	.	.	.	**IV**	**II**	**IV**
Helichrysum arenarium	r	.	.	.	+	.	+	1	1	+	.	.	.	r	.	r	+	.	.	r	r	+	1	+	+	+	r	.	.	**IV**	**II**	**IV**
Scleranthus perennis	.	.	.	+	+	+	+	.	r	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	+	+	+	+	+	.	.	.	**IV**	**.**	**IV**
Festuca ovina	.	.	r	.	+	.	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	**III**	**I**	**I**
Rumex acetosella	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	r	.	.	r	.	r	r	.	+	+	r	.	.	.	.	.	.	.	+	**II**	**III**	**II**
Sedum acre	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	1	1	.	.	.	+	r	.	r	r	+	+	+	.	.	.	.	1	.	**II**	**III**	**III**
Jovibarba sobolifera	.	.	.	.	1	.	2	1	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	+	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	**II**	**I**	**II**

Номер описания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	а	б	в
Thymus serpyllum	.	r	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	+	.	.	.	.	.	+	II	.	II
Cladonia furcata	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	II	I	I
Agrostis vinealis	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+	r	.	.	+	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	I	III	I
Potentilla argentea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	+	.	.	.	+	+	r	r	r	.	r	.	+	+	.	.	.	.	III	IV
Ceratodon purpureus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	.	.	1	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	III	I
Д. в. класса ***Molinio–Arrhenatheretea***																																
Agrostis tenuis	r	.	.	.	.	.	.	.	+	r	.	.	.	.	.	.	.	.	r	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.	II
Achillea millefolium agg.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	I	.	I
Centaurea jacea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	I
Trifolium pratense	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.
Lotus corniculatus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.
Vicia cracca	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	I	.
Plantago lanceolata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	r	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
Anthoxanthum odoratum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Knautia arvensis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Amoria repens	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.
Д. в. класса ***Artemisietea vulgaris***																																
Berteroa incana	.	.	.	+	.	.	.	r	.	.	.	.	.	+	.	+	+	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	r	r	II	II	I
Linaria vulgaris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	I
Poa compressa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.
Д. в. класса ***Calluno–Ulicetea***																																
Nardus stricta	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.	.
Calluna vulgaris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	r	.	.	I
Д. в. класса ***Vaccinio–Piceetea***																																
Pinus sylvestris (до 0.5 м)	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	r	.	.	.	.	.	r	.	+	I	.	II
Cetraria islandica	.	.	.	.	+	1	+	1	2	1	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	r	1	2	.	.	+	.	.	.	IV	II	II
Cladonia cornuta	+	r	r	.	.	.	.	r	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	.	.
Прочие виды																																
Carex hirta	r	+	.	.	.	.	.	r	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	r	.	.	.	.	.	.	.	.	II	I	II
Erigeron acris	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	I	.
Rumex acetosa	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	II
Dianthus deltoides	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.
Poa angustifolia	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	I	II	II
Hypericum perforatum	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.
Setaria viridis	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	I	.	II

Номер описания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	а	б	в
Rumex thyrsiflorus	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	I	I	I
Senecio vulgaris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.
Fraxinus pennsylvanica (до 0.5 м)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.
Hieracium umbellatum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	I
Dianthus borbasii	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	I
Hylotelephium maximum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	r	+	.	.	.	I
Моховидные и лишайники																																
Cladonia deformis	+	.	r	.	.	.	.	.	r	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	r	III	.	I
C. gracilis	r	r	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	1	.	+	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	II	.
C. sp.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	I	II	II
Abietinella abietina	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	I	I

Обозначения синтаксонов: а – ***P. p.–K. g. cladonietosum arbusculae;*** б – ***P. p.–K. g. calamagrostietosum epigeii;*** в – ***P. p.–K. g. typicum typica*** var.; г – ***P. p.–K. g. typicum Festuca polesica*** var.; д – ***P. p.–K. g. corynephoretosum canescentis*** (Булохов, 2001).

Примечание: в таблице обилие-покрытие дано по комбинированной шкале Ж. Браун-Бланке (Braun-Blanquet, 1964); классы постоянства – по пятибалльной шкале: I – вид отмечен в 1–20% описаний, II – 21–40% описаний, III – 42–60%, IV – 61–80%, V – 81–100%. Серым цветом выделены диагностические виды синтаксонов.

Пункты описаний: оп. 1, 2, 3 – вскрытые пески на границе соснового леса и вырубкой под ЛЭП в 2 км южнее г. Навля (Навлинский р-н), 3.09.2010, автор Ю. А. Семенищенков; оп. 4, 11, 12, 13, 14, 16, 17 – вскрытые пески у з-да «Брянский Арсенал» в г. Брянске, 22.08.2006, автор Ю. А. Семенищенков; оп. 5, 22, 23, 26 – разбитые пески в окр. с. Льгов (Хотынецкий р-н), 21.07.2010, автор М. Н. Абадонова; оп. 6, 7, 25 – вскрытые пески в окр. с. Старое (Хотынецкий р-н), 21.07.2010, автор М. Н. Абадонова; оп. 8, 9, 10 – разбитые пески в окр. с. Льгов (Хотынецкий р-н), 21.07.2010, автор Ю. А. Семенищенков; оп. 15, 18, 24 – разбитые пески в окр. д. Обельна (Хотынецкий р-н), 21.07.2010, автор М. Н. Абадонова; оп. 19, 20 – песчаные террасы в долине р. Снежеть у с. Рясники (Карачевский р-н), 16.09.2010, автор Ю. А. Семенищенков; оп. 21 – вскрытые пески у д. Гуры (Трубчевский р-н), 16.07.2010, автор Ю. А. Семенищенков; оп. 27, 28, 29 – вскрытые пески и опушки сосняков вдоль ж/д Брянск–Гомель у ст. Свень (Брянский р-н), 8.09.2010, автор Ю. А. Семенищенков.

Встречены в одном или двух описаниях: *Acer negundo* (до 0,5 м) (*13,r*), *Betula pendula* (до 0.5 м) (*11,r*), *Brachythecium sp.* (*29,r*), *Carex ericetorum* (*д,I*), *Cetraria ericetorum (3,+)*, *Chondrilla juncea (д,I), Chrysaspis campestre (11,r), Cladina mitis (д,II), Cladonia coccifera (д,II), C. rangiferina (2,+), C. subulata (17,r), C. turgida (16,r), Collema glaucens (14,+), Dianthus arenarius (4, +), Dicranum scoparium (1,r), Digitaria ischaemum (3,r), Echinochloa crus-galli (27,r), Echium vulgare (27,r), Equisetum arvense (14,+), E. sylvaticum (15,+), Euphorbia virgata (1,1), Euphrasia sricta (4,+), Festuca rubra (д,II), Galium mollugo (д,I), Herniaria glabra (21,r;д,III), Hippophae rhamnoides (12+), Medicago lupulina (13,r), Melampyrum nemorosum (4,+), Myosotis arvensis (23,+), Peltigera sp. (18,+), Phleum pratense (д,I), Phragmites australis (12,+), Populus tremula juv. (11,r), Potentilla reptans (28,r), Rhacomitrium canescens (д,II), Setaria viridis (д,I), Verbascum lychnitis (4,+;21,r), Veronica spicata (4,+;21,r).*

***Ж.Г. СИЛАЕВА**, аспирантка кафедры ботаники*
Орловского государственного университета
Тел. 89208167674; silaevazhanna@rambler.ru

СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ СПОРОФИТОВ *POLYPODIUM VULGARE* L. В ЗАПАДНОМ ЗАКАВКАЗЬЕ И НА ЗАПАДНОМ КАВКАЗЕ

Исследованы демографические характеристики ценопопуляций Polypodium vulgare L. в лесах Западного Закавказья и Западного Кавказа: особенности возрастной структуры, уровень их жизненности, динамика развития и механизмы самоподдержания в разных эколого-фитоценотических условиях.

Ключевые слова: ***ценопопуляция, онтогенез, экологическая валентность, возрастной состав, виталитет.***

Современная популяционная биология растений накопила большой фактический материал, позволяющий оценить степень устойчивости ценопопуляций (ЦП) растений и предсказать возможные пути их трансформации. Познание этих аспектов является первым шагом в сохранении биоразнообразия.

В наши дни достигнуты значительные успехи в изучении популяционной биологии спорофитов папоротников в пределах разнообразных таксонов, но эти работы посвящены преимущественно лесным наземным видам, широко распространенным на территории РФ (Шорина, 1994; Лащинский, Шорина, 1985; Гуреева, 2001, 2007; Криницин, 2004; Державина, 2006; Желудова, 2007 и др.). Работы, связанные с исследованием ценопопуляций эпифитных папоротников, единичны (Державина, 1982; Державина, Шорина, 1992).

В связи с этим целью работы явилось изучение популяционной биологии равноспорового папоротника *Polypodium vulgare* L. – многоножки обыкновенной, ведущего как эпифитный, так и эпилитный, реже – наземный образ жизни.

P. vulgare обитает в лесах европейской части РФ, Кавказа, Средней Азии, Западной и Средней Сибири. За пределами РФ встречается в Европе, Малой Азии, Иране, Японии, на Гавайских о-вах, в Северной Америке, в Северной и Южной Африке и на о-ве Кергелен.

В период с 2009 по 2010 г. ценопопуляционные скопления спорофитов *P. vulgare* изучены в двух районах.

– В Адлерском районе г. Сочи, в окрестностях поселка Красная Поляна, вдоль правого борта реки Мзымты на высоте 500–530 м над уровнем моря в грабово-дубово-каштановом лесу (ЦП № 1).

Климат Красной Поляны горно-морской, умеренный, мягкий. Средняя температура воздуха в зимние месяцы от 0^0С до -5^0С градусов, а среднемесячное количество осадков – 181–210 мм. Устойчивый снежный покров формируется в конце декабря и держится до конца марта, на верхних склонах – с конца ноября и до начала июня. Лето длится с середины мая и по сентябрь. Средняя температура воздуха в окрестностях Красной Поляны летом колеблется от $+24^0$С до $+28^0$С. Среднее количество

© Ж.Г. Силаева

осадков в месяц – 100–120 мм. Среднегодовое количество осадков составляет 1586 мм.

– В Гагрском районе Республики Абхазия, в Рицинском национальном парке, на берегу озера Рица на высоте 950 м над уровнем моря в буково-еловом лесу с подлеском из рододендрона (ЦП № 2).

Климат парка влажный, умеренно теплый в нижней части и холодный в верхней части. На 2–3 месяца устанавливается снежный покров. Средняя температура воздуха в зимние месяцы от $+8^0$С до $+10^0$С, среднее количество осадков в месяц – 170–180 мм. Температура самого холодного месяца февраля –1°С. Температура воздуха в летние месяцы колеблется от +23°С до +27°С, среднемесячное количество осадков в летний период – 100–110 мм. Среднегодовое количество осадков на Рице доходит до 1650 мм.

Таким образом, климатические условия в двух районах исследования схожи, отличия наблюдаются лишь в зимний период: в окрестностях Красной Поляны зима более холодная, снежная и продолжительная.

Методика исследования

В популяционных исследованиях был использован эколого-демографический подход. Под ценопопуляцией понимали совокупность особей данного вида в пределах одного ценоза (Работнов, 1950а).

Местообитания ценопопуляций папоротника характеризовали на основе геоботанических описаний по традиционным методикам (Полевая геоботаника, 1964; Учебно-полевая практика по ботанике, 1990). Экологические условия его местообитаний оценивали путем обработки флористических списков геоботанических описаний фитоценозов по индикаторным шкалам Д.Н. Цыганова (1983). Расчет показателей экологической валентности (ЭВ) вида по отношению к конкретному фактору среды и индекса его толерантности (I_t) проводили согласно методике Л.А. Жуковой (2004).

Для анализа горизонтальной структуры популяции в качестве ее элементов рассматривали ценопопуляционные локусы (субпопуляции в понимании А.А. Уранова, 1977). В качестве ценопопуляционных локусов (скоплений, поселений) выступали камни, комли и стволы деревьев, на которых произрастали исследуемые растения. При выборе счетной единицы применяли морфологический и фитоценотический подходы (Ценопопуляции растений..., 1988). Счетной единицей на начальных этапах онтогенеза выступала единичная особь (генета) или морфологическая счетная единица, затем – латка (генеративная особь или клон с ветвящимся ризомом), т.е. фитоценотическая счетная единица, и, наконец, партикула (рамета).

Периодизацию онтогенеза *Polypodium vulgare* проводили по общепринятым методикам (Работнов, 1950, 1950а; Уранов, 1975; Ценопопуляции..., 1988), уточненным применительно к папоротникам Н.И. Шориной (1990) и другими авторами (Державина, Шорина, 1992; Лащинский, Шорина, 1985; Гуреева, 2001). Возрастную принадлежность особей определяли по признакам-маркерам надземной части: форме и размерам вайий, числу пар сегментов, способности к спороношению и др. На основе этих признаков весь онтогенез подразделяется на периоды и состояния (стадии): пререпродуктивный период с возрастными состояниями проростка, ювенильного (j_1 и j_2), имматурного (im) и виргинильного (v) спорофита; репродуктивный с возрастными состояниями молодых (sp_1), средневозрастных (sp_2) и стареющих спороносящих (sp_3) спорофитов и пострепродуктивный с возрастными состояниями субсенильных (ss) и сенильных (s) спорофитов. При определении типа и поливариантности онтогенеза воспользовались классификацией Л.А. Жуковой (1995).

Для выявления плотности ЦП *P. vulgare* и характера пространственного размещения особей в ценозе закладывали площадки размером 1 м^2, на которых проводили подсчет особей (число повторностей – 25). У эпифитных особей плотность определяли в пределах отдельных локусов. На каждой площадке или локусе подсчитывали число растений по возрастным группам. Процентное соотношение разных онтогенетических групп каждого локуса отражали в возрастных спектрах.

Для интегральной оценки состояния ЦП использовали различные демографические показатели: индекс возрастности (Δ) (Уранов, 1975), индекс эффективности (ω) (Животовский, 2001), индекс восстановления ($I_в$), индекс замещения ($I_з$) (Жукова, 1995). Тип популяции определяли по классифи-

кации А.А. Уранова и О.В. Смирновой (1967) с использованием классификации «дельта-омега» (Δ– ω) Л.А. Животовского (2001).

Виталитет ценопопуляций оценивали у спороносящих растений по методике, предложенной Ю.А. Злобиным (1989). При изучении жизненности ценопопуляций учитывали морфометрические показатели спороносящих особей, т.к. растениям именно этой группы принадлежит ведущая роль в обеспечении спорового и вегетативного размножения, а также именно эта группа играет существенную фитоценотическую роль. В качестве индикаторных признаков для оценки виталитетной структуры выступали высота (с черешком) и ширина пластинки ваий, т.е. проводилась двумерная ранжировка. Спороносящие особи по жизненному состоянию разделяли на три класса: высший, средний и низший. По результатам ранжирования строили виталитетные спектры генеративной фракции особей. На основе расчета коэффициента качества Q делали вывод об уровне жизненности ЦП папоротника.

Статистические расчеты проводили в компьютерной программе MS EXEL 2003.

Результаты исследования

В районах исследования многоножка, как достаточно влаголюбивый и теневыносливый папоротник, предпочитает затененные и влажные каменистые россыпи склонов, валуны, трещины и расселины скал, комли, стволы и развилки ветвей деревьев.

Как известно, популяционная жизнь равноспоровых папоротников характеризуется двойственностью, которая выражена во взаимозависимом сосуществовании гемипопуляций спорофитов и гаметофитов, которые могут быть в разной степени изолированы друг от друга в пространстве и во времени (Шорина, 1994). В исследованных популяциях спорофитов были обнаружены небольшие по площади поселения жизнеспособных гаметофитов. Словом, обе популяции сосуществовали в одной микронише ценоза.

В изученных лесных ценозах скопления *Polypodium vulgare* приурочены к моховым синузиям, в которых практически отсутствуют цветковые растения. Для многоножки характерно контагиозное размещение особей с четкой агрегированностью скоплений, уровень которой зависит от размеров каменистых россыпей, валунов, щелей и расселин, а у эпифитов – от диаметра стволов и ветвей деревьев. Каждое скопление *P. vulgare* развивается асинхронно и характеризуется своим набором популяционных параметров: плотностью, возрастным составом, жизненным состоянием, способом возобновления и др. и напрямую зависит от экотопических и фитоценотических условий. В этой связи в пределах популяций можно наблюдать все этапы развития локусов: от инвазии до регрессии.

Жизненная форма средневозрастного спороносящего растения *P. vulgare* представляет собой длиннотолстокорневищный, диффузно-розеточный, дорсивентральный, ползучий, вечнозеленый, неявнополицентрический, травянистый многолетник, гемикриптофит, неэффективно вегетативно размножающийся, слабо вегетативно разрастающийся (Шорина, Державина, 1985).

На основании литературных данных (Державина, Шорина, 1985), а также собственных наблюдений установлено, что в онтогенезе спорофита *P. vulgare* изменяются число, форма и размеры вайий, форма и размеры ризома, появляется и утрачивается способность к спороношению.

Онтогенез многоножки состоит из трех периодов и девяти возрастных состояний: в пререпродуктивном периоде происходит формирование наземной части тела спорофита, а также ризома, устанавливается свойственная ей жизненная форма; в репродуктивном – все органы достигают максимального развития, начинается ветвление ризома, и появляется способность к спороношению и вегетативному размножению; в пострепродуктивном периоде теряется способность к спорообразованию, происходит отмирание и дезинтеграция ризома.

Что же касается вегетативного размножения *Polypodium vulgare*, то наши данные не подтверждают сведения, приводимые И.И. Гуреевой (2007) для сибирских особей *Polypodium*, которые, по мнению автора, отличаются хрупкостью сочленения боковых ризомов с главным и легко обламываются. Наблюдения показывают, что превращение куртины в диффузный клон у *P. vulgare* про-

исходит только в том случае, когда процесс разрушения материнской оси достигает разветвления. Хрупкость же ризомов проявляется только в тех редких случаях, когда на особи папоротника, растущие на плоских горизонтальных камнях (платилитофиты – по Н.М. Державиной, 2006) в плотных моховых подушках, упадут камни или наступит человек или крупное животное.

В процессе онтогенеза происходит смена жизненных форм: от розеточной ортотропной (j_1) к безрозеточной плагиотропной короткокорневищной (j_2, *im*), а затем – к длиннокорневищной (*v*, sp_1, sp_2); далее – к длиннокорневищной партикуле (sp_3), а затем к короткокорневищной (*ss, s*). Для вида характерна гетеробластия: наблюдается резкая трансформация вайий в процессе онтогенеза. Так, у ювенильных растений пластинки цельные двух-, трехлопастные или у имматурной группы – перисто-раздельные, а у виргинильных –перисто-рассеченные.

Установлено, что онтогенез у *P. vulgare* полный, сложный (Ценопопуляции растений...,1988), осуществляющийся в серии поколений вегетативно возникших особей. Средневозрастные особи начинают партикулировать с образованием слабо омоложенных ramet, завершающих онтогенез. Следовательно, изученный онтогенез, согласно классификации Л.А. Жуковой (1995), относится к Г-типу (онтогенез генеты сопровождается многократной дезинтеграцией ризомов в середине жизни), $Г_1$-подтипу (характеризуется слабым омоложением ramet на 1–2 онтогенетических состояния; продолжительность их жизни зависит от способности ramet к партикуляции: одни из них могут стареть без вегетативного размножения, другие – вновь партикулировать в зрелом генеративном возрастном состоянии).

Наряду с возрастной дифференциацией ценопопуляционных локусов были выделены два надтипа поливариантности онтогенеза (по Жуковой, 1995):

1. Структурная в виде размерной, которая, как известно, проводится на основе оценки мощности особей по количественным признакам. Она выражена у P. vulgare достаточно ярко и зависит, как правило, от условий обитания. Так, средняя длина вайий (табл. 1) у спороносящих особей, ведущих эпифитный и эпилитный образ жизни, произрастающих в условиях достаточного минерального питания и увлажнения, составляла от 18,11 см (берег оз. Рица) до 23,75 см (правый борт р. Мзымты). Вместе с тем отмечены растения этого же возраста, у которых длина вайий едва достигала 7,6 см (правый борт р. Мзымты) и 9,6 см (берег оз. Рица). Эти растения произрастали в трещинах и расселинах скал (хазмофиты); *морфологической*, выраженной в смене жизненных форм в процессе онтогенеза; *поливариантности по способам размножения*: споровому и вегетативному;

2. Динамическая – поливариантность по темпам развития, проявляющаяся в разной скорости индивидуального развития. Так, у некоторых виргинильных растений возраст особей достигал 20–21 года (берег оз. Рица), в то время как в других локусах он составлял 12–16 лет.

Таблица 1 – Морфометрические показатели спороносящих спорофитов *Polypodium vulgare* в ЦП № 1 и ЦП № 2

Показатель	ЦП № 1	ЦП № 2
Длина вайи с черешком, см	23,75±0,67	18,11±0,64
Ширина листовой пластинки, см	5,2±0,12	4,04±0,12
Число сегментов вайи	14,85±0,31	13,95±0,5
Диаметр латки, см	11,74±0,82	18,73±1,74

Экологический ареал и *экологическая валентность* P. vulgare

Результаты определения потенциальной экологической валентности и индекса толерантности (Жукова, 2004) по шкалам Д.Н. Цыганова (1983) показали, что *P. vulgare* в изученных ЦП характеризуется средней валентностью по отношению к климатическим факторам, фактору освещения /

затемнения. Мезовалентен вид и в отношении к почвенным факторам, хотя к трофности почвы в ЦП № 2 он имеет тенденцию к стеновалентности (табл. 2). Наши наблюдения за ЦП *P. vulgare* на Кавказе и на европейской части РФ позволяют говорить о мезотрофности папоротника, способного обитать и в больших, и в малых накоплениях перегноя. Однако его успешное развитие и процветание напрямую зависят от степени богатства субстрата. На более богатых субстратах, которые отличаются мощными моховыми синузиями, способными накапливать гумус, особи папоротника характеризуются высокими морфометрическими показателями вегетативно-генеративной сферы и достигают значительного возраста.

Индекс толерантности вида по всем факторам среды в изученных популяциях колеблется от 0,45 до 0,51, что говорит о средней норме реакции на влияние факторов среды и характеризует вид как мезобионта.

Несмотря на то, что данные о *Polypodium vulgare* по фактору переменности увлажнения почв в шкалах Д.Н. Цыганова отсутствуют, было зарегистрировано значение этого фактора в пределах 6,2 (ЦП № 1). При изучении экологических позиций ценопопуляций *P. vulgare* на Кавказе и в других частях ареала отмечена зависимость многоножки от влажности субстрата и воздуха. При водном дефиците в атмосфере, когда вайи наземных видов папоротников поникают, вайи *P. vulgare* еще продолжительное время сохраняют тургор клеток за счет моховых синузий, способных долго удерживать влагу. Даже в случае пессимальных значений фактора влажности субстрата (чрезвычайно сухое лето) многоножка какое-то время способна поддерживать жизнеспособность за счет мясистых ризомов, хотя вайи при этом поникают. По-видимому, как было замечено Н.М. Державиной и Н.И. Шориной (1992), сожительство со мхами позволяет многоножке избегать максимального давления лимитирующих факторов среды и обеспечивает стабильность условий минерального питания, увлажнения и аэрации.

Таблица 2 – Экологическая характеристика ЦП № 1 и ЦП № 2 Polypodium vulgare

Шкала	ЦП № 1		ЦП № 2	
	ЭВ (экологическая валентность)	**I_t**	**ЭВ (экологическая валентность)**	**I_t**
Tm	0,49	**0,51 мезобионт**	0,53	**0,45 мезобионт**
Kn	0,55		0,53	
Om	0,53		0,53	
Cr	0,57		0,6	
Lc	0,5		0,56	
Hd	0,53		0,52	
Tr	0,34		0,26	
Nt	0,5		0,4	
Rc	0,52		0,46	
Fh	0,55		Нет данных	

Пояснение к таблице: Tm – термоклиматическая шкала, Kn – шкала континентальности, Om – шкала аридности / гумидности климата, Cr – криоклиматическая шкала, Hd – шкала увлажнения почв, Tr – шкала трофности почвы, Nt – шкала богатства почв азотом, Rc – шкала кислотности почв, Lc – шкала освещенности, Fh – шкала переменности увлажнения почв.

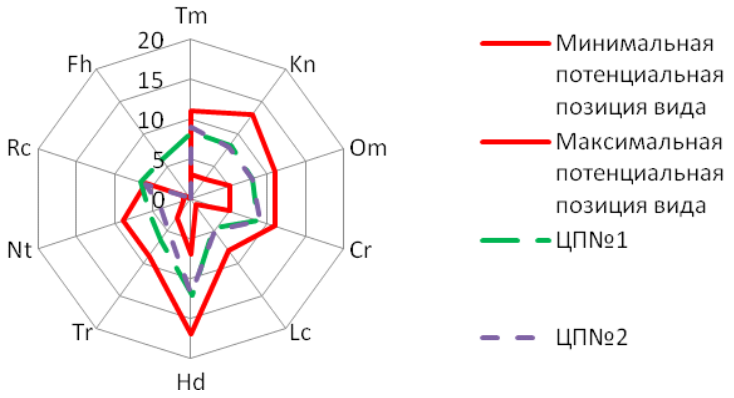


Рис. 1. Диаграмма экологического пространства ЦП № 1 и ЦП № 2 Polypodium vulgare

Демография ценопопуляций. ***В ЦП № 1 – правый борт реки Мзымты*** – исследовано 22 скопления в 4 экологических популяциях: на валунах, на стволе каштана, на каменистой стене и на каменистых россыпях вдоль реки Мзымты.

Численность особей в изученных поселениях варьировалась от 1–2 на валунах и крупных камнях до 40–45 особей на каменистой стене и на стволе каштана.

Демографическая структура ЦП № 1 характеризуется достаточно хорошо выраженной разновозрастностью и полночленностью (рис. 2). Варианты онтогенетических спектров в изученных экологических популяциях различны: бимодальные (каменистая стена, ствол каштана) и одновершинные (валуны, каменистые россыпи вдоль реки Мзымты), при этом доля генеративных спорофитов во всех изученных скоплениях была достаточно высокой (от 27 до 66%).

В целом возрастной базовый спектр – одновершинный с пиком на генеративной фракции особей (рис. 3). Преобладание этой группы растений свидетельствует об их накоплении в ЦП, что можно связать с высокой (15–20 лет) продолжительностью жизни спороносящих растений. Особенностью возрастной структуры ЦП являются минимальная степень участия в ней сенильных особей и достаточно высокий процент ювенильных. Это дает основание говорить об успешном споровом возобновлении в моховом покрове в уже сформированных поселениях и постоянном притоке в популяцию молодых спорофитов. Это подтверждают наблюдения, проведенные Н.И. Шориной и Н.М. Державиной (1992), в которых установлено, что для папоротников-эпифитов характерно сосуществование поселений спорофитов и гаметофитов в одних и тех же экологических нишах ценоза.

Кроме спорового в самоподдержании ЦП *Polypodium vulgare* как неявно полицентрического растения значительна роль и вегетативного размножения, которое преобладает у генеративных растений за счет дезинтеграции ризомов. Вегетативное размножение генет *P. vulgare* способствует не только самоподдержанию популяции, но и удержанию и незначительному расширению площади ценопопуляционных локусов (в случае обитания на вертикальной или горизонтальной частях ствола или плоской поверхности скального участка). Распространение же вида в другие местообитания происходит исключительно споровым путем.

Данную ЦП можно охарактеризовать как нормальную, дефинитивную, полночленную (табл. 3). С учетом абсолютного максимума возрастного спектра (Уранов, Смирнова, 1969) эта популяция является зрелой. Анализ онтогенетической структуры с использованием индексов возрастности и эффективности (классификация «дельта-омега») позволяет считать ее ценопопуляцией переходного типа (Животовский, 2001). Индексы восстановления и замещения – достаточно высокие (табл. 3), что указывает на благоприятные условия для спорового возобновления. Ценопопуляционные локусы развиваются асинхронно, что в сочетании со смешанным способом возобновления обеспечивает потенциальное бессмертие популяции.

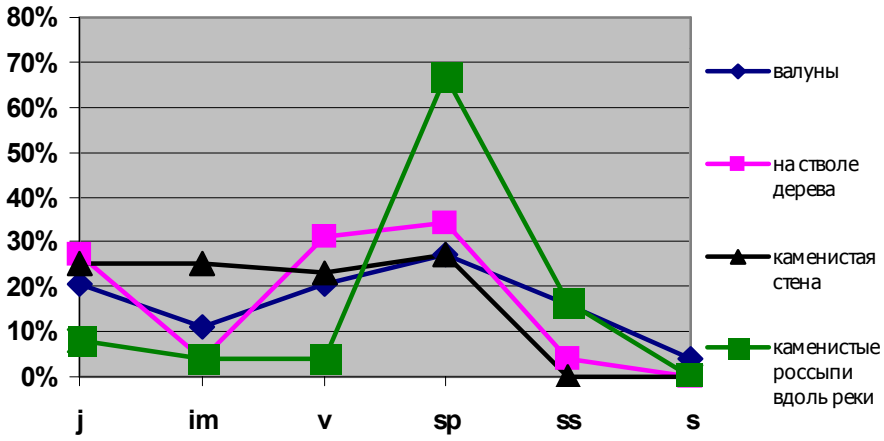


Рис. 2. Возрастные спектры поселений ЦП № 1 Polypodium vulgare

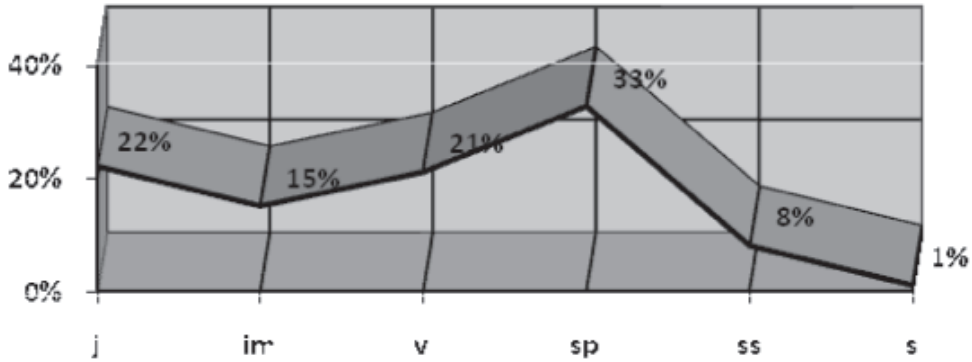


Рис. 3. Возрастной базовый спектр ЦП № 1 Polypodium vulgare

На берегу озера Рица (ЦП № 2) исследовано 12 скоплений *P. vulgare*, которые приурочены к валунам, комлям стволов и к расселинам в камнях. Численность скоплений многоножки сильно варьируется – от 3 до 21–25 особей.

Анализ возрастной структуры наиболее крупных ценопопуляционных локусов позволяет выявить два основных варианта возрастных спектров: левосторонние с преобладанием групп ювенильных, имматурных и виргинильных растений (локусы № 9, 10, 12) и полночленные – с преобладанием спороносящих особей (локусы № 1, 6) (рис. 4).

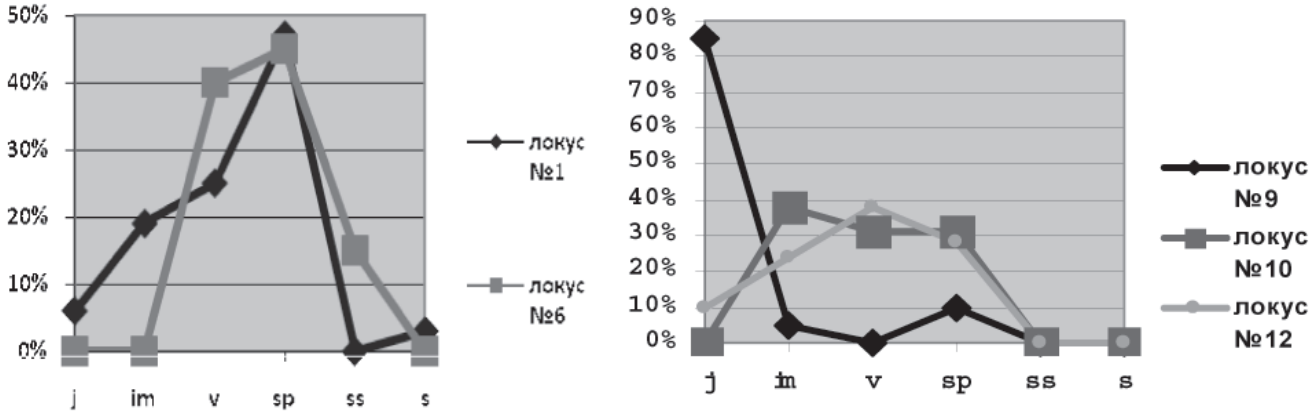


Рис. 4. Возрастные спектры локусов ЦП № 2 Polypodium vulgare

Возрастной базовый спектр – одновершинный, полночленный, с пиком на генеративных растениях (рис. 5). Это значит, что в ценозе происходит накопление генеративных особей и ограничен при-

ток молодых растений за счет спорового размножения. Тем не менее наличие прегенеративных возрастных групп позволяет говорить о споровом возобновлении, успешность которого подтверждается и индексами возобновления и замещения (табл. 3). В самоподдержании ценопопуляционных скоплений велика роль и вегетативного размножения, за счет которого пополняется правая часть возрастного спектра: старые спороносящие, субсенильные и сенильные растения.

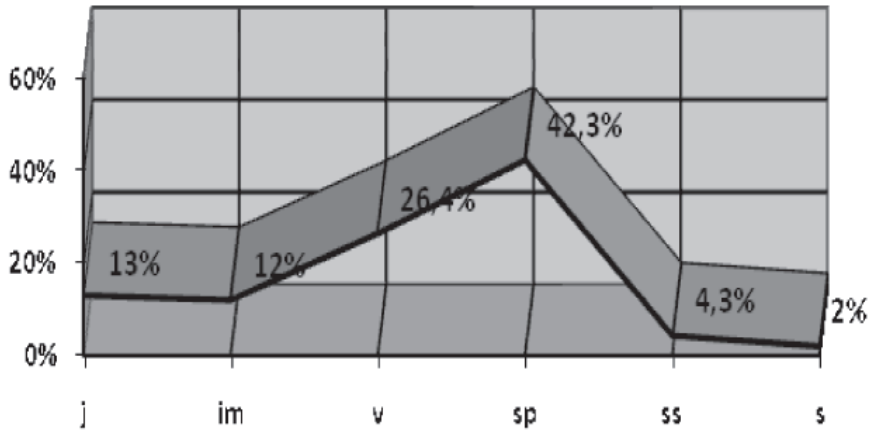


Рис. 5. Возрастной базовый спектр ЦП № 2 Polypodium vulgare

Исследуемая ценопопуляция *P. vulgare* является нормальной, дефинитивной, полночленной (табл. 3). На основе абсолютного максимума возрастного спектра (Уранов, Смирнова, 1969), она – зрелая, по классификации «дельта-омега» – переходного типа (Животовский, 2001).

Ценопопуляционные скопления *P. vulgare* на берегу оз. Рица развиваются асинхронно, что связано в первую очередь с неравномерностью спорового возобновления и неодинаковыми темпами развития и отмирания растений, а вместе со смешанным способом самоподдержания обеспечивает устойчивость ЦП этого вида.

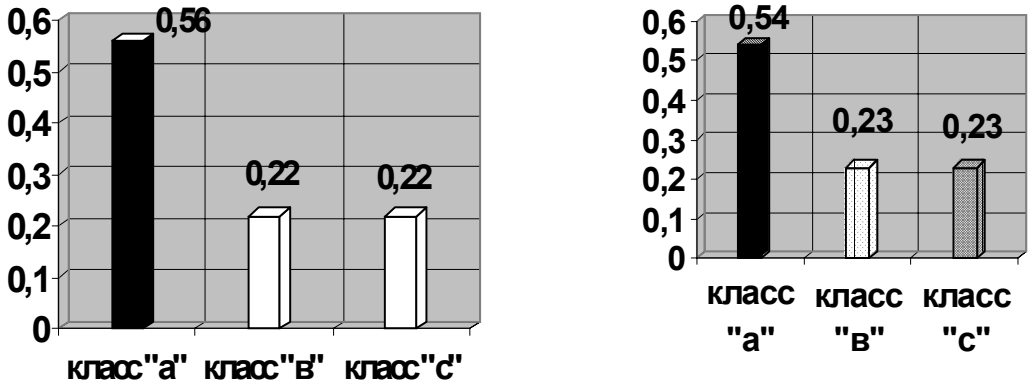
Таблица 3 – Основные демографические показатели ЦП № 1 и ЦП № 2 *Polypodium vulgare*

№ ЦП	Соотношение онтогенетических групп (%)	M (средняя) шт/м^2	Δ	ω	$I_в$	$I_з$	Тип популяции «дельта-омега»	Тип популяции и полночленность	Тип популяции по жизненному состоянию
№1	22%:15%:21%:33%:8%1%	9	0,54	0,5	1,4	1	Переходная	Нормальная, дефинитивная, зрелая, полночленная	Процветающая
№2	13%:12%:26,4%:42,3%:4,3%2%	13	0,54	0,59	1	0,86	Переходная	Нормальная, дефинитивная, зрелая, полночленная	Процветающая

Известно, что виталитетная структура вида является важным показателем, отражающим гетерогенность особей в пределах определенной возрастной группы, и в комплексе с оценкой демографической структуры популяций является показателем адаптированности растений к условиям среды.

На основании ранжирования особей по двум морфометрическим показателям были построены виталитетные спектры двух популяций, которые оказались достаточно схожими (рис. 6). Их анализ показал, что в изученных поселениях преобладают особи первого класса виталитета. Наиболее мощные спороносящие особи *Polypodium vulgare* отмечены на стволах и комлях деревьев, на тенистых и влажных частях камней и валунов, они приурочены к моховым синузиям и об-

ращены у руслу реки Мзымты и водной поверхности озера Рица. Примечательно, что уровень жизненного состояния повышается у особей, располагающихся в группах-скоплениях (до 5–10 особей), по сравнению с одиночными спороносящими растениями. Изученные ЦП *P. vulgare* являются процветающими с индексами качества Q, равными 0,39 (ЦП № 1) и 0,38 (ЦП № 2). Высокий уровень жизненности особей свидетельствует об оптимальности экологических условий обитания, в которых растения устойчивы к экстремальным факторам среды (водному дефициту, перепадам температур, нехватке минерального питания и др.).



ЦП № 1 *ЦП № 2*

Рис. 6. Виталитетные спектры ЦП в ЦП№1 и ЦП № 2 Polypodium vulgare

Оценивая стратегию жизни вида, следует заметить, что основным свойством *P. vulgare* в ценозе является его толерантность. Специфика распределения вида в ценозе и ограниченность площади местообитаний побуждают вид многократно использовать ресурсы среды в конкретных локусах. В изученных ЦП папоротник обладает чертами патиента (стресс-толеранта), поскольку способен быстро реагировать на улучшение условий существования и проявлять устойчивость в случае их ухудшения. Эко- и фитопатиентность вида осуществляются за счет таких черт, как: относительно низкая скорость роста; вечнозеленость, способствующая приспособлению к сезонной динамике улавливания света; способность спор прорастать в моховом покрове; значительная длительность жизни генеративных особей; партикуляция, приводящая к более длительному удерживанию территории; обитание в моховых синузиях, которые способствуют накоплению и удержанию гумуса и обеспечивают устойчивость к пульсирующему типу водоснабжения.

Анализируя локусы, можно предугадать динамику изученных ценопопуляций многоножки во временном ряду: инвазия спор на поверхность ствола, ветви, камня и т.д. ведет к формированию поселений гаметофитов, а затем и молодых спорофитов. При этом поселения гаметофитов могут возникать вблизи уже сформированного скопления или на некотором расстоянии от него. Затем происходит закономерное развитие и усложнение онтогенетического, виталитетного состава поселений, у которых вероятна повторная споровая инвазия или закономерное старение и отмирание особей (регрессия).

В целом ценопопуляции *Polypodium vulgare* достаточно динамичны и переживают постоянные волны возобновления и отмирания, омоложения и старения. Учитывая сказанное, тип динамики изученных ценопопуляций *P. vulgare* можно определить как волнообразно-флуктуационный.

Выводы:

1. Параметры двух исследованных популяций *P. vulgare,* складывающиеся под воздействием комплекса экологических факторов, оказались сходными. По своей демографии ЦП – нормальные, дефинитивные, полночленные, зрелые, процветающие.

2. Особи *P. vulgare* проходят полный, сложный, сопровождающийся многократной партикуляцией

в середине жизни онтогенез, характеризующийся их слабым омоложением на 1–2 онтогенетических состояния.

3. По показателям экологической валентности и индекса толерантности *P. vulgare* является мезобионтом по отношению к почвенным и климатическим факторам, а амплитуда его экологического пространства не выходит за пределы основных диапазонов экологического ареала.

4. Выявленные в ходе исследования смешанный способ самоподдержания ценопопуляций, асинхронное развитие локусов, а также сочетание разных типов поливариантности развития (структурной и динамической) являются необходимыми адаптационными механизмами, определяющими возможность сохранения и длительного существования изученных популяций.

5. Благодаря волнообразно-флуктуационному типу динамики ценопопуляций и стресс-толерантности обеспечивается потенциальное бессмертие этого вида в изученных ценозах.

Библиографический список

1. Гуреева И.И. Принципы организации ценопопуляций лесных равноспоровых папоротников в Южной Сибири [Текст] / И.И. Гуреева // Труды I Всеросс. птеридол. конф. и школы-семинара по птеридологии (Томск–Барнаул, 2007). –Томск: Изд-во Том. ун-та. – С. 41–54.
2. Гуреева И.И. Равноспоровые папоротники Южной Сибири (систематика, происхождение, биоморфология, популяционная биология) [Текст] / И.И. Гуреева. – Томск, 2001. – 158 с.
3. Державина Н.М. Биоморфология и анатомия равноспоровых папоротников (эпилитов, эпифитов, земноводных и водных) в связи с адаптациогенезом [Текст]. Автореф. дис. ... докт. биол. наук. – Москва, 2006. – 50 с.
4. Державина Н.М. Онтогенез и структура спорофита *Polypodium cambricum* L [Текст] / Н.М. Державина // Бюлл. МОИП, Отд. биол. 1982. – Т. 87. – Вып. 5. – С. 89–101.
5. Державина Н.М., Шорина Н.И. Об особенностях онтогенеза и сезонного ритма развития многоножки обыкновенной (*Polypodium vulgare* L.) в разных эколого-фитоценотических условиях [Текст] / Н.М. Державина, Н.И. Шорина // Экологические и популяционно-онтогенетические исследования растений. – Саратов: СГПИ им. К.А. Федина, 1985. – С. 76–98.
6. Державина Н.М., Шорина Н.И. Структура и динамика ценопопуляционных скоплений *Polypodium vulgare* (Polypodiaceae) в лесах Западного Закавказья [Текст] / Н.М. Державина, Н.И. Шорина // Ботанический журнал. – 1992. – Т. 77. – № 2. – С. 47–54.
7. Желудова Е.М. Популяционная биология некоторых представителей подкласса Polypodiidae в Смоленской области в связи с проблемами редких видов [Текст]. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Москва, 2007. – 20 с.
8. Животовский А.А. Онтогенетические состояния, эффективная плотность и классификация растений [Текст] / А.А. Животовский // Экология. – 2001. – № 1. – С. 3–7.
9. Жукова Л.А. Оценка экологической валентности видов основных эколого-ценотических групп (раздел 3, 5) [Текст] / Л.А. Жукова // Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность. – Книга 1. – М.: Наука, 2004. – С. 256–270.
10. Жукова Л.А. Популяционная жизнь луговых растений [Текст] / Л.А. Жукова. – Йошкар-Ола: РИИК «Ланар», 1995. – 224 с.
11. Заугольнова Л.Б., Жукова Л.А., Комаров А.С. и др. Ценопопуляции растений (очерки популяционной биологии) [Текст] / Л.Б. Заугольнова, Л.А. Жукова, А.С. Комаров и др. – М.: Наука, 1988. – 184 с.
12. Злобин Ю.А. Принципы и методы изучения ценотических популяций растений [Текст] / Ю.А. Злобин. – Казань, 1989а. – 146 с.
13. Криницин И.Н. Онтогенез и структура популяций спорофитов некоторых видов Botrychium Sw. в подзонах южной тайги и подтайги Европейской России [Текст]. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Барнаул, 2004. – 19 с.
14. Лащинский Н.Н., Шорина Н.И. Онтогенез спорофита и структура ценопопуляций *Polystichum braunii* (Spenn.) Fee в черневой тайге Салаирского кряжа [Текст] / Н.Н. Лащинский, Н.И. Шорина // Изв. СО АН СССР. Сер. биол. наук. 1985. – Вып. 2.– № 13. – С. 35–44.
15. Полевая геоботаника [Текст]: методическое руководство / Под общей редакцией Е.М. Лавренко и А.А. Корчагина. – Том 3. – Издательство Академии наук СССР, 1964. – 530 с.
16. Работнов Т.А. Вопросы изучения состава популяций для целей фитоценологии [Текст] / Т.А. Работнов // Проблемы ботаники. 1950. – Вып.1. – С. 465–483.

17. Работнов Т.А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах [Текст] / Т.А. Работнов // Тр. БИН АН СССР. – М.; Л., 1950а. – Сер. 3: Геоботаника. – Вып. 6. – С. 77–204.
18. Старостенкова М.М. и др. Учебно-полевая практика по ботанике [Текст]: Учебное пособие для биологических специальностей вузов / М.М. Старостенкова и др. – М.: Высшая школа, 1990. – 191 с.
19. Уранов А.А. Возрастной спектр ценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов [Текст] / А.А. Уранов // Научные доклады высш. школы. Биолог. науки. – 1975. – № 2. – С. 7–34.
20. Уранов А.А., Заугольнова Л.Б., Смирнова О.В. и др. Ценопопуляции растений (развитие и взаимоотношения) [Текст] / А.А. Уранов, Л.Б. Заугольнова, О.В. Смирнова и др.; отв. ред. Т. И. Серебрякова. – М.: Наука, 1977. – 131 с.
21. Уранов А.А., Смирнова О.В. Классификация и основные черты развития популяций многолетних растений [Текст] / А.А. Уранов, О.В. Смирнова // Бюл. МОИП. Отд. биол. – 1969. – Т. 74. – С. 119–134.
22. Цыганов Д.Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов [Текст] / Д.Н. Цыганов. – М.: Наука, 1983. – 196 с.
23. Шорина Н.И. Экологическая морфология и популяционная биология представителей подкласса Polypodiidae [Текст]. Автореф. дис. … д-ра биол. наук. – М., 1994. – 34 с.
24. Шорина Н.И., Ершова Э.А. Орляк обыкновенный [Текст] / Н.И. Шорина, Э.А. Ершова // Биологическая флора Московской области. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – С. 4–20.

Z.G. SILAEVA

THE STRUCTURE OF POPULATIONS OF SPOROPHYTES POLYPODIUM VULGARE *L. IN THE WESTERN TRANSCAUCASIA AND THE WESTERN CAUCASUS.*

Demographic characteristics coenopopulations Polypodium vulgare L. in the forests of Western Transcaucasia and Western Caucasus are studied: the features of the age structure of its populations, their vitalitis level, the dynamics of development and peculiarities selfmaintenans in different ecophytocenotic conditions.

Key words: ***coenopopulations, ontogeny, ecological valence, age structure, vitality.***

***А.Г. АЛЕКСЕЕВ**, аспирант кафедры гистологии, цитологии и эмбриологии медицинского института Орловского государственного университета*
Тел.: 43-07-09(раб), 8 953 6227127; a.g.alexeev@yandex.ru

АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МЕЛАНОЦИТОВ В МЕЖФОЛЛИКУЛЯРНОМ ЭПИДЕРМИСЕ КОЖИ ВОЛОСИСТОЙ ЧАСТИ ГОЛОВЫ У МУЖЧИН РАЗЛИЧНЫХ ВОЗРАСТНЫХ ГРУПП

Гистологическими и иммуногистохимическими методами изучали распределение пигментных клеток в интерфолликулярном эпидермисе кожи височной области головы у мужчин разного возраста. Установили, что во всех исследованных возрастных группах (от 11 до 80 лет) меланоциты на препаратах, окрашенных гематоксилином и эозином, идентифицируются в базальном слое в виде светлых клеток Массона. При окраске моноклональными антителами к тирозиназе (МКА к Tyr) выявляется в 2–3 раза больше пигментных клеток, чем при рутинном способе окраски; идентифицируются они также в базальном слое эпидермиса. После 21 года происходит снижение количества Tyr-позитивных клеток (в поле зрения микроскопа при увеличении объектива Ч40) , а после 31 к этому присоединяется неравномерное, но устойчивое уменьшение числа светлых клеток Массона.

Ключевые слова: ***меланоциты, клетки Массона, межфолликулярный эпидермис, височная область, мужчины.***

Меланоциты – это клетки нейроэктодермального происхождения, в которых синтезируются пигменты (меланины), определяющие окраску кожи и её производных у млекопитающих. В коже человека они локализуются в эпидермисе, наружном корневом эпителиальном влагалище и матриксе волоса. Морфогенез и структура меланоцитов в доступной научной литературе описаны [2, 5, 6, 8, 10, 14]. В других работах представлены сведения о расположении синтезирующих меланин клеток в различных участках интерфолликулярного эпидермиса и волосяных фолликулах кожи человека, полученные с помощью реакции на диоксифенилаланин и методами современной иммуногистохимии [4, 12], но возрастные аспекты их распределения и функционирования изучены в значительно меньшей степени. В наших предварительных кратких сообщениях приводились результаты исследований, в которых прослеживалась тенденция снижения с возрастом количества и функциональной активности меланоцитов [1, 3, 9]. Продолжение работы в этом направлении представляется актуальным, так как получаемые при этом факты не только расширяют наши знания об этих клетках, но и имеют практическое значение для дерматологии и косметологии.

© А.Г. Алексеев

Цель настоящего исследования составило изучение меланоцитов в составе интерфолликулярного эпидермиса кожи височной области головы у мужчин различных возрастных групп.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

– определить количество клеток Массона в межфолликулярном эпидермисе кожи волосистой части головы у мужчин различных возрастных групп;
– изучить распределение Tyr-позитивных клеток в межфолликулярном эпидермисе кожи волосистой части головы у мужчин различных возрастных групп.

Материал и методы

Исследование проводили на аутопсийном материале. Изучали образцы кожи височной области головы мальчиков, юношей и мужчин в возрасте от 10 до 79 лет (72 случая). Пигментные клетки эпидермиса идентифицировали на препаратах, окрашенных гематоксилином и эозином, а также на срезах, обработанных моноклональными антителами (МКА) к тирозиназе. Тирозиназа (Tyr, аббревиатура от tyrosinase) – основной фермент в процессе биосинтеза меланина [13]. Этот белок выявляли с помощью МКА (Cell marque, США) методом двойного непрямого иммуномечения. Демаскировку антигена проводили кипячением срезов под повышенным давлением в растворе Trilogy (Cell marque, США). Локализацию первичных антител определяли с помощью иммунопероксидазного метода (Histofine Simple Stain MAX PO Multi, Япония) с использованием в качестве субстрата 3-амино-9-этилкарбазола с последующим докрашиванием гематоксилином Караччи. Используя микроскоп Axiostar 2 (Zeiss), при объективе Ч40 подсчитывали среднее количество меланоцитов и Tyr-позитивных клеток в поле зрения микроскопа. Математическую обработку материала проводили с использованием программ Statistica, версия 6.1 и Microsoft Office Excel 2003.

Результаты собственных исследований

На окрашенных гематоксилином и эозином гистологических препаратах меланоциты обнаруживались в межфолликулярном эпидермисе в виде клеток Массона [7, 11] (пигментные клетки со светлым ободком цитоплазмы, крупнее окружающих кератиноцитов, не содержат гранул пигмента). Это связано с тем, что пигментные клетки в коже у лиц европеоидной расы вырабатывают небольшое количество меланина, который сразу же передаётся окружающим кератиноцитам. Таким образом, цитоплазма самих меланоцитов остаётся светлой.

В период от 11 до 20 лет количество эпидермальных меланоцитов в коже у мужчин на поле зрения составило 5,0±0,2, а в 21–30 лет наблюдалось повышение этого показателя до максимального значения (6,9±0,2 клеток). В возрасте от 31 до 50 лет число меланоцитов в межфолликулярном эпидермисе снижалось, после чего оно оставалось практически без изменений до 70 лет, составляя 2,6±0,1. После 70 лет было отмечено дальнейшее уменьшение числа эпидермальных меланоцитов – до 4,3±0,1 клеток (рис. 1, табл.). Выявленная динамика распределения меланоцитов в межфолликулярном эпидермисе отражает возрастание в молодом и снижение в пожилом и старческом возрастах общего уровня пигментации кожи.

При окраске препаратов МКА к Tyr меланоциты межфолликулярного эпидермиса кожи волосистой части головы идентифицируются в виде отростчатых клеток, расположенных в базальном слое. Количество Tyr-позитивных клеток у мальчиков и юношей 11–20 лет максимально среди всех исследованных возрастных групп и составляет 12,6±0,5 клеток в поле зрения, в 21–30 снижается до 9,2±0,2. В возрасте от 31 до 50 лет число меланоцитов снижается, после чего оно остаётся практически без изменений до 60 лет, составляя 3,6±0,1. К 61–70 годам было отмечено некоторое увеличение числа эпидермальных меланоцитов – до 4,1±0,2 клеток. Минимальное содержание Tyr-позитивных клеток в межфолликулярном эпидермисе кожи волосистой части головы наблюдали в возрастной группе 71–80 лет – 3,0±0,2 клеток в поле зрения (рис. 2, табл.).

Заключение

При применении рутинного и иммуногистохимического методов установлена сходная динамика распределения пигментных клеток в межфолликулярном эпидермисе кожи волосистой части

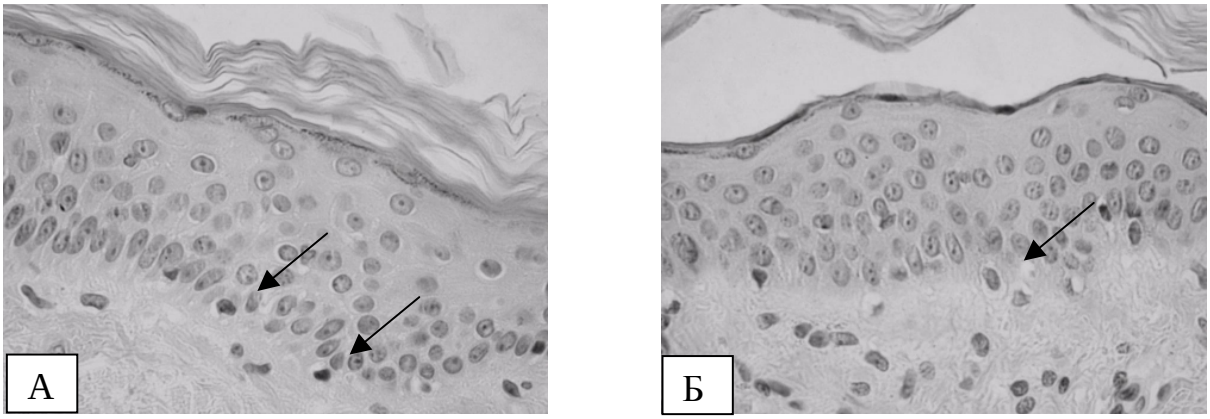


Рис. 1. Межфолликулярный эпидермис кожи волосистой части головы мужчины 30 (А) и 60 (Б) лет. Светлые клетки Массона с гиперхромными ядрами видны в базальном слое эпидермиса (стрелки); с возрастом происходит уменьшение их количества. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение: об. 20, ок. 10.

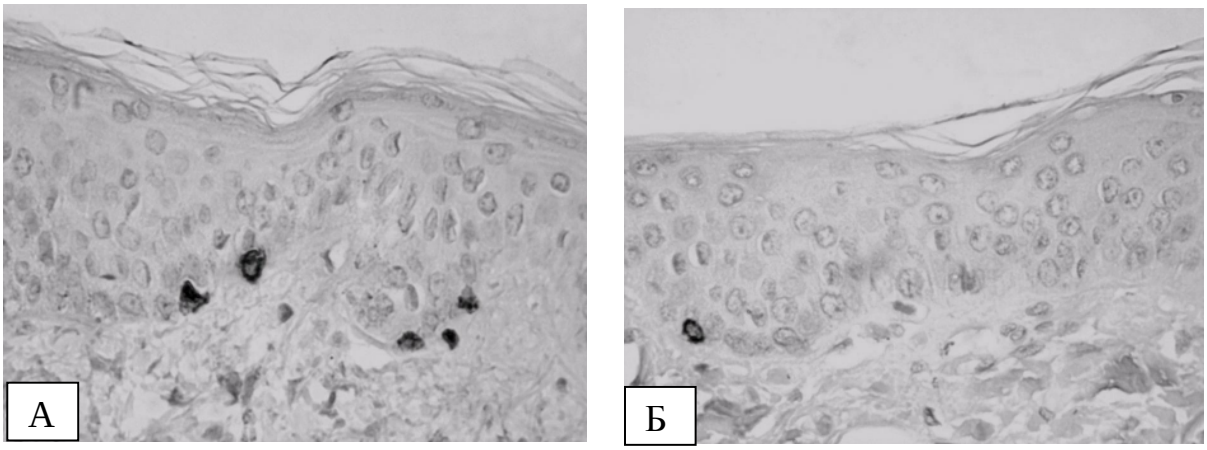


Рис. 2. Межфолликулярный эпидермис кожи волосистой части головы мужчины 30 (А) и 60 (Б) лет. Tyr-позитивные клетки видны в базальном слое эпидермиса; с возрастом происходит уменьшение их количества. Окраска МКА к Tyr. Увеличение: об. 20, ок. 10.

Таблица – Количество пигментных клеток в межфолликулярном эпидермисе кожи волосистой части головы у мужчин различных возрастных групп

№ группы	Возраст	Количество светлых клеток Массона в поле зрения микроскопа	Количество Tyr-позитивных клеток в поле зрения микроскопа
1	11–20	5,0±0,2	12,6±0,5
2	21–30	6,9±0,2*	9,2±0,2
3	31–40	3,8±0,1	5,2±0,1†
4	41–50	2,5±0,1	4,3±0,1
5	51–60	2,7±0,1	3,6±0,1
6	61–70	2,6±0,1*	4,1±0,2
7	71–80	4,3±0,1*	3,0±0,2†

*– $p \leq 0,05$ между сравниваемыми группами (1–2; 1–6; 1–7);

†– $p \leq 0,05$ между сравниваемыми группами (1–3; 3–7; 1–7).

головы у мужчин в постнатальном онтогенезе. Максимальные показатели наблюдали в возрастных группах от 11 до 30 лет, в дальнейшем происходило снижение количества меланоцитов (в 31–60 лет). В 61–80-летнем возрасте вновь происходило некоторое повышение представительства пигментных клеток в эпидермисе, связанное, на наш взгляд, с формированием старческого лентиго. Применение МКА к Tyr позволило выявить в 2–3 раза большее количество клеток по сравнению с окраской гематоксилином и эозином.

Исследование показало, что содержание пигментных клеток в эпидермисе кожи волосистой части головы у мужчин достоверно изменяется с возрастом, а не является константным показателем. Рутинный метод выявления меланоцитов хотя и не является строго специфичным, но отражает возрастную динамику распределения пигментных клеток в эпидермисе. Необходимо отметить тот факт, что по морфологическим критериям проблематично отличить клетки Массона от интраэпителиальных лимфоцитов и вакуолизированных кератиноцитов базального слоя эпидермиса при окраске гематоксилином и эозином. На наш взгляд, необходимо с позиций доказательной морфологии характеризовать процессы, проходящие с меланоцитами кожи человека в онтогенезе, а наиболее предпочтительным методом исследования является применение моноклональных антител.

Библиографический список

1. Алексеев А.Г. Распределение фолликулярных меланоцитов кожи височной области мужчин в возрасте 20–45 лет [Текст] // Морфология. – 2010. – Т. 137. – № 4. – С. 15.
2. Алексеев А.Г., Банин В.В., Ноздрин В.И. Меланоциты кожи [Текст] // Морфология. – 2009. – Т. 136. – № 5. – С. 81–89.
3. Алексеев А.Г., Горелова М.В., Жучков С.А. Изучение фолликулярных меланоцитов в коже височной области мужчин в возрастном аспекте [Текст] // XVII Российский научный конгресс «Человек и лекарство» (12–16 апреля 2010 г.). – Сб. материалов конгресса. – М., 2010. – С. 598.
4. Бабаянц Р.С., Лоншаков Ю.И. Расстройства пигментации кожи [Текст]. – М.: Медицина, 1978. – 144 с.
5. Кичигина Т.Н., Грушин В.Н., Беликова И.С., Мяделец О.Д. Меланоциты: строение, функции, методы выявления, роль в кожной патологии [Текст] // Вестник Витебского государственного медицинского университета. – 2007. – Т. 6. – № 4. – С. 5–16.
6. Клишов А.А. Пигментные клетки [Текст] // Бол. мед. энц., 3-е изд. – М.: Изд. Сов. энциклопед., 1982. – Т. 19. – С. 193–194.
7. Мяделец О.Д., Адаскевич В.П. Морфофункциональная дерматология [Текст]. – М.: Изд мед. лит., 2006. – 752 с.
8. Ноздрин В.И., Барашкова С.А., Семченко В.В. Гистофизиология кожи [Текст]. – Омск–Орел: Изд. Омской государственной медицинской академии, 2008. – 279 с.
9. Ноздрин В.И., Горелова М.В., Алексеев А.Г., Банин В.В. Морфологические особенности эпидермиса и волосяных фолликулов кожи височной области мужчин в возрастном аспекте [Текст] // Морфология. – 2010. – Т. 137. – № 4. – С. 143.
10. Цветкова Г.М. Морфология нормальной кожи [Текст] // в кн.: Кожные и венерические болезни: руководство для врачей в 2 тт. Под ред. Ю. К. Скрипкина, В. Н. Мордовцева. – М.: Медицина, 1999. – Т. 1. – С. 11–30.
11. Цветкова Г.М., Гетлинг З.М. Морфология нормальной кожи человека [Текст] // в кн.: Патология кожи. – М.: Медицина, 1993. – С. 5–115.
12. Commo S., Bernard B.A. Melanocyte subpopulation turnover during the human hair cycle: an immunohistochemical study // Pigment Cell. Res. – 2000. – Vol. 13. – P. 253–259.
13. Nordlund J., Boissy E. Biology of melanocytes // In: The Biology of Skin, (Woodley D.T and Freindel R.K., eds), Parthenon Publishing, Pearl River, NY. –2001. – P. 113–131.
14. Park H-Y., Pongpudpunth M., Lee J., Yaar M. Biology of Melanocytes // In: Fitzpatrick's Dermatology in General Medicine, 7 ed, McGraw-Hill, New York, 2007. – P. 591–608.

A.G. ALEXEEV

THE ANALYSIS OF DISTRIBUTION OF THE MELANOCYTES IN THE TEMPORAL REGION OF SCALP IN MALES OF DIFFERENT AGE GROUPS

Histological and immunohistochemical methods were used to study the distribution of the pigment cells in the interfollicular epidermis in the temporal region of scalp in male individuals of different age. It has been established that in the samples stained with hematoxylin and eosin melanocytes can be identified in the basal layer as light Masson cells in all age groups (between 11 and 80 years). Staining using monoclonal antibodies to tyrosinase (MAB to Tyr) allows identifying 2–3 times more pigment cells comparing to the routine staining; these cells are identified in the basal layer of epidermis. After 21 years the number of Tyr-positive cells decreases (in the field of view of a microscope using 40X lens magnification), and after 31 years an irregular but stable decrease of the number of light Masson cells can be observed.

Key words: ***melanocytes, light Masson cells , interfollicular epidermis, temporal region of scalp, men.***

***А.Н. БОЕВА**, врач-токсиколог отделения токсикологии*
МУЗ ГКБ СМП г. Курска
Тел. 8-905-575-71-06; alenaboeva@yandex.ru

***И.А. САРАЕВ**, доктор медицинских наук, профессор кафедры*
внутренних болезней № 2 ГОУВПО КГМУ Росздрава
Тел. 8(4712) 52-98-56

ДАННЫЕ ХОЛТЕРОВСКОГО МОНИТОРИРОВАНИЯ В ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКЕ ПОРАЖЕНИЯ СЕРДЦА ИШЕМИЧЕСКОГО И ТОКСИЧЕСКОГО ГЕНЕЗА

В работе приведены данные о временном распределении ЭКГ-симптоматики, выявленном при 24-часовом холтеровском мониторировании, у больных с синдромно-сходными проявлениями ишемического и токсического поражения сердца. Установлено, что кривые вероятности нарушения реполяризации и возникновения аритмического синдрома в виде экстрасистолии различного типа имеют отличающиеся профили и максимумы, что указывает на высоковероятное наличие дифференцируемых механизмов системного гомеостатического регулирования, характерных для ИБС и алкогольной кардиомиопатии.

Ключевые слова: ***аритмический синдром, системное гомеостатическое регулирование, алкогольная кардиомиопатия, ИБС.***

Поражение сердца при хронической ИБС нередко сопровождается развитием аритмического синдрома. Наиболее часто в практике наблюдается экстрасистолия различного типа и степени выраженности. Эта особенность симптоматики активно изучается в связи с реальной угрозой внезапной смерти пациентов вследствие возможной трансформации относительно благоприятных форм аритмии, не влияющей на прогноз, в ее фатальные варианты, прежде всего – фибрилляцию желудочков [1, 3]. Вместе с тем аналогичные клинические проявления наблюдаются при патогенетически ином по механизму типе заболевания сердца – алкогольной миокардиопатии. Известно, что до 15 % таких больных погибают от тех или иных расстройств сердечной деятельности, среди которых существенное значение, как и при ИБС, имеет внезапно развивающаяся электрическая нестабильность миокарда [4]. Установлено, что морфологические признаки кардиомиопатии находят практически у каждого третьего внезапно умершего пациента, злоупотреблявшего алкоголем [5]. Конечные клинические признаки обоих вариантов поражения сердца весьма сходны, поскольку кроме аритмии наблюдаются признаки сердечной недостаточности, болевой синдром, снижение толерантности к физической нагрузке, патологическая симптоматика на ЭКГ в виде изменений конечной части желудочкового комплекса [2]. Еще одной проблемой, затрудняющей дифференциальную диагностику, является то обстоятельство, что злоупотребление алкоголем достаточно широко распространено в популяции и нередко манифестация клиники сердечно-сосудисто-

© А.Н. Боева, И.А Сараев

го заболевания (в частности, предполагаемой ИБС) наблюдается на фоне или после алкогольных эксцессов. При этом большинство пациентов при расспросе активно отрицают свое пристрастие к алкоголю.

Учитывая тот факт, что сходная клиническая симптоматика при ИБС и алкогольной кардиомиопатии определяется отличающимися патогенетическими механизмами, одним из возможных направлений повышения эффективности дифференциальной диагностики этих заболеваний в реальной практике может стать распознавание присущего каждому из них особого типа организации системного гомеостатического регулирования. Одним из аспектов этого феномена является характер временной организации функциональной активности организма.

В связи с вышесказанным целью исследования стало описание клинико-функциональных проявлений ишемического и неишемического токсического поражения сердца с учетом распределения вероятностей развития симптоматики за 24-часовой период наблюдения за больными.

Материалы и методы

Под наблюдением находились 60 больных мужского пола в возрасте 35 – 55 лет (в среднем 43,2+6,7). В зависимости от характера поражения сердца они были разделены на 3 группы по 20 пациентов в каждой. В 1-ю группу были включены лица, страдавшие различными формами хронической ИБС (преимущественно стабильной стенокардией II–III функционального класса), во 2-ю и 3-ю группы вошли больные, которые были госпитализированы по поводу токсического действия алкоголя, но в первом случае без признаков поражения сердца и других внутренних органов, а во втором с диагностированной алкогольной кардиомиопатией. Всем пациентам проводилось холтеровское мониторирование кардиоритма в течение 24-часового периода. Во 2-й и 3-й группах исследование осуществляли на 3-й день от момента госпитализации на фоне купирования острых токсических проявлений. Для оценки распределения клинико-функциональной симптоматики поражения сердца во времени весь 24-часовой период наблюдения был разделен на двухчасовые участки, начиная с 3 часов ночи. На каждом временном промежутке определяли наличие дислокации сегмента ST и длительность этого феномена в % по отношению каждому 2-часовому периоду, наличие аритмий, их количество в целом, а также конкретный вклад наджелудочковых и желудочковых нарушений ритма, вероятность появления этих признаков в группах на каждом из оцениваемых временных отрезков. Для обработки материала и анализа данных использовали математический аппарат параметрической и непараметрической статистики (метод Колмогорова–Смирнова), сглаживание и полиномиальную аппроксимацию выявленной динамики показателей.

Результаты исследования

При анализе феномена дислокации ST интервала установлено, что данный признак диагностировался во всех трех группах обследованных. Как и ожидалось, его максимальная выраженность имела место в 1-й группе у лиц, страдавших ИБС, где в целом за 24-часовой период наблюдения вероятность симптоматики была равной 0,241+0,123. Во 2-й и 3-й группах этот параметр составил 0,086+0,037 и 0,112+0,035 соответственно. Парное сравнение выборок в рамках непараметрической статистики по методу Колмогорова–Смирнова выявило достоверную разницу по данному показателю не только между 1 и 2, 1 и 3, но 2 и 3 группами также.

В течение суток не было найдено ни одного двухчасового отрезка, когда нарушения конечной части желудочкового комплекса отсутствовали хотя бы у одного пациентов 1-й группы. Положение ST относительно изолинии было различным по типу – косовосходящим, косонисходящим, но наиболее часто – в виде параллельной изолинии депрессии в пределах 1–3 мм. В целом в данной совокупности больных эта симптоматика была распределена на всем 24-часовом периоде анализа, но неравномерно. Встречаемость дислокации ST в течение конкретных последовательных двухчасовых этапов наблюдения существенно варьировалась. Максимальное количество больных, у которых возникла динамическая депрессия сегмен-

та ST на отдельно рассматриваемом определенном двухчасовом интервале наблюдения, составило 11, а минимальное – 2 человека из 20. Расчет вероятностей частоты встречаемости феномена на последовательно взятых 12 отрезках суточного периода мониторирования ЭКГ позволил получить суточный профиль этого динамического процесса в виде ломаных кривых, которые затем были обработаны методом полиномиального сглаживания. В результате оказалось, что вероятность возникновения ЭКГ-симптомов в группе больных ИБС (1 группа) имела 2 очевидных максимума (13–15 ч. и 3–5 ч.) Причем второй, ночной пик, приходившийся на период 12-го, согласно методике исследования двухчасового отрезка наблюдения был наибольшим. В среднем за один текущий двухчасовой этап мониторинга ЭКГ процент времени, когда дислокация ST в 1-й группе имела место, составил 16,6+1,2%, то есть почти 20 минут (при минимальном и максимальном значениях, равных 5,8 и 40,8% времени соответственно).

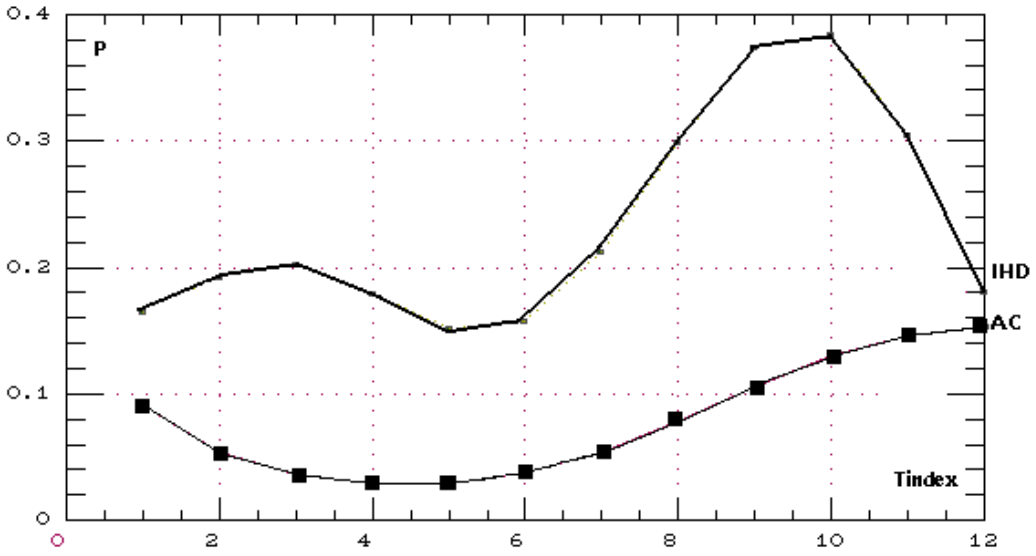


Рис. 1. Распределение вероятностей появления дислокации сегмента ST за 24-часовой период мониторинга ЭКГ в 1-й и 3-й группах обследованных.

Примечание. По оси абсцисс TP – временной индекс, по оси ординат P – величина вероятности появления признака. IHD – 1-я группа, AC – 3-я группа больных.

В группе больных алкогольной кардиопатией изменения конечной части желудочкового комплекса также имели место. Вместе с тем при сходных вариантах формы относительно изолинии дислокация ST была менее выражена, при том что ее средняя продолжительность за двухчасовые периоды анализа оказалась практически той же, что и в 1-й группе – 15,7%, то есть 19 минут. Вместе с тем по сравнению с ЭКГ-симптоматикой, характерной для больных ИБС, в течение суток в группе лиц с кардиомиопатией имелись по крайней мере 4 двухчасовых промежутка, когда ни у одного пациента дислокация ST не возникала. В периоды, когда симптомы все же наблюдалась, они имели место не более чем у трех из 20 обследованных.

Проведенный по аналогии с 1-й группой расчет вероятностей частоты встречаемости феномена на последовательно взятых 12 отрезках суточного периода мониторирования ЭКГ также выявил кривую распределения его вероятности, которая после обработки продемонстрировала иные динамические закономерности – отсутствие двух пиков и смещение максимума на период времени, соответствующий 7–9 часам утра.

Таким образом, сравнение графиков динамики возникновения ЭКГ-симптомов в 1-й и 3-й группах в рамках оценки циркадной активности организации динамического гомеостатического регулирования выявило особенности распределения максимальной вероятности феномена в течение холтеровского суточного наблюдения у лиц с кардинально отличающимися причинами патологии

сердечной мышцы (рис. 1). Несовпадение акрофаз кривых временного распределения вероятностей изменений ЭКГ может свидетельствовать о различиях в структуре механизмов, определяющих изменения микардиальной реполяризации, которые вели к возникновению этой синдромно сходной симптоматики в обеих рассматриваемых группах.

Во 2-й группе лиц, госпитализированных с токсическим действием алкоголя без явного соматического поражения внутренних органов, вышеописанная функциональная симптоматика отсутствовала в 5 из 12 последовательных временных отрезков. Она в минимальной степени выраженности наблюдалась в единичных случаях (не более двух больных из 20 в те двухчасовые промежутки, когда симптомы имели место). Среднее время изменений ST было достоверно меньше, чем в 1-й и 3-й группах, и составляло 8,25+2,4 (то есть всего около 10 минут). Величина дислокации ST также была минимальной (в переделах 1 мм) и чаще носила косонисходящий характер. Кривая временного распределения феномена, учитывая единичность случаев его выявления в группе, не отражала каких-либо достоверных закономерностей.

Количество аритмических эпизодов (в основном различных типов экстрасистолии) было подсчитано в сумме для каждой из групп. Оказалось, что максимально выраженными проявления аритмического синдрома оказались в 3-й группе больных. Всего у лиц с алкогольной кардиомиопатией было зарегистрировано 5585 эпизодов появления экстасистолии, в 1-й группе (ИБС) этот показатель составил 3097, а во 2-й – только 2340. В среднем на одного больного в 1–3 группах это соответствовало 241,2+34,65, 195,1+32,47 и 465,6+102,3 аритмическим эпизодам соответственно. Причем отличия между группами были достоверными (P>0,05). Средние уровни вероятности возникновения аритмии в 1–3 группах также отражали данную закономерность и составляли 0,535+0,175; 0,43+0,15 и 0,605+0,11 соответственно. Выявленные особенности подтверждают известное положение о том, что лица с алкогольной миокардиопатией характеризуются частым развитием аритмического синдрома, в том числе протекающего в скрытой форме. Представляло интерес, как и в случае с дислокацией ST интервала, попытаться определить временные характеристики развития аритмического синдрома в течение 24-часового периода наблюдений, в особенности относительно различного типа нарушений ритма. На рисунке 2 представлены полиномиальные модели трендов распределения вероятности возникновения наджелудочковой экстрасистолии в 1 и 3 группах больных. Из рисунка следует, что кривые распределения вероятностей при последовательном анализе двух часовых временных промежутков в рамках суточного мониторирования ЭКГ существенно отличаются.

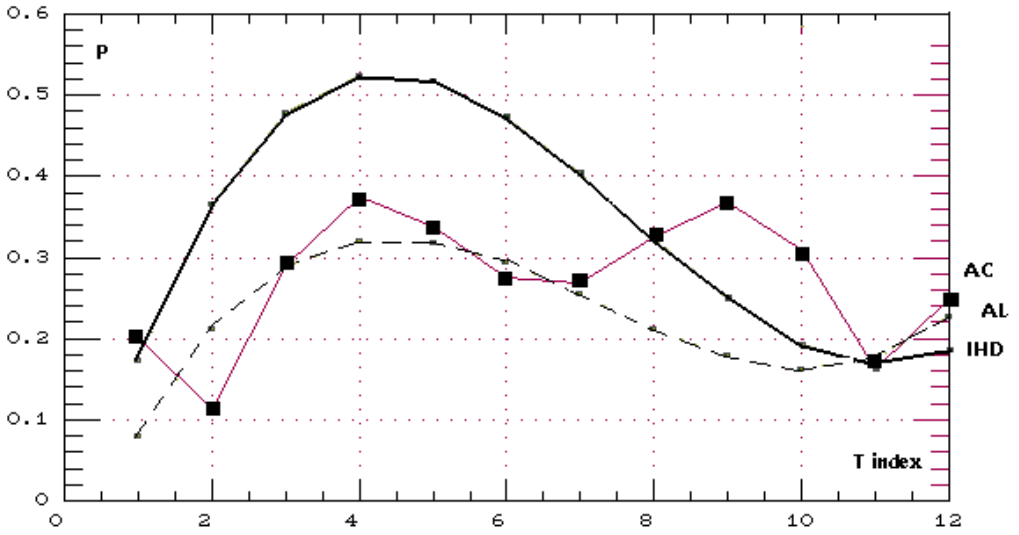


Рис. 2. Распределение вероятностей появления наджелудочковой экстрасистолии за 24-часовой период мониторинга ЭКГ.

Примечание. По оси абсцисс T – временной индекс, по оси ординат P – величина вероятности появления признака. AC – 1-я группа, AL – 2-я группа, IHD – 3-я группа больных.

Профили колебаний суточной динамики распределения вероятности наджелудочковой экстрасистолии у больных ИБС и АК имели существенно отличающиеся форму и координаты максимумов. У больных ИБС максимум колебания параметра был единственным и приходился на промежуток времени между 13 и 15 часами, тогда как у больных АК имелось, по крайней мере, 2 четких пика вероятности появления аритмии – также на 4-м двухчасовом этапе мониторинга (13–15 часов) и кроме него с 23 до 1 ночи. У лиц с алкогольной зависимостью без клинически очерченного поражения сердца динамика параметра, достоверно менее выраженного, чем в предыдущих выборках, была тем не менее сходной с таковой у лиц 1-й группы. Выявленные закономерности указывают на то обстоятельство, что, несмотря на наличие общего патогенного (токсического) фактора, у лиц 2-й и 3-й групп имеются явные различия в механизмах, определяющих развитие электрической нестабильности миокарда с появлением эктопической наджелудочковой активности, которые тем более отличают лиц 1-й и 3-й групп обследованных, имеющих совершенно разный генез поражения сердца.

В случае возникновения желудочковой экстрасистолии имели место иные закономерности. В целом средние вероятности развития этого вида нарушения ритма были следующими: в 1-й группе у больных ИБС – 0,196+0,047, во 2-й выборке этот показатель был равен 0,175+0,05, а в 3-й – 0,331+0,07. Подсчет количества выявленных эпизодов желудочковой экстрасистолии отражал ту же закономерность – 1063, 537 и 4021 эпизода в 1–3 группах соответственно.

Таким образом, общая тенденция, выявленная на этапе оценки активности аритмического синдрома в группах, которая указывала на наиболее неблагоприятное (по крайней мере, в количественном отношении) состояние электрической устойчивости миокарда у больных алкогольной миокардиопатией по сравнению со всеми остальными обследованными, реализовывалась в основном за счет желудочковых феноменов. На рисунке 3 представлена динамика распределения вероятностей появления желудочковой экстрасистолии за последовательно анализируемые двухчасовые периоды мониторинга.

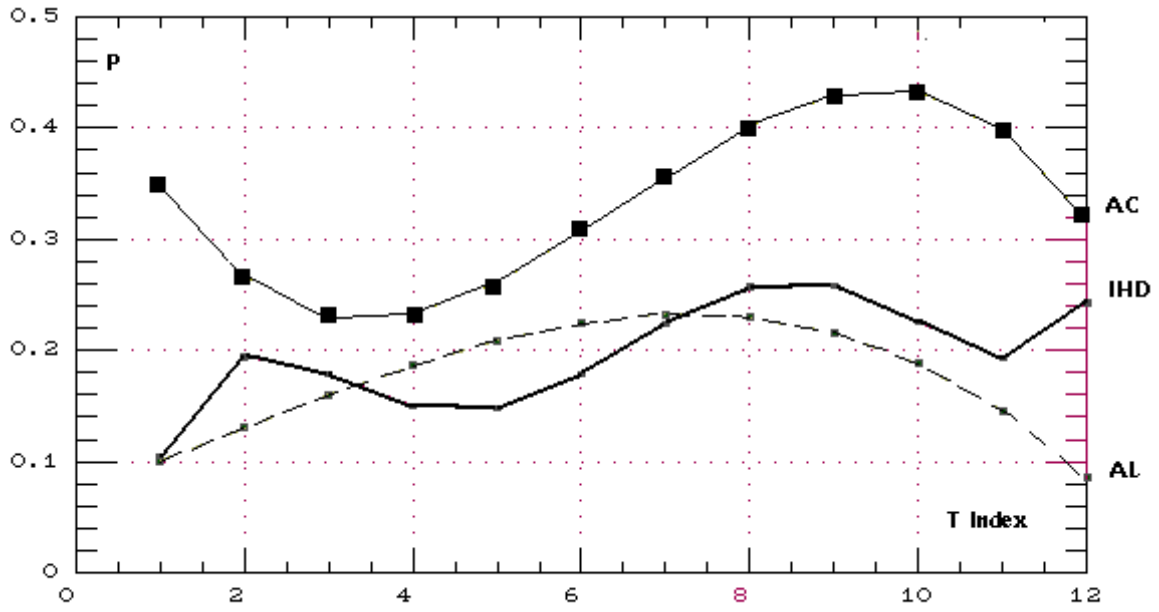


Рис. 3. Распределение вероятности появления желудочковой экстрасистолии за 24-часовой период мониторирования ЭКГ у больных 1-й и 3-й групп.

Примечание. По оси абсцисс T – временной индекс, по оси ординат P – величина вероятности появления признака. AC – 1-я группа, AL – 2-я группа, IHD – 3-я группа больных.

Из него следует, что в 1-й и 3-й группах в отличие от 2-й выборки во временном аспекте наблюдались сходные закономерности, характеризовавшиеся наличием двух максимумов распределения вероятностей симптоматики. Вместе с тем их конкретное местоположение не совпадало вследствие временного двухчасового сдвига. У лиц с алкогольной кардиомиопатией максимально выраженный пик вероятности желудочковой экстрасистолии приходился на 10-й отрезок мониторинга (1–3 часа), а у больных ИБС он возникал несколько ранее, начиная с 21 часа.

Суммарное количество как желудочковой, так и наджелудочковой экстрасистолии оценивали в динамике на последовательно анализируемых двухчасовых этапах мониторинга. Результаты приведены на рисунке 4. Из него следует, что во всех трех рассматриваемых случаях количественные максимумы, также как вероятности появления, как таковые в динамике приходятся на различные промежутки времени.

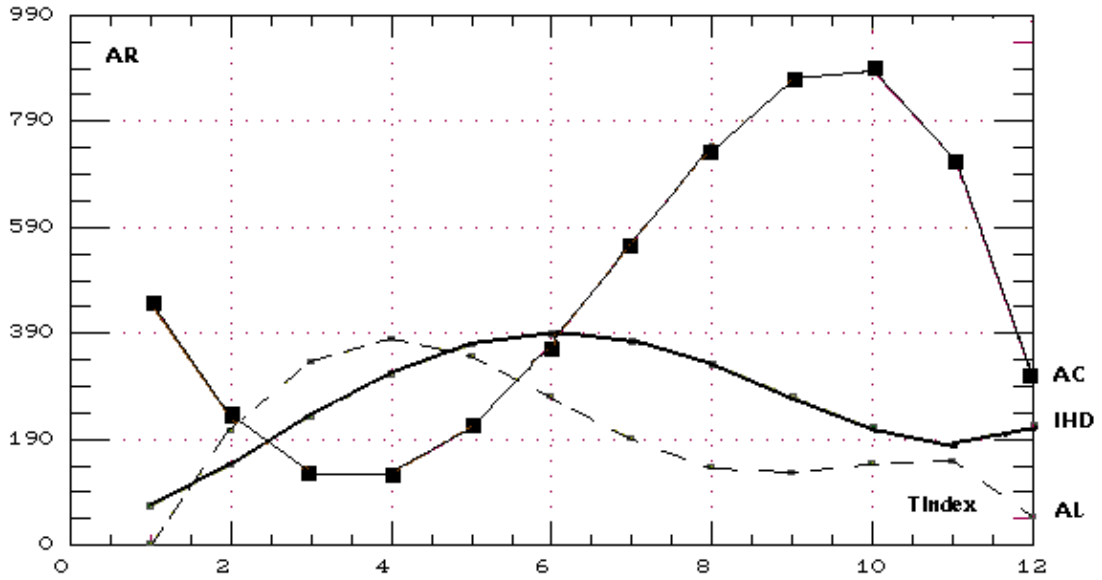


Рис. 4. Динамика абсолютного количества эпизодов аритмического синдрома в целом за 24-часовой период мониторинга ЭКГ.

Примечание. По оси абсцисс TP – временной индекс, по оси ординат AR – количество аритмических эпизодов. IHD – 1-я группа, AL – 2-я группа, AC – 3-я группа больных.

В 1-й группе у больных ИБС это период между 17 и 19 часами дня, в группе лиц с алкогольным поражением сердца (3-я группа) – с 1 до 3 ночи, а во 2-й группе – у больных с токсическим действием алкоголя, но без органических изменений внутренних органов – отрезок между 13–15 часами.

Таким образом, анализ результатов холтеровского мониторирования ЭКГ выявил определенную временную специфику в распределении общих для токсического и ишемического вариантов поражения миокарда клинико-функциональных признаков. Эти закономерности свидетельствуют о том, что в основе различий важное значение может иметь не только морфологический фактор, оценка которого требует высокотехнологичных методик и времени, но и функциональный аспект, сущностью которого является отличающаяся при ИБС и алкогольной кардиомиопатии настройка механизмов гомеокинеза, которая может быть доступна экспресс-диагностике.

Библиографический список

1. Голицин С.П. Нарушения сердечного ритма / В кн. Болезни органов кровообращения. Ред. Е.И. Чазов. – М.: Медицина, 1997. – С. 552–624.
2. Моисеев В.С., Огурцов П.П. Алкогольная болезнь: патогенетические, диагностические, клинические аспекты // Тер. архив. – 1997. – № 12. – С. 5–11.
3. Руксин В.В. Неотложная кардиология. – СПб.: Невский Диалект; М.: БИНОМ. Лаборатория знаний; Издательская группа "ГОЭТАР-Медиа", 2007. – 512 с.
4. Hare J. The cardiomyopathies. Alcoholic cardiomyopathy / In Braunwalds Heart Disease / Saunders, 2008. – P. 1744.
5. Thun M. et al. Alcohol consumption and mortality among US adults // N. Engl. J. Med. – 1997. – V. 337. – P. 1705.

BOEVA A.N., SARAEV I.A.,

DIFFERENTIAL DIAGNOSIS OF IHD AND TOXIC (ALCOHOLIC) CARDIOMYOPATHY WITH 24-HOURS HOLTER'S MONITORING FINDINGS

The rules of EKG arrhythmic pattern time-redistribution during Holter's monitoring in patients with ischemic and toxic cardiac pathology are presented. High probability of existence of systemic homeostatic regulation mechanisms different in IHD and alcoholic cardiomyopathy is proved by reliable properties of curves showed repolarization disorders and ectopic activity 24-hours dynamics.

Key words: ***arrhythmic syndrome, systemic homeostatic regulation, IHD, alcoholic cardiomyopathy.***

А.В. БОРСУКОВ, *доктор медицинских наук, профессор кафедры факультетской терапии Смоленской государственной медицинской академии, руководитель проблемной научно-исследовательской лаборатории «Ультразвуковые исследования и мини-инвазивные технологии», заведующий городским отделением диагностических и малоинвазивных технологий МЛПУ «Клиническая больница № 1» г. Смоленска*
Тел. 8 4812 632210; bor55@yandex.ru
О.В. АНДРЕЕВА*, врач высшей квалификационной категории отделения клинической патологии № 3 ОГУЗ «Смоленский областной институт патологии»*
Тел. 8-904-365-29-16; ab36012@yandex.ru

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ МАЛОИНВАЗИВНОГО ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ЛИЗИСА УЗЛОВОГО КОЛЛОИДНОГО ЗОБА

В статье рассматриваются вопросы лечения узлового коллоидного зоба методом малоинвазивного электрохимического лизиса. Анализируются морфологические критерии эффективности метода в зависимости от режимных параметров: разных значений силы тока (I), расстояния между электродами (r), времени воздействия на ткань (t). С учетом степени выраженности лечебного патоморфоза ткани узлового зоба предложены оптимальные режимы лизиса: I=50 mA, r= 7 мм, t= 20 мин. – для узлов диаметром до 15 мм; I=75 mA, r=7 мм, t=20 мин. – для узловых образований диаметром 15–20 мм; I=75 mA, r=12 мм, t=20 мин. – для узловых образований диаметром 20–25 мм.

Ключевые слова: ***малоинвазивное лечение, электрохимический лизис, узловой зоб, лечебный патоморфоз, деструкция.***

Узловые образования щитовидной железы (ЩЖ) выявляются у 4–15% населения, среди больных тиреоидной патологией это составляет 50%, а в очагах зобной эндемии до 98,9% [3, 17]. По другим данным, узлы ЩЖ обнаруживаются в ходе обследования населения приблизительно у 40% женщин и 28% мужчин, причем преобладают люди старше 45 лет [2, 3, 32]. Отмечено преобладание патологии именно у женщин, особенно в период менопаузы [19, 30, 34]. В 70–80% случаев узловая гиперплазия является многоочаговой [20].

Несмотря на значительные успехи в развитии и совершенствовании традиционных методов лечения узловых образований ЩЖ – фармакологического (медикаментозного), радиометаболического и хирургического (радикального), данная патология остается большой клинической проблемой. В связи с этим в последние десятилетия на передний план выходит все больший интерес к малоинвазивным методам (МИМ) лечения узлового зоба [4, 16, 18, 26, 28, 29].

МИМ являются перспективным, высокотехнологичным направлением хирургической эндокринологии. Их особенностью является избирательное разрушение патологического очага ЩЖ при незначительном повреждении окружающей ткани и, что немаловажно, ред-

© А.В. Борсуков, О.В. Андреева

кость побочных эффектов и осложнений. В ряде ситуаций МИМ можно рассматривать как безальтернативный способ лечения тяжелых и ослабленных больных, ранее считавшихся неоперабельными [4, 21].

В настоящее время в качестве МИМ лечения в эндокринологии с успехом применяются склеротерапия 96% этиловым спиртом, интерстициальная лазерная фотокоагуляция, диатермокоагуляция и криодеструкция [4, 7, 8, 10]. Имеются пилотные результаты малоинвазивного воздействия методом электрохимического лизиса (ЭХЛ) на ткань узловых образований ЩЖ [10, 12, 13].

ЭХЛ – форма аблации, вызывающая деструкцию ткани путем использования постоянного тока. Основная роль в механизме немедленной деструкции биологической ткани, в том числе опухолевой, при ЭХЛ принадлежит процессам электролиза со смещением pH. Достигаемые в ходе ЭХЛ значения pH лежат за пределами физиологических рамок, что ведет к гибели ткани [5, 23].

В настоящее время ЭХЛ успешно используется в лечении доброкачественных и злокачественных, поверхностно и глубоко лежащих опухолей различной локализации [35]. Среди способов чрескожного аблационного воздействия данный метод приобретает все большее значение [6, 9, 11, 14, 15, 24, 33].

Единичные экспериментальные работы по ЭХЛ доброкачественных узловых образований ЩЖ [10, 12, 13] не дают ответа на некоторые вопросы. Во-первых, выбор режима ЭХЛ, в частности расстояния между электродами и времени воздействия, в основном опирается на интуицию и практический опыт врача. Во-вторых, в настоящее время не определены параметры лизиса узловых образований ЩЖ с учетом особенностей их гистологического строения и морфологических вариантов ответа ткани на ЭХЛ. В доступной нам литературе не найдено данных, позволяющих построить модель поведения биологического объекта «ЩЖ – узел ЩЖ», на основании которой можно было бы прогнозировать результат лечения, предвидеть возможные осложнения и выбирать индивидуальный режим ЭХЛ для достижения максимального девитализирующего воздействия с минимальными побочными эффектами.

В нашем эксперименте объект исследования – операционный материал 80 пациентов, прооперированных в хирургическом отделении Смоленской областной клинической больницы в 2009–2010 гг. по поводу узлового зоба. Критерий отбора пациентов – наличие одностороннего или двустороннего многоузлового зоба, с обязательным наличием среди массы узлов образований диаметром 1,5–2,5 см без клинических, ультразвуковых и цитологических признаков злокачественного опухолевого роста.

Проведено 250 сеансов малоинвазивного ЭХЛ узлового коллоидного зоба: в одних случаях лизировался только один узел (при наличии 2–3 узлов в единственной резецированной (тотально удаленной) доле), в других случаях кратность ЭХЛ составляла до 4 сеансов на 1 операционный материал (в случае, если резецированы (тотально удалены) 2 доли ЩЖ с множеством узлов – более трех в каждой).

Для проведения лизиса использовался аппарат ЭХЛ фирмы SOERING ECU-300 с монополярными платиновыми электродами диаметром G14-G-18, длиной от 60 до 140 мм. В ткань узла ЩЖ позиционировали монополярные электроды на глубину, равную 1/3 диаметра узлового образования, включали прибор постоянного тока ECU-300 и с использованием оригинальной программы подбора устанавливали режимы ЭХЛ в виде изменений силы тока (I = 50 – 80 mA), продолжительности лизиса по времени (t = 15 и 20 мин.) и расстояния между электродами (r=7 и 12 мм). Далее проводили сеанс ЭХЛ, который заканчивали по истечении времени заданных режимов (табл. 1).

Таблица 1 – Малоинвазивный ЭХЛ узлового коллоидного зоба (режимы)

I, mA	**r, см**	**t, мин**	**Количество сеансов**
50 mA	7	15	30
		20	30
	12	15	30
		20	30
75 mA	7	15	30
		20	30
	12	15	30
		20	30
80 mA	12	15	10

После окончания сеанса ЭХЛ проводилась визуальная оценка изменений в ткани узла. Описывались форма очага деструкции, цвет и консистенция измененной ткани, измерялись ширина и

высота зоны деструкции. Для гистологической оценки забирался фрагмент ткани объемом около 125 мм^3 из центральной и периферических зон воздействия. Препараты фиксировались в 10% растворе нейтрального формалина, подвергались стандартной гистологической обработке с последующей заливкой в парафин. Из полученных парафиновых блоков приготавливали срезы толщиной 5–7 мкм, окрашивали их гематоксилином и эозином [25]. При гистологическом исследовании оценивалась глубина деструкции ткани согласно вышеуказанным зонам гистологической оценки.

Для получения с каждого гистологического среза репрезентативной стереологической информации использован метод случайного отбора 30 полей зрения для гистоцитометрического анализа без использования специальных сеток [1].

В процессе ЭХЛ по периферии катода и анода формируются визуально определяемые (по изменению цвета исходной ткани) зоны деструкции, постепенно так или иначе сливающиеся (или соединяющиеся) в единую зону поражения. Формирующаяся зона деструкции различна по размеру и форме в зависимости от факторных признаков режима ЭХЛ.

При использовании режима ЭХЛ с I = 50 mA, t = 15 мин., r = 7 мм получали почти шаровидный очаг деструкции диаметром до 14 мм. Зона воздействия аналогичной формы, но диаметром 15–16 мм формировалась при параметрах I=50 mA, t=20 мин., r=7 мм.

Те же параметры силы тока и времени (I=50 mA, t= 15 и 20 мин.), но с увеличением расстояния между электродами (r=12 мм) сопровождались формированием зоны деструкции, по очертаниям напоминающей «гантелю», – прослеживались округлые (овальные) края диаметром 6–10 мм по периферии электродов и соединяющая их перемычка неравномерной высоты (4–7 мм). Общая ширина зоны повреждения составила 14–20 мм.

При увеличении силы тока до 75 mA, t=15 мин. и r=7 мм получали зону деструкции шаровидной формы диаметром 14–18 мм. При тех же значениях силы тока и расстояния между электродами (I=75 mA, r=7 мм), но увеличении времени воздействия до 20 мин. форма визуально измененного участка почти идеально шарообразная, с четкими, ровными контурами, диаметром до 20 мм.

Увеличение расстояния между электродами до 12 мм при I=75 mA и t=15 мин. сопровождалось образованием гантелеобразной зоны деструкции шириной 16–19 мм. Диаметр зоны некроза вокруг анода и катода – 6–9 мм (края «гантели»), толщина перемычки – 4–6 мм. Однако при I=75 mA, r=12 мм, но увеличении времени лизиса до 20 мин. получали почти идеальную шарообразную или эллипсоидную форму некроза с ровными, четкими границами, шириной 18–25 мм и высотой 15–26 мм.

Увеличение силы тока до 80 mA при t=15 мин. и r=12 мм сопровождалось достаточно быстрым слиянием измененных участков по периферии электродов, распространением изменений за пределы видимого узла и формированием к концу сеанса очага деструкции шириной 25–30 мм и высотой 23–34 мм. Очертания зоны воздействия нередко приобретали неправильную форму.

Микроскопические изменения в зоне ЭХЛ, выявляемые при обзорной гистологической оценке, в целом однотипны независимо от параметров лизиса. Однако при той или иной комбинации параметров ЭХЛ выраженность деструктивных изменений отличается по глубине и распространенности в разных зонах гистологической оценки. Уже обзорно можно выделить 4 степени деструкции ткани: полную (почти полную), выраженную, умеренно выраженную и слабо выраженную.

Участки полной или почти полной деструкции представлены аморфными, базофильными или эозинофильными массами, среди которых местами определяются контуры («тени») фолликулов без эпителиальной выстилки. Их базальная мембрана с выраженными дистрофическими изменениями лишена эпителиальной выстилки. Стромальный компонент в данных участках, как правило, отчетливо не дифференцируется (рис. 1). Поля бесструктурной ткани при обзорной оценке постоянно встречаются в срезах из зоны между электродами. При гантелеобразных формах некроза данные участки сконцентрированы в центральных отделах гистологического среза из зоны между электродами. В случаях с неправильной формой некроза (I=80 mA) поля тотальной деструкции ткани занимают основную массу полей зрения. В меньшей степени поля и очаги бесструктурной ткани встречаются в периферических зонах деструкции.



Рис. 1. ЭХЛ при I=75 mA, t=15 мин., r=12 мм. Бесструктурная ткань в непосредственной близости к электроду (катоду). Окраска гематоксилином и эозином, х 100.

Поля с выраженной деструкцией ткани узлового зоба характеризуются наличием фолликулов с выраженной десквамацией эпителия, глубокой дистрофией клеток эпителия с набуханием или сморщиванием ядер, наличием «голых ядер» среди клеток десквамированного эпителия. Базальная мембрана фолликулов набухшая, неравномерно эозинофильно прокрашена, местами с признаками расщепления. Коллоид внутри фолликулов слабо базофильно окрашен либо не определяется. Клетки экстрафолликулярного эпителия преимущественно не дифференцируются. Изменения в строме носят диффузный характер и выражаются в фибриноидном набухании соединительно-тканных волокон, их фрагментацией. Могут встречаться участки геморрагического пропитывания стромы (рис. 2). Сосуды также с выраженными фибриноидными изменениями в стенке (рис. 3). Стромальный клеточный компонент не определяется или представлен набухшими клетками, ядра которых чаще с явлениями их гиперхромии (рис. 2–3). Данные изменения постоянно встречаются в срезах из зоны между электродами и в периферических зонах.

Поля зрения с умеренно выраженной деструкцией характеризуются дистрофическими изменениями клеток фолликулярного и экстрафолликулярного эпителия с их набуханием, гипо- или гиперхромностью ядер, вакуолизацией цитоплазмы, но с сохранением клеточной мембраны (без эффекта «голых ядер»). Десквамация эпителия в просвет фолликулов умеренная, очаговая, базальная мембрана фолликулов набухшая, но без признаков ее расщепления. Коллоид неравномерно прокрашен, местами фрагментирован. Строма неравномерно, эозинофильно или базофильно окрашена, с очагами гомогенизации соединительно-тканных волокон, сохраненным клеточным компонентом, но с дистрофическими изменениями стромальных клеток в виде незначительного их набухания. Стенка сосудов с участками неравномерного эозинофильного прокрашивания, структура клеток эндо-

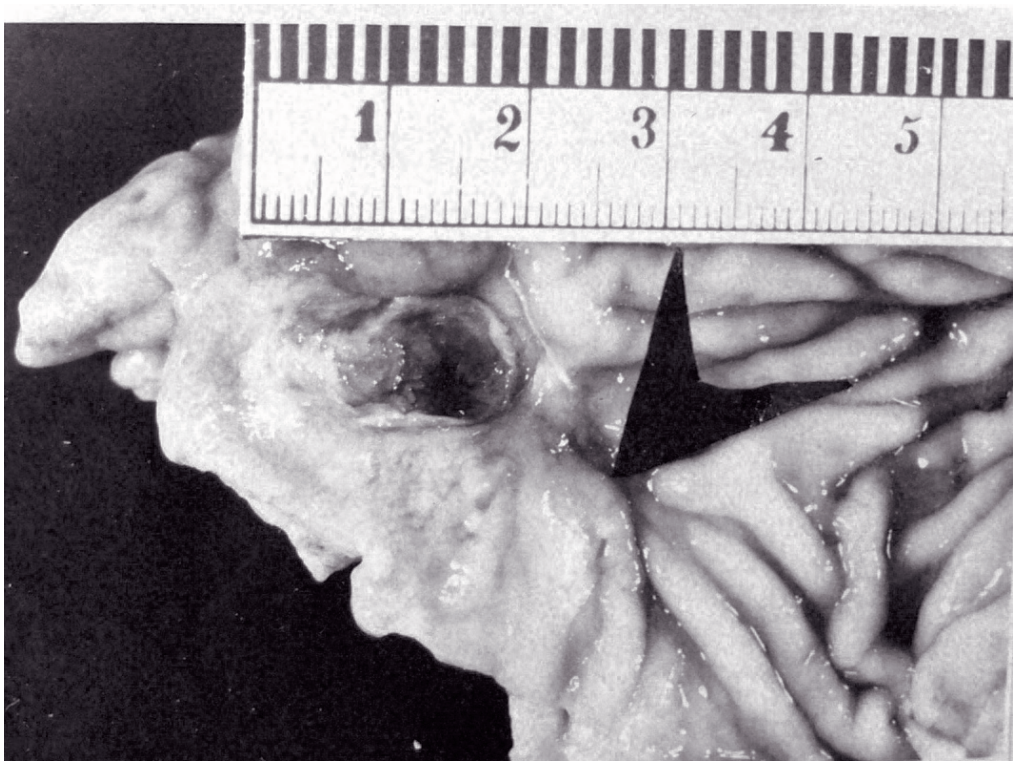


Рис. 2. ЭХЛ при I=75 mA, t=15 мин., r=12 мм. Малоструктурная ткань («тени» фолликулов), местами пропитанная лизированной кровью. Окраска гематоксилином и эозином, х 100.



Рис. 3. ЭХЛ при I=75 mA, t=20 мин., r=12 мм. Фибриноидные изменения в стенке сосуда на фоне выраженной деструкции ткани. Окраска гематоксилином и эозином, х 100.

телия сохранена. Изменения, соответствующие умеренной деструкции ткани узлового коллоидного зоба, встречаются в срезах зоны между электродами, чаще при «гантелевидных» формах некроза, ближе к периферии, а также в срезах из периферических зон в направлении к границе зоны деструкции и неизмененной ткани.

В участках слабо выраженной деструкциии определяются незначительная десквамация клеток фолликулярного эпителия, их нерезко выраженная дистрофия, визуально неизмененная базальная мембрана фолликулов. Изменения в строме очаговые, слабо выраженные, представлены очагами неравномерного, эозинофильного или базофильного прокрашивания. Экстрафолликулярный эпителий со слабо выраженными дистрофическими изменениями в виде набухания отдельных клеток. Сосуды оптически не изменены. Поля зрения со слабо выраженной деструкцией ткани узлового коллоидного зоба встречаются в периферических отделах во всех изучаемых зонах гистологической оценки.

В рамках данного исследования показано, что воздействие малоинвазивным ЭХЛ вызывает структурные изменения ткани узлового коллоидного зоба разной степени выраженности, что укладывается в понятие лечебного патоморфоза. Опираясь на фундаментальные исследования Е.Ф. Лушникова (1977), посвященные критериям лучевого патоморфоза опухолевой ткани [22], мы разработали критерии лечебного патоморфоза ткани узлового зоба согласно выявленным морфологическим вариантам ответа на ЭХЛ (табл. 2).

Таблица 2 – Характеристика степени лечебного патоморфоза ткани узлового коллоидного зоба согласно морфологическим вариантам ответа ткани на малоинвазивный ЭХЛ

Степень лечебного патоморфоза/морфологический вариант ответа ткани	**Морфологическая характеристика**
I степень/слабо выраженная деструкция	Очаговые, слабо выраженные, дистрофические изменения в паренхиме и строме: нерезкая деформация клеток фолликулярного эпителия, сохранность их ядер, неоднородность цитоплазмы клеток эпителия (зернистость), неоднородность окраски стромы.
II степень/умеренно выраженная деструкция	Умеренные дистрофические и некробиотические изменения: неотчетливые границы между клетками фолликулярного эпителия, изменение хромности ядер, десквамация эпителия в просвет фолликулов, набухание базальной мембраны фолликулов, фрагментация коллоида, нервномерное прокрашивание стромы с очагами ее гомогенизации.
III степень/выраженная деструкция	Выраженная дистрофия эпителия с выраженной десквамацией в просвет фолликулов, «тени» ядер клеток эпителия, «голые» ядра с изменением их хромности, кариорексис, разрушение базальной мембраны фолликулов, дифузная гомогенизация стромы, набухание и гомогенизация стенки сосудов.
IV степень/ некроз	Тотальная или субтотальная («тени», «контуры» ткани) утрата гистологической структуры ткани с полной утратой элементов паренхимы.

Выводы

1. Режим ЭХЛ при I=50 mA, r= 7 мм, t= 20 мин. применим для узлов ЩЖ диаметром до 15 мм. При данном режиме формируется шарообразный участок деструкции ткани диаметром 15 мм. Согласно микроскопическим данным, лечебный патоморфоз IV степени занимает около 1/4 полей зрения, сконцентрированных преимущественно в зоне между электродами. Патоморфоз III степени занимает также около 1/4 полей зрения, чуть дистальнее зоны IV степени патоморфоза, 2/4 приходится на зоны патоморфоза II–I степени по периферии очага деструкции.

2. Режим ЭХЛ с I=75 mA, r=7 мм, t=20 мин. рекомендуется для узловых образований диаметром 15–20 мм. Указанный режим дает шарооб-

разный очаг деструкции с ровными границами, диаметром до 20 мм. S полей зрения приходится на лечебный патоморфоз III–IV степени. Большая часть оставшейся половины приходится на II степень, меньшая – на I степень патоморфоза. Преимущественная локализация полей зрения с той или иной степенью лечебного патоморфоза аналогична 1 режиму.

3. Режим ЭХЛ с параметрами I=75 mA, r=12 мм, t=20 мин. идеален для узловых образований диаметром 20–25 мм. Указанный режим ЭХЛ создает шарообразную зону деструкции до 2,5 см в диаметре. При микроскопическом исследовании до 2/3 полей зрения занимает лечебный патоморфоз IV–III степени – зоны с данными изменениями сконцентрированы в центре очага воздействия. 1/3 полей зрения приходится на патоморфоз II–I степени, с преобладанием II лечебного патоморфоза.

4. Использование режима ЭХЛ с силой тока 80 mA в качестве малоинвазивного метода лечения узловых образований ЩЖ считаем нецелесообразным, поскольку размеры получаемой зоны повреждения выходят за пределы 3 см в диаметре.

Библиографический список

1. Автандилов Г.Г. Медицинская морфометрия. Руководство. – М.: Медицина, 1990. – 384 с.
2. Агапитов Ю.Н. Ультразвуковой мониторинг тиреоидной патологии в эндемическом регионе (Верхнее Поволжье): Дис. … канд. мед. наук. – Обнинск, 1996.
3. Александров Ю.К. Система раннего активного выявления, хирургического лечения и реабилитации больных с узловым зобом в эндемическом очаге: Автореф. дис…. д-ра мед. наук. – М., 1997.
4. Александров Ю.К., Могутов М.С., Патрунов Ю.Н., Сенча А.Н. Малоинвазивная хирургия щитовидной железы. – М., 2005. – 288 с.
5. Алексеенко А.В. Внутритканевой электрофорез. – Череповец, 1991. – 84 с.
6. Алибегов Р.А., Варчук О.Д., Володченков В.А. Малоинвазивная методика электрохимического лизиса метастазов в печени: пилотные результаты // Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии. – 2002. – Т. 12. – № 5. – С. 161.
7. Барсуков А.Н. Восьмилетний опыт чрескожной склерозирующей терапии этанолом доброкачественных образований щитовидной железы // Современные аспекты хирургической эндокринологии: Материалы XI (XII) Российского симпозиума по хирургической эндокринологии. – СПб., 2003. – С. 20–24.
8. Барсуков А.Н., Денисов Р.А., Киселев Е.В., Пономарев А.Ю., Родин А.В. Опыт чрескожной склерозирующей терапии этанолом при заболеваниях щитовидной железы // Совр. аспекты хирургической эндокринологии: Материалы 16 Российского симпозиума по хирургической эндокринологии. – Саранск, 2007. – С. 20–22.
9. Борсуков А.В. Диагностика очаговых поражений органов брюшной полости, забрюшинного пространства и методологические основы их терапии под ультразвуковым контролем: Дис. … д-ра мед. наук. – Смоленск, 2001. – 363 с.
10. Борсуков А.В., Алибегов Р.А., Андреева О.В. и др. Малоинвазивный электрохимический лизис в гепатологии, маммологии, урологии, эндокринологии. – М.: ИД «МЕДПРАКТИКА-М», 2008. – 316 с.
11. Борсуков А.В., Варчук О.Д., Алибегов Р.А. Возможности электрохимического лизиса в паллиативном лечении метастазов печени // Гастроэнтерология. – СПб., 2002. – № 2–3. – С. 31.
12. Борсуков А.В., Долгушин Б.И., Косырев В.Ю. и др. / Под ред. А.В. Борсукова и В.Н. Шолохова. Малоинвазивные технологии под ультразвуковой навигацией в современной клинической практике. Практическое руководство для последипломной профессиональной подготовки врачей. – Смоленск, 2009. – 248 с.
13. Борсуков А.В., Косова А.А., Иванов Ю.И., Андреева О.В., Смирнова Е.А. Локальное лечение узлового зоба малоинвазивным электрохимическим лизисом: пилотные результаты // Клинич. и экспериментальная тиреоидология. – 2010. – № 1. – С. 46–53.
14. Борсуков А.В., Лемешко З.А., Сергеев И.Е., Момджян Б.К. / Под ред. Харченко В.П. Малоинвазивные вмешательства под ультразвуковым контролем в клинике внутренних болезней. – Смоленск, 2005. – 192 с.
15. Бохман Я.В. Рак молочной железы в практике гинеколога // Руководство по онкологии. – СПб.: Изд-во «Фолиант», 2002. – С. 478–483.
16. Ванушко В.Э., Кузнецов Н.С. Медицинские и экономические аспекты хирургии узлового зоба // Материалы 2-го Всероссийского тиреоидологического конгресса «Актуальные проблемы заболеваний щитовидной железы». – М., 2002. – С. 77–81.

17. Ветшев П.С., Чилингариди К.Е., Габаидзе Д.И., Салиба М.Б. Аденомы щитовидной железы // Хирургия. – 2005. – № 7. – С 4–8.
18. Дедов И.И., Мельниченко Г.А., Фадеев В.В. и др. Клинические рекомендации Российской ассоциации эндокринологов по диагностике и лечению узлового зоба // Проблемы эндокринологии. – 2005. – № 5. – С. 40–42.
19. Дерябина Е.Г., Башмакова Н.В. Особенности патологии щитовидной железы после двусторонней овариоэктомии в перименопаузальном периоде у женщин в регионе с легким дефицитом йода // Клиническая и экспериментальная тиреоидология. – 2008. – № 4. – С. 46–50.
20. Заболотская Н.В., Кондратова Г.М. Ультразвуковая диагностика заболеваний щитовидной железы // Практическое руководство по ультразвуковой диагностике. Общая ультразвуковая диагностика / Под ред. В.В. Митькова. – М.: Видар, 2006. – С. 607–636.
21. Котляров П.М., Харченко В.П., Александров Ю.К. и др. Ультразвуковая диагностика заболеваний щитовидной железы. – Москва: Издательский дом Видар-М, 2009. – 239 с.
22. Лушников Е.Ф. Лучевой патоморфоз опухолей человека. – М., Медицина, 1997. – 328 с.
23. Лямец Л.Л. Основы высшей математики, статистики и информатики. – Смоленск: Изд-во СГМА, 2006. – 92 с.
24. Михель М.А. Кисты молочных желез: диагностика и малоинвазивное хирургическое лечение в условиях поликлиники: Дис. … канд. мед. наук. – Саратов, 2002. – 146 с.
25. Сапожников А.Г., Доросевич А.Е. Гистологическая и микроскопическая техника: Руководство. – Смоленск: САУ, 2000. – 476 с.
26. Трошина Е.А., Мартиросян И.Т., Юшков П.В. Морфология очаговых (фокальных) изменений щитовидной железы // Клин. и экспер. тиреоидол. – 2007. – Т. 3. – № 1. – С. 38–43.
27. Трошина Е.А., Мартиросян И.Т., Юшков П.В. Морфология очаговых (фокальных) изменений щитовидной железы // Клин. и экспер. тиреоидол. – 2007. – Т. 3. – № 1. – С. 38–43.
28. Фадеев В.В. Лечение эутиреоидного зоба // Клиницист. – 2007. – № 3. – С. 59–64.
29. Фадеев В.В. Узловой зоб: дискуссионные проблемы и негативные тенденции клинической практики // Клин. и экспер. тиреоидол. – 2007. – Т. 3. – № 2. – С. 5–15.
30. Эндокринология: национальное руководство/ Под ред. И.И. Дедова, Г.А. Мельниченко. – М., 2008. – С. 488–577.
31. Abech D.D., Moratelli H.B., Leite S.C., Oliveira M.C. Effects of estrogen replacement therapy on pituitary size, prolactin and thyroid-stimulating hormone concentrations in menopausal women // Gynecol. Endocrinol. – 2005. – V. 21. – N 4. – P. 223–226.
32. Brauer V.F., Paschke R. Molecular aetiology of nodular goitre consequences for therapy? // Zbl. Chir. – 2004. – Vol. 129 (5). – P. 356–362.
33. Hamed H., Fentiman I.S. Benign breast disease // Clin. Pract. – 2001. – Vol. 55. № 7. – P. 461–464.
34. Pearce E.N. Thyroid dysfunction in perimenopausal and postmenopausal woven // Menopause Int. – 2007. – V. 13. – N 1. – P. 8–13.
35. Xin Y.L., Liu D.R., Meng X. Clinical observation on effects of electroacupuncture therapy in treating superficial tumor. Chinese journal of integrated traditional and Western medicine. – 2001. – 21(3). – P. 174–176.

A.V. BORSUKOV, O.V. ANDREEVA

MORPHOLOGICAL CRITERIA OF EFFECTIVENESS OF LOW-INVASIVE ELECTROCHEMICAL LYSIS OF COLLOID NODULAR GOITER

The article deals with the treatment of colloid nodular goiter by miniinvasive electrochemical lysis. Analyzing the morphological criteria for the effectiveness of the method depending on the operating parameters: different values of current strength (I), the distance between the electrodes (r), time of exposure to the tissue (t). Given theseverity of medical pathomorphism tissue nodular goiter proposed optimal modes oflysis: I = 50 mA, r = 7 mm, t = 20 min – for nodes with a diameter of 15 mm; I = 75 mA, r = 7 mm, t = 20 min – for nodules with a diameter of 15–20 mm; I = 75 mA, r = 12 mm, t = 20 min – for nodules with a diameter of 20–25 mm.

Key words: ***miniinvasive treatment, electrochemical lysis, nodular goiter, medical pathomorphosis, destruction.***

***Э.В. ГЕГЕРЬ**, кандидат биологических наук, начальник отдела информационно-вычислительного и медицинской статистики Брянского клинико-диагностического центра*
Тел. (84832) 64-75-19; naser@bmc.brk.ru
***Г.П. ЗОЛОТНИКОВА**, доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой психофизиологии и клинической психологии Брянского государственного университета им. академика И.Г. Петровского*
Тел. (84832) 41-08-97; gpzolot@rambler.ru

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ У ЛИЦ, СТРАДАЮЩИХ АЛЛЕРГОПАТОЛОГИЕЙ РЕСПИРАТОРНОГО ТРАКТА, ИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИ РАЗЛИЧНЫХ РАЙОНОВ

Проведен анализ влияния вредных антропогенных факторов окружающей среды на заболеваемость населения из районов с разной степенью техногенного загрязнения. Выявлено влияние радиационно-химического загрязнения окружающей среды на распространённость заболеваний, имеющих аллергическую природу.

Ключевые слова: ***техногенная загрязненность, аллергопатология, дисперсионный анализ, ранжирование территорий.***

Распространенность аллергических заболеваний за последние 30 лет повсеместно каждые 10 лет удваивается.

В структуре аллергических заболеваний одно из ведущих мест занимает аллергический ринит (АР). Официальная статистика о распространенности АР, основанная на показателях обращаемости пациентов, в десятки раз ниже действительных значений и ни в коей мере не отражает серьезности данной проблемы [1, 2, 3].

По данным эпидемиологических исследований, распространенность аллергического ринита в популяции составляет: в среднем среди населения планеты – 10–25%; в Великобритании – около 30%; в Швеции – около 28%; в Новой Зеландии и в Австралии – около 40%; в Южной Африке – около 17%; в России – 25% [4, 5].

В настоящее время в мире отмечается неуклонный рост частоты и распространенности аллергических заболеваний кожи: атопического дерматита, контактного дерматита, экземы, от которых в ряде стран страдает до 25% населения. По данным Института иммунологии МЗ РФ, в общей структуре аллергических заболеваний, регистрируемых в России, аллергодерматозы составляют 20% [6].

Изменения окружающей среды ведут к возникновению и повышению заболеваемости населения экозависимой и экообусловленной патологией (экопатологией). Ряд исследователей выявили большую распространенность аллергических болезней, и особенно аллергических болезней органов дыхания у населения, проживающего в промышленно загрязненных районах [7, 8].

Среди вредных факторов особое место занимают радиоактивные и химические

© Э.В. Гегерь, Г.П. Золотникова

загрязняющие вещества. Совместное их действие создает сложные гигиенические проблемы. Многие авторы отмечают ухудшение функционального состояния организма вследствие радиационного и пестицидного загрязнения окружающей среды [9, 10]. Доказана принципиальная значимость взаимного усиления вредного действия радиационных и химических факторов окружающей среды [11, 12, 13, 14]. Однако при оценке вредных факторов не всегда учитывается комбинированный или сочетанный характер их действия на человека, в литературе недостаточно исследований посвящено выявлению влияния различных вредных факторов техногенного загрязнения окружающей среды комбинированного или совместного характера их действия на здоровье человека, что определило цель нашего исследования.

Целью исследования явился анализ зависимости заболеваемости болезнями органов дыхания, кожи и подкожной клетчатки населения Брянской области, проживающего на техногенно загрязненных территориях, от степени химического и радиационного загрязнения. Для проведения такого анализа было выполнено ранжирование территорий, или разделение их на группы.

Материалы и методы исследования

Ранжирование территорий по различным показателям загрязнения окружающей среды и параметрам состояния здоровья населения является одним из важнейших инструментов физиологического и экологического мониторинга, а также определения причинно-следственных связей между состоянием здоровья населения и воздействием факторов среды обитания человека.

Изучение состояния здоровья населения в районах, ранжированных по интенсивности техногенных нагрузок окружающей среды, проведено на основании данных по заболеваемости населения согласно форме 12-МЗ, предоставленной лечебно-профилактическими учреждениями Брянской области за 2006–2008 годы. Выполнен анализ заболеваемости аллергопатологией респираторного тракта.

По результатам анализа проведенных исследований, согласно данным по экологическому состоянию региона [15–18], формам годовой отчетности, предоставляемым лечебно-профилактическими учреждениями Брянской области, а также согласно Постановлению Правительства РФ № 1582 от 18 декабря 1997 г. «Об утверждении перечня населенных пунктов, находящихся в границах зон радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС», отчету Центра гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды выполнено ранжирование территорий районов Брянской области на 4 экологические группы.

В данном исследовании для оценки этих гематологических показателей использовался дисперсионный анализ (модель постоянных эффектов) параметрическим методом и с использованием непараметрического рангового критерия Краскела и Уоллиса [19].

Результаты исследования

В результате исследования было выполнено ранжирование территорий районов Брянской области на 4 экологические группы в зависимости от степени химического загрязнения (ХЗ) атмосферного воздуха и плотности радиоактивного загрязнения (ПРЗ) на основании вышеизложенных эколого-статистических документов.

Выделено 8 экологически различных территорий, различающихся по степени радиоактивного, химического и сочетанного радиационно-химического загрязнения окружающей среды: I группа – с ПРЗ почв ^{137}Cs до 1 Ku/км^2 (г. Брянск); II группа – со средним и высоким ХЗ и ПРЗ почв ^{137}Cs от 1 до 5 Ku/км^2 (Брянский, Почепский, Севский, Унечский, Дятьковский районы); III группа – с высоким ХЗ и ПРЗ почв ^{137}Cs от 5 до 15 Ku/км^2 (Клинцы и Клинцовский район); IV группа – со средним ХЗ и ПРЗ почв ^{137}Cs от 15 до 40 Ku/км^2 (Новозыбков и Новозыбковский район).

Проведены исследования гематологических показателей периферической крови у лиц, страдающих аллергопатологией респираторного тракта, из экологически различных районов.

Результаты оценки этих гематологических показателей с использованием дисперсионного анализа (модель постоянных эффектов) параметрическим методом и с использованием непараметрического рангового критерия Краскела и Уоллиса представлены в таблицах 1 и 2.

Во всех случаях a = 4, N=22.

Таблица 1 – Результаты анализа гематологических показателей крови с использованием дисперсионного анализа (модель постоянных эффектов)

№ п/п	Показатели	$F_{расч}$
1	Гемоглобин	1,16
2	Лейкоциты	1,21
3	Лимфоциты	0,29
4	Моноциты	2,21
5	Тромбоциты	**6,19***
6	Палочкоядерные нейтрофилы	1,9
7	Сегментно-ядерные нейтрофилы	2,83
8	Эритроциты	0,94
9	Эозинофилы	**3,46***

Примечание: Критерий отклонения нулевой гипотезы (F_0) при $F_{табл}$=3,05
*α =0,05

Таблица 2 – Результаты анализа гематологических показателей крови больных аллергопатологией с использованием непараметрического рангового критерия Краскела и Уоллиса

№ п/п	Показатели	$H_{табл}$
1	Гемоглобин	**9,68***
2	Лейкоциты	**9,83***
3	Лимфоциты	2,76
4	Моноциты	2,56
5	Тромбоциты	**9,48***
6	Палочкоядерные нейтрофилы	6,38
7	Сегментно-ядерные нейтрофилы	6,12
8	Эритроциты	4,35
9	Эозинофилы	6,16

Примечание: Критерий отклонения нулевой гипотезы (H_0) при $H_{табл}$ = 9,47
*α =0,05

Как видно из представленных данных (таблица 1), четко прослеживается статистически значимая зависимость отдельных гематологических показателей, таких как тромбоцитарная и эозинофильная реакции, от характера и степени техногенного загрязнения окружающей среды при анализе данных с использованием дисперсионного анализа.

Как видно из представленных данных (таблица 2), четко прослеживается статистически значимая зависимость отдельных гематологических показателей, таких как содержание гемоглобина, лейкоцитарная и тромбоцитарная реакции, от характера и степени техногенного загрязнения окружающей среды при анализе данных с использованием непараметрического рангового критерия Краскела и Уоллиса.

При использовании двух методов анализа данных (параметрического и непараметрического) можно говорить о чувствительности тромбоцитарной реакции к степени загрязненности территорий (рис. 1).

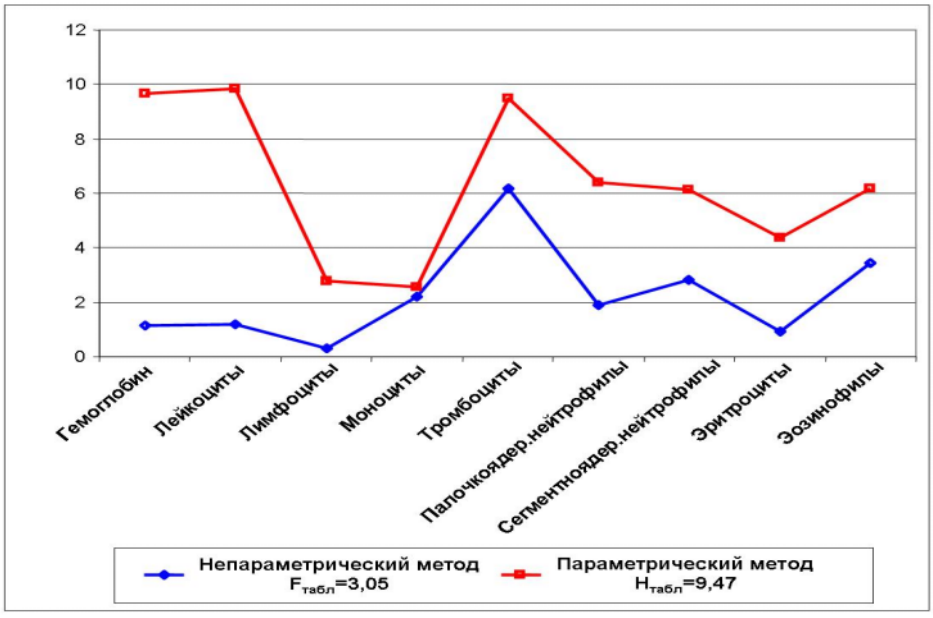


Рисунок 1 – Сравнительный анализ гематологических показателей крови больных аллергопатологией с использованием дисперсионного анализа при помощи параметрического и непараметрического критериев

Как видно из рисунка 1, прослеживается статистически значимая зависимость тромбоцитарной ($F_{расч}$=6,19) и эозинофильной реакции ($F_{расч}$=3,46) при $F_{табл}$=3,05 от характера и степени техногенного загрязнения окружающей среды при анализе данных с использованием параметрического метода.

Прослеживается статистически значимая зависимость содержания гемоглобина ($H_{расч}$=9,68), лейкоцитарной реакции ($H_{расч}$=9,83) и тромбоцитарной реакции ($H_{расч}$=9,48) при $H_{табл}$= 9,47 от характера и степени техногенного загрязнения окружающей среды при анализе данных с использованием непараметрического метода.

Результаты сравнительного анализа гематологических показателей у больных аллергопатологией респираторного тракта из тех же экологически различных групп представлены в таблице 3.

Как видно из представленных данных, по количеству эритроцитов и содержанию гемоглобина значимых различий не выявлено как в возрасте 17…25 лет, так и у лиц 26…40 лет.

Таблица 3 – Гематологические показатели периферической крови у больных аллергопатологией из четырех экологических групп

Наименование показателей	Количественное содержание показателей в общем анализе крови													
				I группа			II группа			III группа			IV группа		
	Всего чел. n=482	17…25 лет n=198	26…40 лет n=284	Всего чел. n=286	17…25 n=109	26…40 n=177	Всего чел. n=101	17- 25 n=50	26…40 n=51	Всего чел. n=44	17…25 n=23	26…40 n=21	Всего чел. n=51	17…25 n=16	26…40 n=35
Гемоглобин	138,9 ± 0,57	140,2 ± 0,81	136,2 ± 0,83	137,71 ± 0,64	138,9 ± 1,06	137,9 ± 1,03	139,3 ± 2,38	141,3 ± 2,38	138,5 ± 3,67	138,3 ± 2,2	140,7 ± 2,67	137,8 ± 1,74	134,6 ± 1,93	142,3 ± 3,03	131,5 ± 2,17
Лейкоциты	6,76 ± 0,08	6,58 ± 0,13	6,79± 0,12	6,8 ± 0,09	6,6 ± 0,17	6,71 ± 0,13	6,44 ± 0,23	6,44 ± 0,23	6,36 ± 0,36	7,2 ± 0,23	6,8 ± 0,4	7,6 ± 0,78	7,55 ± 0,34	7,53 ± 0,36	7,6 ± 0,05
Лимфоциты	30,17 ± 0,31	31,87 ± 0,51	29,19 ± 0,4	32,12 ± 0,68	31,28 ± 0,68	29,58 ± 0,49	30,05 ± 1,15	30,59 ± 1,15	29,84 ± 1,48	28,21 ± 1,16	29,26 ± 1,64	26,03 ± 2,02	28,18 ± 1,66	34,0 ± 1,77	29,45 ± 1,48
Моноциты	6,02 ± 0,12	6,42 ± 0,17	5,68 ± 0,12	6,06 ± 0,12	6,45 ± 0,23	5,5 ± 0,14	6,3 ± 0,33	6,3 ± 0,35	6,33 ± 0,5	6,3 ± 0,33	6,00 ± 0,46	5,0 ± 0,54	5,92 ± 0,37	7,00 ± 1,77	5,5 ± 0,42
Тромбоциты	237,8 ± 3,6	237,2 ± 3,9	238,2 ± 2,99	238,6 ± 3,89	238,8 ± 3,36	238,8 ± 3,87	237,1 ± 3,93	236,2 ± 3,79	236,6 ± 2,99	242,9 ± 3,48	239,6 ± 3,85	247,1 ± 3,91	234,4 ± 3,62	235,7 ± 3,91	232,9 ± 3,19
Палочкоядерные	4,25± 0,2	3,99± 0,87	4,45± 0,56	4,2 ± 1,2	3,9 ± 0,32	4,38± 0,12	4,56± 0,25	4,54± 0,67	4,55± 1,22	3,81± 0,27	4,56± 0,29	3,57± 0,22	4,19± 0,71	3,8 ± 0,72	4,48± 0,62
Сегментноядерные	56,43 ± 0,25	55,43 ± 0,28	57,15 ± 0,72	55,64 ± 0,88	54,81 ± 0,43	56,12 ± 0,91	57,31 ± 0,73	55,5± 0,82	57,35 ± 0,62	59,34 ± 0,91	58,08 ± 0,84	60,52 ± 0,32	59,69 ± 1,1	58,28 ± 0,94	60,17 ± 0,27
Эритроциты	4,46 ± 0,02	4,4 ± 0,25	4,73 ± 0,34	4,39 ± 0,02	4,43± 0,05	4,38 ± 0,04	4,45 ± 0,07	4,45 ± 0,07	4,43 ± 0,11	4,45 ± 0,07	4,54 ± 0,09	4,3 ± 0,04	4,23 ± 0,06	4,85 ± 0,09	4,19 ± 0,42
Эозинофилы	3,63± 0,14	3,8 ± 0,2	3,49 ± 0,4	4,2 ± 0,20	3,8 ± 0,31	4,11± 0,3	3,26± 0,29	3,14± 0,29	2,85 ± 0,31	2,89± 0,29	2,73 ± 0,63	2,85± 0,63	2,85± 0,62	2,18± 0,37	3,02± 0,88

Количество лейкоцитов в периферической крови у всех обследованных лиц, больных аллергопатологией, оказалось в пределах среднестатистической нормы, при этом более высокие показатели в возрастной группе 17…25 лет выявляются у обследованных из г. Новозыбкова, а у лиц в возрасте 26…40 лет – из гг. Клинцы и Новозыбков, т.е. у лиц, проживающих на радиоактивно загрязненных территориях, с ПРЗ 5–15 Ku/км^2 (III группа) с более высокой степенью ХЗ, а также с ПРЗ свыше 15 Ku/км^2 (IV группа).

Процентное соотношение как лимфоцитов, так и моноцитов в лейкоцитарной формуле по индивидуальным, так и по среднегрупповым показателям было в пределах среднестатистической нормы. При этом у лиц в возрасте 17…25 и 26…40 лет различий из разных экологических групп практически не выявлено.

Процентное соотношение эозинофилов в периферической крови выявляется в основном на уровне верхней границы нормы у всех обследованных лиц, при этом более высокие показатели, в отдельных случаях превышающие физиологическую норму, выявлялись у лиц 26…40 лет из г. Брянска (таблица 3).

Заключение

В результате выполненных исследований были получены данные, которые позволили определить вклад как радиационных, так и химических, а также сочетанных загрязнителей окружающей среды в развитие заболеваемости с аллергическим компонентом на популяционном уровне.

Выводы

1. При анализе гематологических показателей периферической крови с помощью дисперсионного анализа распределения Фишера и непараметрического рангового критерия Краскела и Уоллиса установлена статистически значимая чувствительность тромбоцитарной реакции к степени техногенного загрязнения окружающей среды.

2. При анализе данных с использованием непараметрического рангового критерия Краскела и Уоллиса установлена статистически значимая чувствительность содержания гемоглобина, лейкоцитарной и тромбоцитарной реакций к степени техногенного загрязнения окружающей среды.

3. При анализе данных с использованием дисперсионного анализа выявляется чувствительность как эозинофильной, так и тромбоцитарной реакции от характера и степени техногенного загрязнения окружающей среды в популяции лиц, больных как аллергодерматозами, так и аллергопатологией респираторного тракта. Анализ тех же гематологических показателей с применением непараметрического метода критерия знаков выявил статистически значимые различия в зависимости от характера и степени окружающей среды по содержанию тромбоцитов, гемоглобина и эозинофилов в периферической крови у практически здоровых лиц и больных аллергопатологией (приложение 3). Сравнение гематологических показателей у практически здоровых лиц и больных аллергопатологией по критерию Стьюдента также выявляет статистически значимые различия по содержанию тромбоцитов, гемоглобина и эозинофилов в периферической крови.

4. Сравнение гематологических показателей у больных аллергопатологией по t-критерию Стьюдента выявляет значимые различия по содержанию тромбоцитов в периферической крови у лиц, проживающих в III и IV экологических группах, а также значимые различия по показателям гемоглобина у жителей I и III групп в составе возрастных популяций 17…25 и 26…40 лет, по показателям лимфоцитов и моноцитов у жителей I экологической группы в тех же возрастных категориях.

Библиографический список

1. Гущин И. С., Ильина Н. И., Польнер С. А. Аллергический ринит: Пособие для врачей. ГНЦ – Институт иммунологии, РААКИ. – М., 2002. – 68 с.
2. Ильина Н. И. Аллергопатология в разных регионах России по результатам клинико-эпидемиологических исследований: Автореф. докт. дис. – М., 1996. 24 с.
3. Хаитов Р. М., Богова А. В., Ильина Н. И. Эпидемиология аллергических заболеваний России // Иммунология. – 1998. – № 3. – С. 4–9.
4. Пыцкий В. И. и др. Аллергические заболевания. – М.: Триада-Х., 1999. – 470 с.
5. Паттерсон Р. и др. Аллергические болезни. – М.: Гоэтар, 2000. –733 с.
6. Атопический дерматит: Руководство для врачей / Под ред. Ю.В. Сергеева.–М.: Медицина для всех, 2002. – 183 с.
7. Сидоренко Г.И., Румянцев Г.И., Новиков С.М. // Актуальные проблемы изучения воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения. Гигиена и санитария. – 1998. – № 4. – С. 3–86.
8. Балаболкин И.И., Ефимова А.А, Авдеенко Н.В. и др. // Влияние экологических факторов на распространенность и течение аллергических болезней. Иммунология. – 1991. – № 4. – С. 34–36.
9. Шепелин О.П. К вопросу об адаптационной модели к радиационному фактору [Текст] / О.П. Шепелин // Влияние загрязнения радионуклидами окружающей среды на здоровье населения (Клинико-экспериментальное исследование): Сб. науч. тр. – Витебск: Витебский гос. мед. ин-т., 1993. – С. 7–10.

10. Цыб А. Ф. Радиация и патология [Текст] / А. Ф. Цыб. – М., 2003.
11. Василос Л.В. Состояние здоровья детей в зонах интенсивной химизации сельского хозяйства [Текст] / Л.В. Василос, А.П. Максимчук, Г.Ш. Воронко // Гигиена и санитария. – 1992. – № 1. – С. 49–50.
12. Гуламов М.И. Прикладные вопросы теории взаимодействия экологических факторов [Текст] / М.И. Гуламов // Сборник САНИГМИ. – Ташкент, 1995. – Вып. 151. – С. 127–133.
13. Черных А. М. Угрозы здоровью человека при использовании пестицидов [Текст] / А. М. Черных // Гигиена и санитария. – № 5. – 2003. – С. 25 – 27.
14. Золотникова Г. П. Эколого-гигиенические аспекты охраны здоровья населения в условиях сочетанного воздействия радиационно-пестицидных загрязнителей среды обитания [Текст] / Г.П. Золотникова, И. В. Зотова: междунар. науч.-практ. конф. // Акт. проблемы экологии и пути их решения на рубеже III тысячелетия. – Брянск: Изд-во БГУ, 1999. – Ч. 1. – С. 34–36.
15. Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды по Брянской области в 2006 году». – Брянск, 2007.
16. Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды по Брянской области в 2007 году». – Брянск, 2008. – 292 с.
17. Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды по Брянской области в 2008 году». – Брянск, 2009. – 306 с.
18. Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды по Брянской области в 2009 году». – Брянск, 2010. – 296 с.
19. Монтгомери Д.К. // Планирование эксперимента и анализ данных: Пер. с англ. – Л.: Судостроение. – 1980. – С. 384.

E.V.GEGER, G.P. ZOLOTNIKOVA

THE COMPARATIVE ANALYSIS HAEMATOLOGY INDICATORS OF PERIPHERAL BLOOD AT THE PERSONS SUFFERING ALLERGY OF A RESPIRATORY PATH, FROM ECOLOGICALLY VARIOUS AREAS

The analysis of influence of harmful anthropogenous factors of environment on disease of the population from areas with different degree of technogenic pollution is carried out. Influence radiation – chemical environmental contamination on prevalence of the diseases having the allergic nature is revealed.

***А.Б. ГОРПИНИЧ**, академик РАЕН, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой общей хирургии и анестезиологии медицинского института Орловского государственного университета*
Тел. 8(4862)453728; goralex@rekom.ru
***А.Л. АЛЬЯНОВ**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры общей хирургии и анестезиологии медицинского института Орловского государственного университета*
Тел. 89200854644; tantoras@mail.ru
***А.В. МАМОШИН**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры общей хирургии и анестезиологии медицинского института Орловского государственного университета*
Тел.89202877007; dr.mamoshin@mail.ru

ДИАГНОСТИКА И ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ БОЛЬШИХ И ГИГАНТСКИХ ЯЗВ ДВЕНАДЦАТИПЕРСТНОЙ КИШКИ

В основу нашей работы положено наблюдение над 116 больными с большими и гигантскими язвами двенадцатиперстной кишки в возрасте 18 – 76 лет. В предоперационной диагностике использовали клинико-рентгено-эндоскопический комплекс. По нашим данным, при таких язвах должны преимущественно применяться более радикальные операции: резекция желудка по второй модификации Бильрота, включающая оставление дна язвы вне просвета культи дуоденум, антеградную ее мобилизацию в необходимом объеме для атипичного ушивания, наружную декомпрессию общего желчного протока и дуоденальной культи в необходимых случаях.

Ключевые слова: **большие и гигантские язвы двенадцатиперстной кишки, диагностика, резекция желудка.**

Одной из причин, ведущих к росту послеоперационной летальности и плохим функциональным результатам хирургического лечения язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки, являются большие (диметром 20–30 мм) и гигантские (более 30 мм) язвы (А.А. Шалимов, В.Ф. Саенко, 1972; В.Л. Коваленко, И.О. Колупаев, 1996). Это связано с тем, что при таких язвах осложнения развиваются в два раза чаще, чем при обычных, а также быстро прогрессируют гипопротеинемия, анемия, истощение (И.И. Бачев, 1982; Н.А. Жанталинова, 2006).

Целями настоящего исследования были разработка комплекса диагностических мероприятий и определение хирургической тактики при больших и гигантских язвах двенадцатиперстной кишки.

В основу нашей работы положено наблюдение над 116 больными язвенной болезнью двенадцатиперстной кишки в возрасте 18–76 лет, у которых размеры язв превышали 20 мм. Мужчин было 102, женщин – 14. Длительность язвенного анамнеза у 98 больных превышала 5 лет.

Клиническая картина при больших и гигантских дуоденальных язвах имела свои особенности. Основным симптомом заболевания были боли, которые отмечались у

© А.Б. Горпинич, А.Л. Альянов, А.В. Мамошин

всех больных и не исчезали после еды и приема антацидов. Боли чаще локализовались в эпигастральной области и правом верхнем квадранте живота. Отличительной чертой болевого синдрома являлась иррадиация болей, зона которой изменялась в зависимости от направления пенетрации и распространения воспалительного инфильтрата, возникающего вокруг таких язв.

Другим кардинальным симптомом больших язв двенадцатиперстной кишки являлось защитное напряжение мышц передней брюшной стенки в эпигастрии и правом подреберье, которое отмечалось у 101 больного, при выраженной пальпаторной болезненности в этой зоне у 116 больных. У всех обследованных наблюдалась пенетрация язвы в соседние органы, сочетавшаяся у 43 со стенозом привратника. У 22 больных в анамнезе отмечались гастродуоденальные кровотечения, у 32 – перфорация, у 6 – перфорация и кровотечение.

У 1/3 больных наблюдались изменения белкового обмена, проявлявшиеся дефицитом массы тела более 5 кг и гипопротеинемией, сочетавшиеся с умеренно выраженной анемией. У большинства обследованных выявлены нарушения кислотно-щелочного равновесия и водно-электролитного баланса. Они были особенно выражены при стенозе привратника. Если у больных с пенетрирующей и кровоточащей язвами отмечался метаболический ацидоз с нарушениями водно-солевого равновесия, то у больных со стенозом привратника выявлена тенденция к развитию гипохлоремического, гипокалиемического алкалоза.

Исследование желудочной секреции выполнено у 21 больного. Кислотность желудочного сока была повышена у 12 больных. У 9 из них она оставалась нормальной или пониженной. Это свидетельствовало о том, что у этой категории больных в генезе гигантской язвы ведущим являлся не только пептический фактор, но и сосудистый: нарушение кровообращения в пилородуоденальной зоне вследствие сдавления сосудов воспалительным инфильтратом. Последнее подтверждалось тем, что наибольшие размеры язв отмечены у больных пожилого и старческого возраста.

Учитывая трудности и нередко малую эффективность традиционного рентгенологического исследования, а также с целью повышения информативности рентгенологического исследования у больных с большими и гигантскими язвами применялась методика, разработанная на кафедре рентгенологии и медицинской радиологии Курского медицинского института (В.Г. Гладких и соавт., 1988; А.В. Трошин и соавт., 2001). Особенность методики заключается в том, что использовали повышенное количество аэрона (3–4 таблетки), а исследования желудка и двенадцатиперстной кишки производили только через 50–60 минут после сублингвального рассасывания препарата. Появление у больных к этому времени сухости во рту совпадает с пиком гипотонического эффекта. С целью экономии времени аэрон часто давали больным перед первым «рекогносцировочным» исследованием желудка и двенадцатиперстной кишки, которое проводили сразу же после рассасывания таблеток. Через 40–50 минут исследование повторяли уже на фоне хорошо развившейся гипотонии двенадцатиперстной кишки. Для более тугого заполнения барием последней и импрегнации язвенного кратера больной в промежутке между исследованиями находился в горизонтальном положении на правом боку. За несколько минут до повторного исследования некоторым больным давали дополнительную порцию бария. После многопроекционного изучения двенадцатиперстной кишки в вертикальном положении с выполнением прицельных снимков больного переводили в горизонтальное положение с некоторым поворотом в левую сторону, а затем на живот. После заполнения выходного отдела желудка и двенадцатиперстной кишки воздухом делали снимки с двойным контрастированием. При небольшом количестве воздуха в желудке необходимо применение газопродуцирующей смеси (1,5 г лимонной кислоты и 1,5 г питьевой соды).

Использование данной методики позволило нам повысить информативность рентгенологического исследования у больных с большими и гигантскими язвами до 98%.

Основными рентгенологическими симптомами больших и гигантских язв двенадцатиперстной кишки являются ниша, воспалительный вал и рубцовые деформации кишки и пилородуоденальной зоны. На рис. 1 представлена прямая рентгенограмма больного Д., и. б. № 7188, на которой изоб-

ражен вход в язвенный кратер округлой формы, приближающийся к размерам луковицы.



Рис. 1. Рентгенограмма желудка и луковицы двенадцатиперстной кишки больного Д. (и. б. №7188) в прямой проекции. Стрелками показан вход в громадный язвенный кратер, заполненный бариевой взвесью.

Возможности фиброгастродуоденоскопии из-за больших технических трудностей, связанных с наличием рубцовых деформаций пилородуоденальной зоны, в диагностике больших и гигантских язв двенадцатиперстной кишки нередко ограниченны. В то же время она приобретала особую важность, когда при рентгенологическом исследовании трудно было провести дифференциальную диагностику между большой доброкачественной и малигнизированной язвой, а также первично-язвенным раком желудка, при распространении изъязвления и воспалительного инфильтрата на пилорический отдел.

При анализе предшествующего лечения больных с большими и гигантскими язвами в терапевтических стационарах установлено, что ни в одном случае не было достигнуто рубцевания язвы, хотя большинство больных непрерывно находились в стационарах в течение 1–3 месяцев. Затягивание сроков привело к выраженным нарушениям белкового обмена, анемии, истощению. Поэтому лечение больных с большими и гигантскими язвами двенадцатиперстной кишки должно быть оперативным и по возможности ранним. Однако этим больным должна быть проведена тщательная предоперационная подготовка, включающая противовоспалительное лечение, устранение гипопротеинемии, нарушений водно-солевого обмена и кислотно-щелочного равновесия. Наибольшее значение при этом мы придавали устранению воспалительного процесса вокруг язвы, что создавало необходимые условия для успешного хирургического лечения.

Вопрос о выборе метода оперативного вмешательства у больных с большими и гигантскими язвами двенадцатиперстной кишки решали индивидуально. Учитывали возраст больных, тип желудочной секреции, предрасположенность к демпинг-синдрому и, главное, степень анатомических изменений пилородуоденальной зоны.

Во время операции большие язвы двенадцатиперстной кишки (рис. 2) обнаружены у 95 (81,9%), гигантские – у 21(18,1%) больного.

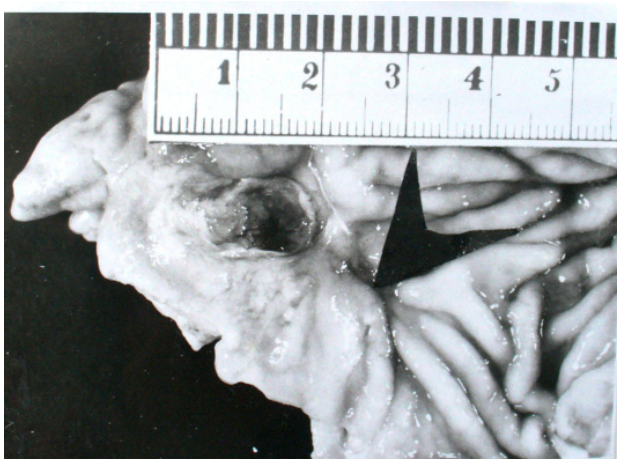


Рис. 2. Большая язва луковицы двенадцатиперстной кишки больного А., и.б. № 1871. Стрелкой показан привратник.

При наличии выраженного воспалительного инфильтрата в зоне язвы и вовлечении в деструктивный процесс большого дуоденального сосочка

или общего желчного протока, когда с большой долей вероятности можно было прогнозировать осложнения со стороны дуоденальной культи, при нормальном или пониженном уровне секреции мы выполняли ваготомию в сочетании с гастродуоденостомией по Жабулею (5 больных). Все эти больные выздоровели. В аналогичных условиях, но при высокой желудочной секреции в обеих её фазах производили резекцию желудка на выключение язвы (у 2 больных). Надо отметить, что оставление дна язвы в просвете культи двенадцатиперстной кишки представляет опасность из-за возможного летального кровотечения. Это положение можно проиллюстрировать следующим нашим наблюдением.

Больной М., 55 лет (и. б. № 7689), находился в хирургическом отделении с диагнозом: язвенная болезнь, постбульбарная язва двенадцатиперстной кишки, осложненная кровотечением.

Во время операции обнаружено, что в правом подреберье определяется конгломерат, состоящий из двенадцатиперстной кишки, желчного пузыря, большого сальника, нижней поверхности правой доли печени. По разделении этого инфильтрата выявлено, что двенадцатиперстная кишка, начиная от привратника и до средней трети нисходящего отдела, печеночно-двенадцатиперстная связка, шейка желчного пузыря и головка поджелудочной железы представляют собой язвенный плотный воспалительный инфильтрат. На задневерхней стенке горизонтальной и частично нисходящей части двенадцатиперстной кишки определяется язвенный кратер. Проведен консилиум врачей. Заключение: анатомически язва неудалима. Решено произвести стволовую ваготомию, гемигастрэктомию на выключение с дренированием культи двенадцатиперстной кишки по Фелькеру. Больному выполнена стволовая ваготомия, гемигастрэктомия по Бальфуру на выключение, дренирование культи двенадцатиперстной кишки по Фелькеру.

Ранний послеоперационной период осложнился профузным кровотечением из оставленной в просвете двенадцатиперстной кишки язвы. Произведены релапаротомия, дуоденотомия, прошивание кровоточащих сосудов. Больной умер от необратимых изменений, развившихся в результате постгеморрагической анемии.

Исходя из целесообразности удаления больших язв ввиду опасности их рецидива или незаживления после ваготомии, мы предпочтение отдавали классической резекции желудка (94 больных) или стволовой ваготомии с экономной резекцией желудка (15 больных).

Сложность проведения резекции желудка заключается в том, что все большие язвы являются «трудными»: удаление их и последующее ушивание культи двенадцатиперстной кишки технически сложно вследствие распространения рубцово-воспалительного процесса по периферии язвы с вовлечением в него окружающих органов. Эти данные можно иллюстрировать следующим наблюдением. Больной А., 55 лет (и. б. № 991), поступил в клинику с диагнозом: язвенная болезнь, язва двенадцатиперстной кишки. Декомпенсированный стеноз привратника. Больной комплексно обследован. Рентгеноскопия желудочно-кишечного тракта. Заключение: рубцово-язвенная деформация пилородуоденального отдела. Холедохобульбарная фистула. Дуоденогастральный рефлюкс. Нарушение дуоденальной проходимости (рис. 3).



Рис. 3. Рентгенограмма желудка и двенадцатиперстной кишки больного А. (и. б. № 991). Дуоденобилиарный рефлюкс в результате вовлечения в язвенный процесс большого дуоденального соска

При ФГДС выявлено: рубцовый декомпенсированный стеноз язвенной этиологии, гипертрофический эрозивный гастрит. Электрогастрография – отмечается гиперкинетический тип моторики. Гастроманометрия с церукаловым тестом позволила выявить снижение тонуса желудка по декомпенсированному типу. Данные интраоперационной анатомической ситуации. Обширный спаечный процесс в подпеченочном пространстве.

Желудок больших размеров, атоничен. Пилорус стенозирован до 0,8 см. Каллезная язва двенадцатиперстной кишки диаметром до 3 см. Язва пенетрирует в печеночно-двенадцатиперстную связку, где в инфильтрат входит общий желчный проток, подтянута и деформирована двенадцатиперстная кишка. В рубцовый процесс вовлечен большой дуоденальный сосок (БДС), который представляется втянутым внутрь стенки, ригидным. Данных за холедохобульбарную фистулу нет. Произведена операция (лапаротомия), резекция 2/3 желудка по Бильрот-II в модификации Гофмейстера–Финстерера. Папиллотомия. Дренирование общего желчного протока и культи двенадцатиперстной кишки по Долиотти. Больной выписан в удовлетворительном состоянии. Контрольное обследование через 2 месяца после операции. Жалоб больной не предъявляет. При рентгеноскопии желудочно-кишечного тракта отмечается нормальная эвакуаторная функция гастроэнтероанастомоза. Гастрит культи желудка. Анализ желудочной секреции: I фаза – 10,0-0-0,1 мэкв/ч; II фаза – 45,0-0-0,4 мэкв/ч.

В данном наблюдении использована разработанная нами методика определения резервной сократительной способности желудка у больных язвенной болезнью, осложненной пилородуоденальным стенозом (В.Г. Гладких и соавт., 1990). Мы поставили целью получить возможность количественной оценки резервной сократительной способности стенки желудка для прогнозирования моторно-эвакуаторных расстройств в послеоперационном периоде.

Сущность предлагаемого технического решения заключается в следующем. Учитывая то, что моторная функция желудка состоит из тонического и ритмического компонентов, а о тонусе желудка принято судить по величине внутрижелудочного давления, мы измеряли интрагастральное давление с помощью аппарата МХ-01. Для количественной оценки резервной моторной функции желудка в качестве специфического стимулятора использовался церукал. Утром натощак больному в желудок вводят обычный гастродуоденальный зонд с оливой. Пациента укладывают на правый бок. Зонд присоединяют к аппарату Вальдмана и датчику регистрирующего прибора МХ-01. Нулевая точка аппарата Вальдмана и датчик должны быть расположены строго на уровне желудка пациента. Присоединив зонд к датчику и аппарату Вальдмана, производят измерение и запись уровня базального давления. В зависимости от характера ответной реакции на введение церукала нам представилась возможность выделить три типа гастрограмм. При первом типе гастрограмма характеризовалась отсутствием стойкого повышения интрагастрального давления на введение церукала. Второй тип гастрограмм отличался умеренной реакцией на церукал, когда интрагастральное давление повышалось в 1,5–2 раза по сравнению с исходным. Третий тип – выраженная реакция на церукал, когда давление в желудке повышалось более чем в 2 раза.

При сопоставлении типа интрагастрального давления на церукал с характером изменений было отмечено, что первый тип реакции характерен для декомпенсированного пилородуоденального стеноза. Второй и третий типы реакции наблюдались у больных с компенсированным стенозом и без него.

Если при первом типе реакции интрагастрального давления на церукал в силу истощения или низких исходных возможностей желудочной стенки имеется очевидная опасность развития в послеоперационном периоде гастроплегии, то при втором и особенно при третьем типах такая угроза практически отсутствует.

Полученные данные позволяют сделать заключение, что благодаря применению церукала открываются пути количественной оценки резервных возможностей желудочной стенки и прогнозирования вероятности развития моторно-эвакуаторных расстройств в послеоперационном периоде.

В особо сложных случаях ушивания культи двенадцатиперстной кишки для предупреждения повреждения внепеченочных желчных протоков и панкреатического протока выполняли интраопера-

ционную холангиографию, а операцию заканчивали дренированием холедоха и дуоденальной культи по Долиотти. Эту ситуацию можно проиллюстрировать следующим нашим наблюдением.

Больной Б., 33 лет (и. б. № 11238), находился в клинике с диагнозом: язвенная болезнь, язва двенадцатиперстной кишки. Субкомпенсированный стеноз привратника, пенетрация язвы в головку поджелудочной железы. Анализ желудочной секреции: I фаза – 260,0 – 13,0 – 15,6 мэкв/ч; II фаза – 140,0 – 8,6 – 10,0 мэкв/час. При фиброгастродуоденоскопии выявлен хронический гастрит, рубцово-язвенная деформация луковицы двенадцатиперстной кишки, хроническая язва луковицы двенадцатиперстной кишки. Субкомпенсированный стеноз. Выполнена рентгеноскопия желудочно-кишечного тракта. Заключение: рубцово-язвенная деформация желудка и двенадцатиперстной кишки. Хронический гастрит. Больному произведена операция – резекция 2/3 желудка по Бильрот-II в модификации Гофмейстера–Финстерера, холедохотомия. Дренирование общего желчного протока и культи двенадцатиперстной кишки по Долиотти. Дренирование брюшной полости по Спасокукоцкому. Данные интраоперационной анатомической ситуации. Язва расположена на задней полуокружности пилородуоденальной зоны и пенетрирует в головку поджелудочной железы и печеночно-двенадцатиперстную связку. Мобилизация двенадцатиперстной кишки произведена таким образом, что кратер язвы диаметром до 2 см оставлен на головке поджелудочной железы. При этом обнаружено, что панкреатический проток (его устье) расположен в одном сантиметре от края пересеченной двенадцатиперстной кишки. Холедохотомия после предварительной холангиографии. Буж № 3 в двенадцатиперстную кишку прошел с трудом. Папиллотомия. Ретроградно через Фатеров сосок проведена в общий желчный проток полихлорвиниловая трубка соответствующего диаметра с тем, чтобы наружно дренировать общий желчный проток, предупредить его сдавление при ушивании культи двенадцатиперстной кишки и провести ее декомпрессию. Культя дуоденум ушита атипично по Ниссену. Послеоперационный период осложнился панкреатитом, явления которого купированы консервативно. Больной на 21-е сутки в удовлетворительном состоянии выписан. Обследован методом анкетирования через 2 года после операции. Результат операции оценен по шкале Visick как отличный.

Если дном таких язв являлась ткань поджелудочной железы (в большинстве случаев), иссечение язвы производили лишь частично, с оставлением ее дна. После этого мобилизовали по возможности стенки двенадцатиперстной кишки с антеградной мобилизацией ее культи и закрытием последней атипично по Ниссену. Для декомпрессии культи двенадцатиперстной кишки резекцию желудка производили преимущественно с наложением гастроэнтероанастомоза на длинной петле с межкишечным соустьем, рассекали связку Трейца и низводили дуоденоеюнальный изгиб, дренировали культю двенадцатиперстной кишки с помощью назодуоденального зонда или энтеростомы по Фелькеру приводящей петли. Эту ситуацию можно проиллюстрировать следующим наблюдением.

Больной П., 44 лет (и. б. № 6876), находился в клинике с диагнозом: язвенная болезнь, постбульбарная язва двенадцатиперстной кишки. При рентгеноскопии желудочно-кишечного тракта выявлена рубцово-язвенная деформация пилоробульбарного отдела с локализацией язвы в постбульбарной части двенадцатиперстной кишки. Пациенту была произведена операция – резекция 2/3 желудка по Бальфуру, дренирование культи двенадцатиперстной кишки через энтеростому по Фелькеру, дренирование и тампонада подпеченочного пространства. Данные интраоперационной анатомической ситуации: язвенная ниша диаметром 2 см располагается в постбульбарной части двенадцатиперстной кишки. Больной выписан в удовлетворительном состоянии. Обследован через 3 года методом анкетирования. Жалоб нет. Результат оценен по шкале Visick как отличный.

С целью уменьшения вероятности осложнений, травматичности, упрощения и повышения надежности ушивания культи двенадцатиперстной кишки нами также разработан «Способ ушивания культи двенадцатиперстной кишки при осложненных формах язвенной болезни» (патент РФ на изобретение № 2085126).

Способ осуществляется следующим образом. Двенадцатиперстную кишку отсекают от желуд-

ка после его мобилизации известным способом и производят продольное рассечение культи кишки между ее передней и задней стенками до уровня дистального края язвы (рис. 4). Для уменьшения кровотечения рассечение производят электроножом. Мобилизацию культи также производят до дистального края язвы. В данном способе мобилизацию производят быстрее, чем обычно, так как осуществляют ее под визуальным, пальпаторным, а при необходимости инструментальным контролем язвы и БДС.

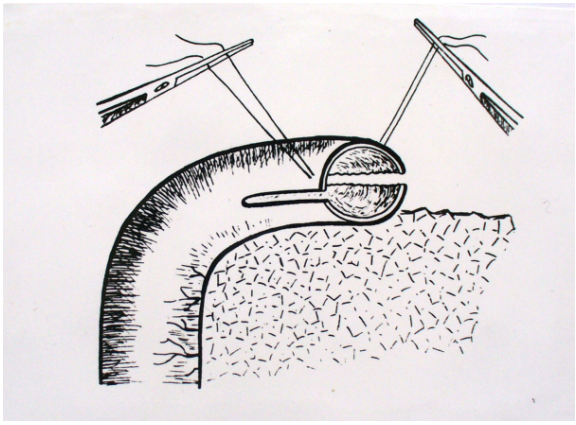


Рис. 4. Продольное рассечение культи кишки между ее передней и задней стенками до уровня края язвы.

Задний лоскут иссекают вместе с язвой ниже ее дистального края. В оставшейся части задней стенки на 5 мм проводят демукозацию с помощью электроножа (рис. 5).

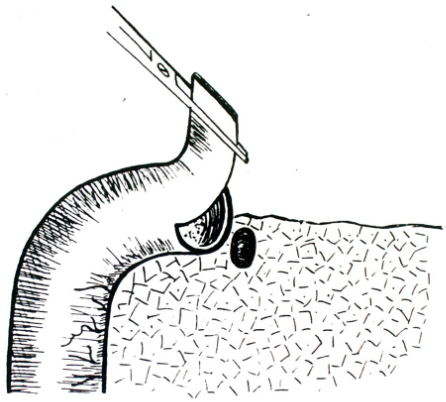


Рис. 5. Задний лоскут иссекают вместе с язвой ниже её дистального края.

Затем электроножом выкраивают полуовальный лоскут из передней стенки культи. Длина его составляет 1–1,5 см диаметра кишки. Проводят тщательный гемостаз в культе двенадцатиперстной кишки. Санируют дно пенетрирующей язвы (рис. 6).

Ушивание культи двенадцатиперстной кишки начинают с прошивания ее задней полуокружности кисетным швом на 5 мм от края культи. Для удобства шьют от дальнего края к переднему, затем в иглодержатель заряжают дальний конец лигатуры для прошивания переднего лоскута. Лоскут передней стенки культи прошивают от слизистой к серозе и затем вокруг лоскута уходят на следующий шов.

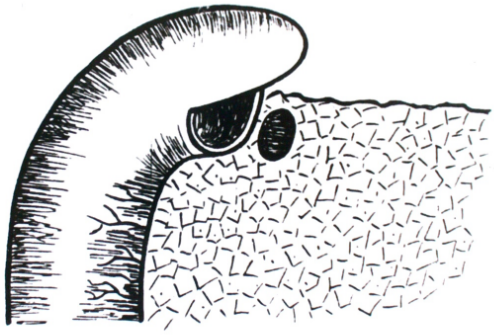


Рис. 6. Выкраивают полуовальный лоскут из передней стенки культи двенадцатиперстной кишки.

Прошивая таким образом обвивным швом весь лоскут и одновременно затягивая каждый стежок шва, осуществляют вворачивание лоскута в просвет кишки (рис. 7).

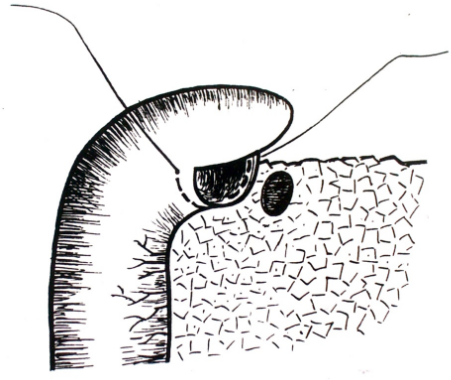


Рис. 7. Ушивание культи двенадцатиперстной кишки начинают с прошивания её задней полуокружности кисетным швом.

После того, как прошили лигатурой заднюю стенку кишки и передний лоскут, осуществляем затягивание кисетного шва за начало и конец ли-

гатуры. После завязывания шва культя надежно герметизируется и частично тампонирует дно оставшейся на поджелудочной железе язвенной ниши (рис. 8).

Накладывая второй ряд П-образных серозно-мышечных швов на переднюю стенку культи двенадцатиперстной кишки и капсулу поджелудочной железы у проксимального края дна язвы, завершаем тампонаду язвенной ниши передней стенкой культи (рис. 9).

После операций в этой группе умерли 11 (9,48%) больных: 7 (6,03%) – от осложнений, связанных с недостаточностью швов культи двенадцатиперстной кишки, 3 (2,59%) – от панкреонекроза, 1 (0,86%) – от профузного желудочного кровотечения из оставленной язвы (больному прежде была выполнена резекция желудка на выключение язвы).

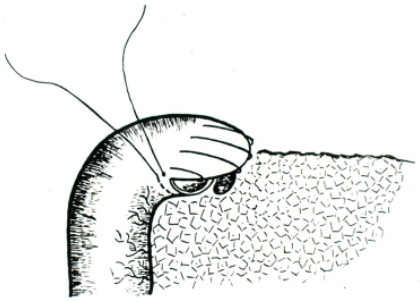


Рис. 8. После прошивания лигатурой задней стенки кишки и переднего лоскута осуществляют затягивание кисетного шва.

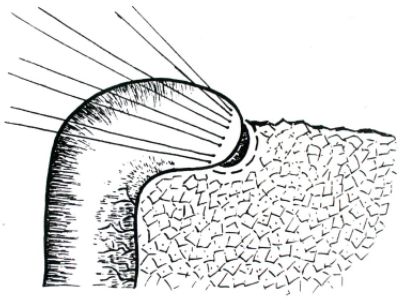


Рис. 9. Накладывают второй ряд П-образных серозно-мышечных швов на переднюю стенку двенадцатиперстной кишки и капсулу поджелудочной железы.

Таким образом, в предоперационной диагностике больших и гигантских язв двенадцатиперстной кишки необходимо применять клинико-рентгено-эндоскопический комплекс. Использование разработанной нами методики определения резервной сократительной способности желудка у больных язвенной болезнью, осложненной пилородуоденальным стенозом, позволяет произвести количественную оценку резервных возможностей желудочной стенки и прогнозировать вероятность развития моторно-эвакуаторных расстройств в послеоперационном периоде.

Радикальные операции при больших и гигантских язвах технически сложны. Паллиативные резекции желудка на выключение с оставлением дна язвы в просвете дуоденум могут в последующем осложняться профузным кровотечением и поэтому должны выполняться в сложных анатомических случаях и при очень тяжелом состоянии больных. При этом лучше отдать предпочтение ваготомии с дренирующей операцией. По нашим данным, при таких язвах должны преимущественно применяться более радикальные операции: резекция желудка по второй модификации Бильрота, включающая оставление дна язвы вне просвета культи дуоденум, антеградную ее мобилизацию в необходимом объеме для атипичного ушивания, наружную декомпрессию общего желчного протока и дуоденальной культи в необходимых случаях. Также целесообразно использовать разработанный нами «Способ ушивания культи двенадцатиперстной кишки при осложненных формах язвенной болезни».

Оперативные вмешательства, произведенные в таком объеме, позволяют предупредить тяжелые осложнения в послеоперационном периоде, снизить летальность и получить стойкое излечение больных с большими и гигантскими дуоденальными язвами.

Библиографический список

1. Бачев И.И. Выбор метода хирургического лечения язвенной болезни желудка // Хирургия. – 1982. – № 12. – С. 39–42.
2. Гладких В.Г., Фирсов Е.Ф., Суковатых Б.С. и др. Диагностика и хирургическая тактика при больших и гигантских язвах двенадцатиперстной кишки // Клин. мед. – 1988. – № 1. – С. 73–77.
3. Гладких В.Г., Горпинич А.Б., Миляев М.М. Способ диагностики нарушения моторной функции желудка при пилородуоденальном стенозе // Хирургия. – 1990. – № 3. – С. 87–88.

4. Жанталинова Н.А. Выбор хирургической тактики при кровоточащих больших и гигантских гастродуоденальных язвах // Вестник Новгородского государственного университета.– 2006.– № 35.– С. 54–56.
5. Коваленко В.Л., Колупаев И.О. Гигантская язва желудка с пенетрацией в печень, симулировавшая рак // Вестн. хирургии. – 1996. – № 6. – С. 82–83.
6. Трошин А.В., Фирсов Е.Ф., Чухраев А.М. Клинико-рентгенологическая диагностика больших и гигантских язв двенадцатиперстной кишки // Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии. – 2001. – № 6. – С. 79–81.
7. Шалимов А.А., Саенко В.Ф. Хирургия желудка и двенадцатиперстной кишки. – Киев, 1972. – 365 с.

A.B. GORPINICH, A.L. ALYANOV, A.V. MAMOSHIN

DIAGNOSIS AND SURGICAL TREATMENT OF LARGE AND GIANT OF DUODENAL ULCERS

The basis of our work is the observation of 116 patients with large and giant duodenal ulcers at the age of 18–76 years. In the preoperative diagnosis clinical and X-ray endoscopic complex were used. According to our data in such ulcers have mainly used the more radical surgery: gastric resection, Billroth second modification, which includes the remission of the ulcer out of the lumen of the stump of duodenum, antegrade its mobilization to the extent necessary for atypical suture, external decompression of the common bile duct and the duodenal stump, where necessary.

Key words: ***large and giant duodenal ulcer, diagnosis, resection of the stomach.***

О.В. ДЕМЬЯНЕНКО, *кандидат медицинских наук, доцент кафедры внутренних болезней Орловского государственного университета*
Тел. 8 910 302 24 70; jon@pekom.net

ГИПЕРЛИПИДЕМИЯ – ФАКТОР РЕЗИСТЕНТНОСТИ К АНТИАГРЕГАНТНОЙ ТЕРАПИИ У БОЛЬНЫХ СТАБИЛЬНОЙ СТЕНОКАРДИЕЙ

В статье оценивается влияние ацетилсалициловой кислоты (АСК) и сочетанной терапии кардиостатином на агрегационную активность тромбоцитов у резистентных к АСК больных ИБС – стабильной стенокардией напряжения, исследуется АДФ-индуцированная агрегация тромбоцитов, липидный спектр крови на фоне приема АСК и сочетанной гиполипидемической терапии кардиостатином.

Ключевые слова: ***стабильная стенокардия, агрегация тромбоцитов, резистентность, аспирин, кардиостатин.***

Общепризнано, что большинство сердечно-сосудистых заболеваний, в том числе и прогрессирование стенокардии напряжения, вызваны тромбозом в результате повышенной агрегации тромбоцитов, поэтому антитромбоцитарные препараты нашли широкое применение в их профилактике и лечении [1, 3, 7].

В Российской Федерации АСК на сегодняшний день остается наиболее широко применяемым антиагрегантным препаратом.

Наиболее убедительная польза применения АСК продемонстрирована при вторичной профилактике тромботических осложнений при стабильной и нестабильной стенокардии, инфаркте миокарда и транзиторной ишемической атаке [3, 7].

В последние годы вызывает повышенный интерес выявление устойчивости или «резистентности» к АСК [11, 15], т.е. её неспособности адекватно подавлять продукцию $ТхА_2$ и предупреждать тромботические осложнения. Распространенность этого явления, по данным различных авторов, колеблется в пределах 5 – 60% [8, 11, 14]. При этом более чем в 3 раза возрастает вероятность развития ишемических осложнений.

В основе «резистентности» к АСК могут лежать полиморфизм и/или мутации гена циклооксигеназы-1, сниженное бионакопление аспирина, активация альтернативных путей агрегации тромбоцитов, повышенное образование тромбоцитов, курение, гиперхолестеринемия [10, 13, 16]. В последние годы хроническому воспалению отводится ведущая роль в развитии атеросклеротического поражения сосудов. Установлено, что оно характеризуется повышением уровня цитокинов, интерлейкинов (ИЛ-1, ИЛ-6), фактора некроза опухоли, CD 40, СРБ и др., что оказывает негативное влияние на эндотелиальные клетки, подавляя в них продукцию NO, потенцируя коронароспазм и «прилипание» моноцитов и тромбоцитов. Применение статинов сопровождается снижением уровней маркеров воспаления [9, 10, 14]. Можно предположить, что применение статинов позволит повысить эффективность антиагрегантной терапии (ААТ) у резистентных к АСК больных как за счет основного действия, так и за счет плейотропного эффекта [2, 4].

© О.В. Демьяненко

Дальнейшее изучение этой проблемы имеет несомненное практическое значение и может способствовать индивидуализации ААТ и повышению ее эффективности.

В связи с этим цель исследования: оценить влияние терапии АСК и сочетанной терапии кардиостатином на агрегационную активность тромбоцитов у резистентных к АСК больных ИБС – стабильной стенокардией напряжения и разработать пути повышения эффективности антиагрегантной терапии.

Материалы и методы исследования

Скрининг больных осуществляли в поликлиниках № 1–3 г. Орла. Для диагностики использовали клинические критерии и нагрузочное тестирование (согласно Канадской классификации стенокардии в модификации ВКНЦ РАМН).

Критерии включения представлены в табл. 1. Соотношение скринированных и включенных в исследование пациентов составило 1, 8:1. В исследование включили 50 больных.

Таблица 1 – Критерии включения пациентов в исследование

Критерии включения	Критерии исключения
• Стабильная стенокардия напряжения II–III ФК • Артериальная гипертония I степени • Возраст 35–70 лет • Согласие пациента	• Сердечная недостаточность (более IIA стадии) • Артериальная гипертония II–III степени • Нарушения ритма и проводимости • Сахарный диабет • Указания на непереносимость АСК • Анемия с уровнем гемоглобина менее 110 г/л • Ожирение более I степени • Заболевания крови • Кровотечения в анамнезе • Дыхательная, почечная и печеночная недостаточности

Пациенты, включенные в исследование, не принимали постоянно АСК, ранее регулярно не принимали статины или любые другие снижающие уровень липидов препараты, не соблюдали гипохолестеринемической диеты, поэтому включение в исследование проводили без «отмывочного» периода.

Дизайн исследования представлен на рис. 1.

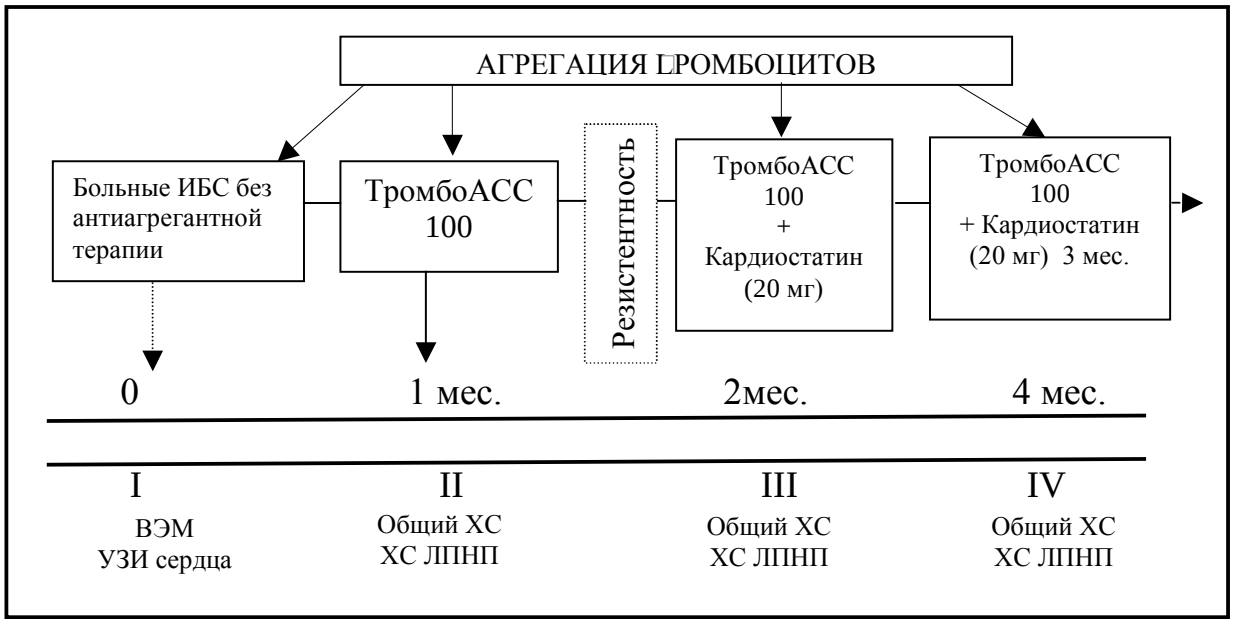


Рис. 1. Дизайн исследования

В соответствии с ним все больные получали Тромбо АСС 100 в течение 1 месяца в дозе 100 мг в сутки. Больные получали базовое медикаментозное лечение бета-адреноблокаторами, при необходимости пролонгированными нитратами (при III ФК стенокардии).

Клиническая характеристика включенных в исследование пациентов представлена в табл. 2.

Таблица 2 – Исходная клиническая характеристика пациентов

Показатель	n	%
Возраст, годы	55,2±5,1 лет	–
Число мужчин	34	68
ИМ в анамнезе	29	58
Стенокардия ФК II	31	62
Стенокардия ФК III	19	38
АГ	32	64
Курение	12	24
ГЛЖ (ЭхоКГ)	20	40
ФВ,%	52,35±1,3	–
ИМТ > 26 кг/м^2	37	74

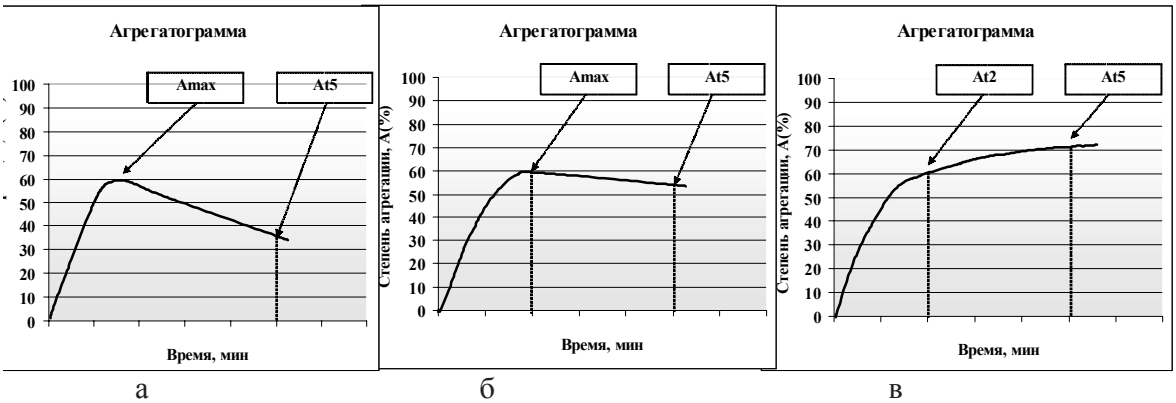
Примечание: n – число больных, ИМ – инфаркт миокарда, ФК – функциональный класс, АГ – артериальная гипертония, ГЛЖ – гипертрофия левого желудочка, ФВ – фракция выброса, ИМТ – индекс массы тела.

Возраст больных – от 38 до 68 лет. Длительность заболевания ИБС составила от 1 года до 15 лет (2,89±0,24 г).

Исследование агрегации тромбоцитов (АТ) в плазме крови проводилось турбодиметрическим методом по Борну [6,7] с помощью анализатора агрегации тромбоцитов АР 2110 фирмы «SOLAR», при этом оценивался коэффициент светопропускания в перемешиваемой и термостатируемой, а также стандартизированной по количеству тромбоцитов (Тц) (200–250*10^9/л) суспензии клеток.

В качестве индуктора агрегации использовались растворы АДФ (НПО «Ренам») в конечной концентрации 2,5, 5,0 и 10,0 мкмоль/л. Учитывались степень агрегации тромбоцитов в процентах (А%), время (tA), начальная скорость (V) и коэффициент чувствительности к ААТ (Ra%). Эффективность антиагрегантной терапии оценивали при конечной концентрации индуктора (АДФ) 5 мкмоль/л, т.к. при этой концентрации до ААТ практически у 100% больных ИБС наблюдается вторая волна агрегации.

Для объективизации лабораторной эффективности антиагрегантной терапии нами предложено ввести коэффициент чувствительности к ААТ или выраженности дезагрегационного эффекта (Ra%) рис. 2.



а б в

Рис. 2. Агрегатограммы больных с различной эффективностью к ААТ.
а – хорошая эффективность к ААТ; б – недостаточная эффективность к ААТ; в – отсутствие эффекта к ААТ.

Обозначения: Amax – максимальное значение степени агрегации в % при наличии дезагрегационного эффекта, At5 – значение степени агрегации на 5 минутах исследования в %, At2 – значение степени агрегации на 2 минутах исследования в % (при сохранении второй волны агрегации или необратимой агрегации).

Вычисляется он следующим образом:

1. Ra% = (Amax – At5) / Amax * 100% или

2. Ra% = (At2 – At5) / At2 * 100 %

Учитывая, что на фоне приема АСК при хорошей чувствительности к ААТ будет наблюдаться выраженный дезагрегационный эффект за счет ингибирования $ТхА_2$, принимаем Ra% >15%.

При недостаточной чувствительности дезагрегация наблюдается слабая в связи с сохранением активных тромбоцитов, у которых имеется фаза освобождения с выбросом индукторов агрегации, что приводит к активации IIb/IIIa рецепторов Тц и необратимому связыванию части активных тромбоцитов фибрином, соответственно принимаем значения показателя Ra% от 0 до 15%. При отсутствии эффекта к ААТ или резистентности дезагрегация не наблюдается совсем и Ra% < 0.

Необходимо также учитывать степень максимальной агрегации тромбоцитов при сохранении ее более 60% (верхняя граница нормы здоровых людей), эффективность ААТ определять как недостаточную при Ra% > 15%.

С помощью общепринятых методов определяли уровни общего ХС, ХС ЛПНП, ТГ и ХС ЛПВП. Согласно рекомендациям ВНОК в качестве оптимальных значений липидных параметров принимался уровень общего ХС ниже 4,5 ммоль/л и ХС ЛПНП ниже 2,6 ммоль/л.

Толерантность больных к физической нагрузке оценивали с помощью велоэргометрической пробы. Использовался велоэргометр «KETLER» с программным обеспечением фирмы «НейроСофт».

Исследование геометрии и сократительной способности миокарда ЛЖ проводили методом эхокардиографии с применением ультразвукового сканера «ACUSON» (США).

Статистическая обработка материалов исследования проводилась с помощью методов параметрической и непараметрической статистики с использованием компьютерной программы Microsoft Office Excel 2003.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты исследования влияния Тромбо АСС 100 на показатели агрегации тромбоцитов представлены в табл. 3.

Таблица 3 – Агрегационная активность тромбоцитов на фоне приема Тромбо АСС 100 и до назначения ААТ

Параметры			Больные до ААТ n = 50, M ± m	Тромбо АСС 100 n = 50, M ± m	p
Агрегация тромбоцитов	2,5 мкмоль/л АДФ-индуцированная агрегация тромбоцитов, %	степень агрегации, %	51,71±3,61	40,89±2,70	p<0,05
		время агрегации, мин: сек	2:55±00:18	1:41±00:10	p<0,01
		скорость агрегации, (30с)%/мин	48,13±2,32	47,0±1,91	Нд
	5,0 мкмоль/л АДФ-индуцированная агрегация тромбоцитов, %	степень агрегации, %	71,41±2,38	60,61±2,28	p<0,01
		время агрегации, мин: сек	4:09±0:13	2:46±0:11	p<0,001
		скорость агрегации, (30с)%/мин	56,46±2,66	55,0±2,99	Нд
	10,0 мкмоль/л АДФ-индуцированная агрегация тромбоцитов, %	степень агрегации, %	72,76±2,31	59,79±2,37	p<0,001
		время агрегации, мин: сек	3:52±00:11	3:12±00:11	p<0,05
		скорость агрегации, (30с)%/мин	62,40±2,34	55,77±2,66	Нд

Примечание: p – достоверность различий показателей при сравнении с больными до назначения ААТ.

Исследование АТ выявило достоверное снижение степени максимальной агрегации и времени агрегации при всех концентрациях индуктора. Скорость агрегации достоверно не отличалась от исходных показателей.

Динамика коэффициента чувствительности к дезагрегантной терапии (Ra%) и показателя степени максимальной агрегации на фоне терапии Тромбо АСС 100 представлена на рис. 3.

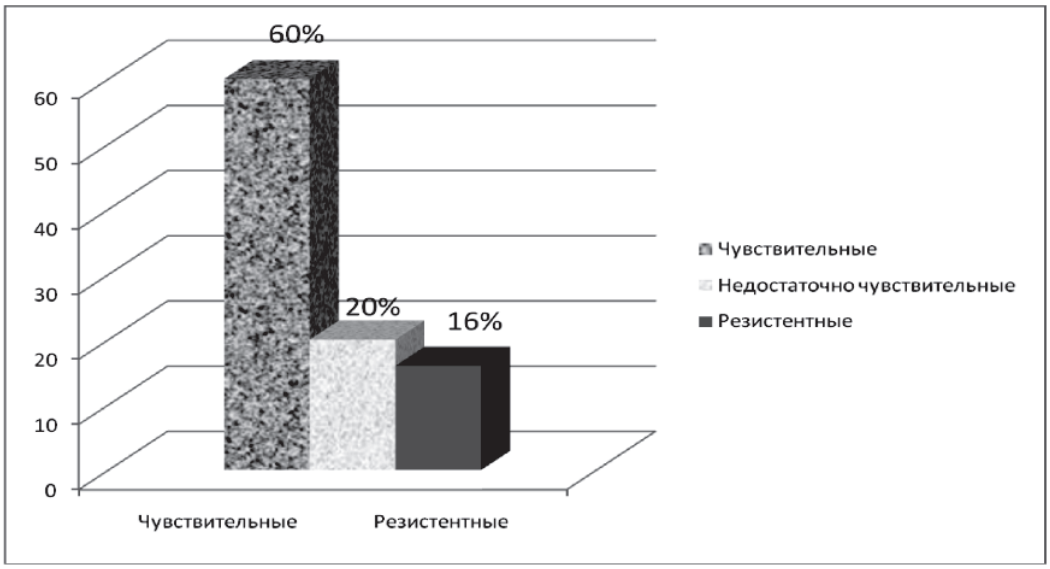


Рис. 3. Распределение больных по эффективности к ААТ с учетом коэффициента чувствительности (Ra%) и степени максимальной агрегации на фоне терапии Тромбо АСС 100.

С целью попытки преодоления резистентности 18 больным резистентным и недостаточно чувствительным к Тромбо АСС 100 был дополнительно назначен кардиостатин 20 мг/сутки.

Как представлено в табл. 4, через 3 месяца сочетанной терапии достоверно снизилась степень максимальной агрегации при низкой и средней концентрации индуктора ($p<0,05$ и $p<0,005$).

Таблица 4 – Агрегационная активность тромбоцитов на фоне приема Тромбо АСС 100 и кардиостатина

Параметры			Тромбо АСС 100 n = 18, M ± m	Тромбо АСС 100 + кардиостатин (1 месяц) n = 18, M ± m	Тромбо АСС 100 + кардиостатин (3 месяца) n = 18, M ± m
АДФ-индуцированная агрегация тромбоцитов	2,5 мкмоль/л, %	степень агрегации, %	44,91±3,00	42,63±3,07 Нд*	35,16±1,77 p<0,05*
		время агрегации, мин: сек	1:50±00:13	1:25±00:08 Нд*	1:22±0:10 Нд*
	5,0 кмоль/л, %	степень агрегации, %	64,86±2,26	61,45±2,35 Нд*	55,66±2,16 p<0,005*
		время агрегации, мин: сек	2:58±0:14	2:45±0:11 Нд*	3:00±0:11 Нд*
	10,0 мкмоль/л, %	степень агрегации, %	64,42±2,18	63,42±2,17 Нд*	60,86±2,27 Нд*
		время агрегации, мин: сек	3:21±00:11	3:09±00:09 Нд*	3:19±0:09 Нд*

Примечание: * – достоверность различий показателей по сравнению с группой, принимающей Тромбо АСС 100.

При анализе Ra% и максимальной степени агрегации тромбоцитов выявлено увеличение дезагрегантного эффекта у 22% через 1 месяц и у 39% больных через 3 месяца сочетанного приема (рис. 4).

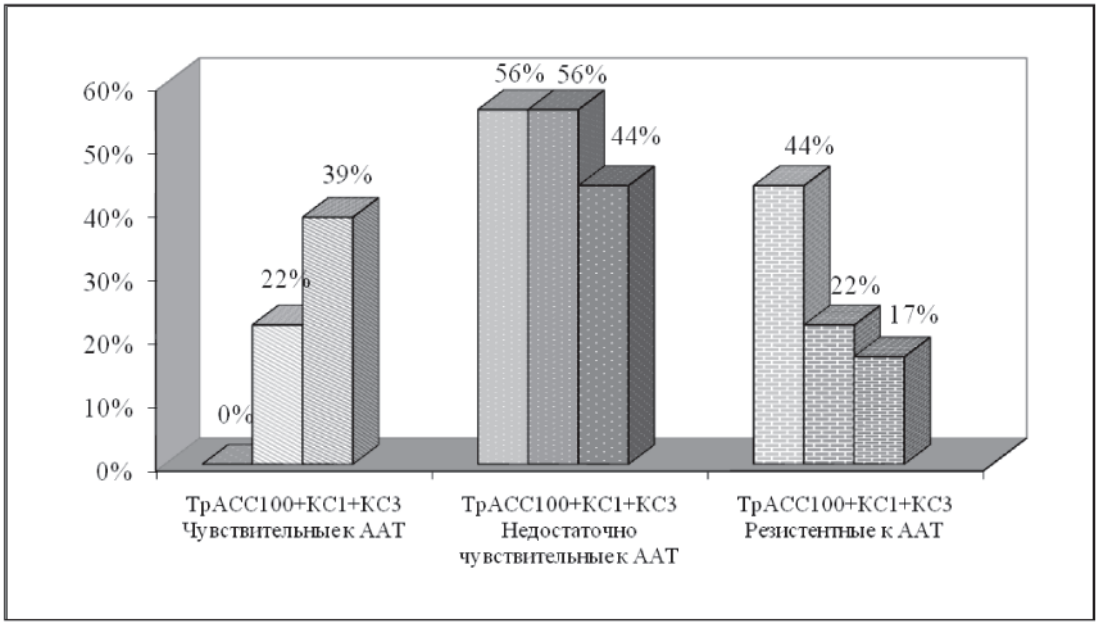


Рис. 4. Распределение больных по эффективности к ААТ с учетом коэффициента чувствительности (Ra%) и степени максимальной агрегации на фоне сочетанной терапии Тромбо АСС 100 и кардиостатина

Таким образом, 39% резистентных больных стали чувствительными к ААТ на фоне длительного сочетанного приема Тромбо АСС 100 и кардиостатина 20 мг/сутки.

Доказано, что снижение уровня ХС на каждые 10% снижает смертность от ИБС на 15%, а общую смертность на 11% [4], что может быть связано с увеличением эффективности антиагрегантной терапии на фоне применения гиполипидемических препаратов.

Таким образом, дополнительное назначение кардиостатина у резистентных к АСК больных позволяет увеличить эффективность ААТ у резистентных к препаратам ацетилсалициловой кислоты больных, что доказывает связь резистентности к АСК с гиперлипидемией.

Библиографический список

1. Барышникова Г.А. Тромбо АСС – роль и место в профилактике тромботических состояний / Г.А. Барышникова. – М., 2003. – 20 с.
2. Влияние агрессивной терапии симвастатином у больных с острым коронарным синдромом и исходно нормальным уровнем ХС ЛПНП на сердечно-сосудистые исходы (ЛАОКООН). Пилотное рандомизированное исследование / Г.П. Арутюнов, Т.П. Карцева, Н.Ю. Воеводина и др. // Терапевт. арх. – 2005. – № 9. – С. 53–60.
3. Диагностика и лечение стабильной стенокардии. Российские рекомендации разработаны комитетом экспертов ВНОК. – 2004. – С. 3.
4. Карпов Ю.А. Интенсивное медикаментозное лечение больных с атеросклерозом / Ю.А. Карпов, Е.В. Сорокин // Кардиология. – 2005. – № 8. – С. 4–7.
5. Люсов В.А. Метод графической регистрации агрегации тромбоцитов и изменение ее при ишемической болезни сердца / В.А. Люсов, Ю.Б. Белоусов // Лаб. дело. – 1971. – № 8. – С. 459–461.
6. Поляков А.Е. Метод исследования агрегационной функции тромбоцитов /А.Е. Поляков, В.А. Черняк // Лаб. дело. – 1988. – № 1. – С. 19–20.
7. Рациональная фармакотерапия сердечно-сосудистых заболеваний: руководство для практикующих врачей / Е.И. Чазов, Ю.Н. Беленков, Е.О. Борисова и др. – М.: Литтерра, 2005. – 971 с.
8. Aspirin Use in Older Patients With Heart Failure and Coronary Artery Disease / F.A.Masoudi, P.Wolfe, E.P.Havranek, S.S.Rathore // J. Am. Coll. Cardiol. – 2005. – Vol. 46. – P. 955–962.

9. Effect of atorvastatin on C-reactive protein in patients with acute coronary syndromes: a substudy of the MIRACL trial (abstract) / S.Kinlay, N.Rafai, P.Libby et al. // J. Am. Coll. Cardiol. – 2002. – Vol. 39. – P. 322–323.
10. Effect of statin therapy on C reactive protein levels. The pravastatin inflammation/CRP evaluation (PRINCE): a randomized trial and cohort study / M.A.Albert, E.Danielson, N.Rifai et al. // JAMA. – 2001. – Vol. 286 – P. 64–70.
11. Eikelboom J. W. Aspirin Resistance: A New Independent Predictor of Vascular Events? / J. W. Eikelboom // J. Am. Coll. Cardiol. – 2003. – Vol. 41. – P. 966–974.
12. Functional analysis of the phenobarbital-responsive unit in rat CYP2B2 / S.Liu, I.Rivera-Rivera, A.J.Bredemeyer, B.Kemper // Biochem. Pharm. – 2001. – Vol. 2. – P. 48–52.
13. Hankey, G.J. Aspirin resistance / G.J.Hankey, J.W.Eikelboom // BMJ. – 2004. – Vol. 328. – P. 477–479.
14. Aspirin resistance in cardiovascular disease /G. Biondi-Zoccai, M. Lotrionte // BMJ. – 2008. – Vol. 336. – P. 195–198.
15. Mason P.J. Aspirin Resistance and Atherothrombotic Disease / P.J.Mason, A. K.Jacobs, J. E.Freedman // J. Am. Coll. Cardiol. – 2005. – Vol. 46. – P. 986–993.
16. McKee S.A. Aspirin resistance in cardiovascular disease: a review of prevalence, mechanisms, and clinical significance / S.A.McKee, D.C.Sane, E.N.Deliargyris // Thromb. Haemost. – 2002. – Vol. 88. – P. 711–716.

O.V. DEMIANENKO

HYPERLIPIDEMIA FACTOR OF RESISTANCE TO ANTIPLATELET THERAPY IN PATIENTS WITH STABLE ANGINA

The paper evaluated the effect of acetylsalicylic acid (ASA) and combined therapy Cardiostatin on platelet aggregation in ASA-resistant patients with coronary artery disease: stable angina, studied ADP-induced platelet aggregation, blood lipid profile in patients receiving ASA and concomitant lipid-lowering therapy Cardiostatin.

*Key words**: stable angina, platelet aggregation, resistance, aspirin, cardiostatin.***

Ю.В. ИВАНОВ, *доктор медицинских наук, профессор кафедры хирургии, анестезиологии и эндоскопии ФГОУ ДПО «Институт повышения квалификации ФМБА России», зав. отделением хирургии ФГУЗ «Клиническая больница №83 ФМБА России», Москва*
Тел. 8-916-162-05-21; ivanovkb83@yandex.ru
Н.А. СОЛОВЬЕВ*, кандидат медицинских наук, доцент кафедры хирургии, анестезиологии и эндоскопии ФГОУ ДПО «Институт повышения квалификации ФМБА России», руководитель Центра эндокринной хирургии ФГУЗ «Клиническая больница № 83 ФМБА России», Москва*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ИНТРАОПЕРАЦИОННОЙ ДИАГНОСТИКЕ УЗЛОВЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

В работе освещена проблема точной пред- и интраоперационной диагностики различных заболеваний щитовидной железы. В настоящее время основными методами предоперационной диагностики являются ультразвуковое исследование щитовидной железы и пункционная тонкоигольная аспирационная биопсия, выполняемая под ультразвуковым наведением. В интраоперационной диагностике важная роль принадлежит срочному патолого-гистологическому исследованию. Как один из вариантов улучшения качества интраоперационной диагностики предлагается использование автоматизированной системы анализа гистологических препаратов АТЛАНТ-Биопсия и разработанного на ее основе компьютерного атласа опухолей щитовидной железы.

Ключевые слова: ***щитовидная железа, пункционная тонкоигольная аспирационная биопсия, автоматизированная система анализа гистологических препаратов.***

Широкая распространенность заболеваний щитовидной железы (ЩЖ) среди лиц трудоспособного возраста придает проблеме социально-экономическое значение, которое лишь усиливается с учетом необходимости оперативного лечения у большого числа больных. В настоящее время лечение узловых образований ЩЖ продолжает оставаться одной из актуальных проблем в современной эндокринологии. По данным ВОЗ, в России насчитывается более одного миллиона больных, страдающих разными тиреопатиями. В последнее время отмечается стойкая тенденция к росту количества пациентов с узловыми образованиями ЩЖ [50].

Частота выявления узловых образований при ультразвуковом исследовании (УЗИ) ЩЖ у пациентов, обследуемых с профилактической целью, достигает 11–50% [3, 7, 18, 43]. Такой рост заболеваемости происходит не только за счет увеличения общей заболеваемости, но и выявления так называемых «непальпируемых» узлов.

© Ю.В. Иванов, Н.А. Соловьев

Сторонники хирургического лечения считают необходимым удаление всех выявленных узлов, полагая, что все они потенциально являются опухолью. К тому же невозможно, даже при использовании метода пункционной тонкоигольной аспирационной биопсии (ПТАБ), на все 100% исключить злокачественную природу новообразования на дооперационном этапе [11, 27, 35]. По данным Тимофеевой Н.И. с соавт. (2006), при оценке информативности ПТАБ ЩЖ с учетом подозрительных цитологических заключений увеличивается количество ложноположительных диагнозов с 6,13% до 60,2%. Прогностическое значение метода в отношении наличия рака становится равным 39,8% [31].

К сожалению, доля нерепрезентативных аспиратов достигает 4–25% [12, 14, 28, 38, 45]. Это требует проведения повторных биопсий, которые только в 50% случаев приводят к получению информации о морфологии узлового образования [36]. По мнению Charib H. (1994), оценивавшего результаты 18 183 ПТАБ, чувствительность метода колеблется от 65% до 98%, составляя в среднем 83%, а специфичность достигает 72–100% (в среднем 92%) [45]. Существенно повысить надёжность цитологического исследования помогает комплексное использование УЗИ с цветным допплеровским картированием в сочетании с полипозиционной ПТАБ [9, 28].

В трактовке цитологических и гистологических исследований существуют неоднозначные заключения. Среди таких выделяют атипичные аденомы, аденомы с папиллярной гиперплазией. Совершенствование методики ПТАБ, использование УЗИ аппаратов с допплеровским картированием существенно повышают достоверность исследований [9, 16]. УЗИ ЩЖ помогает оценивать в динамике изменение размеров и структуры, происходящее в узлах ЩЖ, а динамическое проведение ПТАБ при необходимости позволяет изучать морфолого-цитологические процессы, происходящие после малоинвазивных вмешательств [28, 37].

Так, по мнению ряда авторов [8], к числу неблагоприятных факторов, увеличивающих вероятность наличия карциномы, относятся:

- быстрый рост узла;
- плотная консистенция, неровность и несмещаемость узла;
- парез голосовой связки на стороне узла;
- нечеткие контуры узла, пониженная эхогенность с наличием гиперэхогенных включений;
- шейная лимфаденопатия;
- отсутствие эффекта от лечения L-тироксином;
- пациенты моложе 25 лет;
- облучение головы или шеи в прошлом;
- рак ЩЖ у родственников.

Иногда первым клиническим симптомом рака ЩЖ (при размере первичного очага 2–5 мм) являются лимфогенные регионарные или гематогенные метастазы [8]. Лишь оперативное вмешательство с последующим исследованием макропрепарата является единственным достоверным способом верификации рака ЩЖ [7, 10, 22, 25, 26].

В настоящий момент показаниями к оперативному лечению больных с узловым зобом служат [15]:

Абсолютные:

– рак ЩЖ;

– подозрения на рак при узловом зобе.

Ситуации, в которых оперативное лечение показано в плановом порядке:

- больные с узлом в ЩЖ, размер которых более 3,0 см;
- больные с узловым зобом, имеющие отрицательную динамику за период консервативного лечения/наблюдения (рост узла);
- больные с многоузловым токсическим зобом (хирургическое лечение после медикаментозной подготовки, лечения радиоактивным йодом, у пациентов, имеющих противопоказания к оперативному лечению);
- больные с загрудинным узловым зобом;
- больные с аденомами ЩЖ любого морфологического типа;
- больные с большими кистами (более 3 см).

Спорным остаётся вопрос о лечебной тактике при непальпируемых узлах. Большинство авторов предлагают осуществлять динамическое УЗИ наблюдение за очаговыми образованиями ЩЖ менее 1,0–1,5 см [32, 51]. Однако есть сторонники и более активной тактики: ПТАБ под контролем УЗИ, при подозрении или цитологических признаках карциномы – оперативное вмешательство с минимальным объёмом резекции (соответствующая доля с перешейком) [6, 7].

Надо осознавать, что в некоторых случаях операция может значительно ухудшить качество жизни пациента. К наиболее грозным осложнениям после оперативного вмешательства по поводу узловых образований ЩЖ можно отнести повреждение возвратного нерва, удаление паращитовидных желез с развитием гипопаратиреоза, кровотечения, послеоперационный гипотиреоз [3, 4, 34]. Суммарная частота осложнений, по данным различных источников, колеблется от 1,7% до 10,8% [20, 24, 29], при этом рассматриваются только первичные вмешательства на ЩЖ. Такой разброс показателей можно объяснить разной степенью оснащенности клиник и опытом специалистов, проводящих оперативные вмешательства. При рецидиве заболевания процент осложнений значительно возрастает [6, 24].

Частота развития послеоперационного гипотиреоза зависит в основном от объёма резекции ЩЖ. В сообщениях последнего десятилетия гипотиреоз диагностируется у 10–78,5% оперированных больных по поводу доброкачественных тиреоидных образований [5, 13, 19, 20, 21, 23, 30]. Такой разброс статистических данных зависит от критериев оценки тиреоидной недостаточности, так как одни авторы учитывают только тяжёлые клинические формы гипотиреоза, а другие – все, в том числе и «субклинические» формы, когда имеется лишь повышение уровня ТТГ в крови. При экономных резекциях в пределах одной доли частота послеоперационного гипотиреоза при узловом зобе может увеличиваться с 17% до 54–78,5% при расширении объёма хирургического вмешательства до удаления доли с перешейком или резекции обеих долей [17, 30].

На практике хирург, идя на операцию, зачастую вынужден выбирать объем вмешательства интраоперационно, опираясь на данные срочного гистологического исследования, которое, в свою очередь, является окончательной точкой если не в постановке диагноза, то в выборе объема резекции ЩЖ, а значит, в дальнейшем прогнозе лечения и риске развития послеоперационных осложнений.

Морфологическая дифференциальная диагностика «фолликулярных» заболеваний щитовидной железы (аденоматозный зоб, аденома, фолликулярный вариант папиллярного либо медуллярного рака и фолликулярный рак) представляет определенные трудности, особенно на интраоперационном этапе.

Термин «фолликулярный» применяется к опухолям и опухолеподобным процессам ЩЖ либо если речь идет о гистогенезе, либо для характеристики особенностей строения. Приоритет в изучении группы «фолликулярных» заболеваний ЩЖ принадлежит Z.W. Baloch и V.A. LiVolsi, которые рассматривают аденоматозный зоб, аденому, фолликулярный вариант папиллярного либо медуллярного рака и фолликулярный рак как раз в этом втором значении термина [39].

Фолликулярная архитектоника наиболее распространена среди образований ЩЖ, поскольку именно фолликул рассматривается как структурно-функциональная единица этого органа. Инкапсулированные, частично инкапсулированные и неинкапсулированные опухоли и опухолеподобные поражения ЩЖ соответствующего строения в зависимости от клеточных изменений и характера роста (инвазия капсулы, сосудов) классифицируются как аденома, рак или аденоматозный зоб и объединяются в группу «фолликулярных» заболеваний [39].

Существуют противоречивые точки зрения относительно ценности использования замороженных срезов в верификации рака ЩЖ с фолликулярной архитектоникой. Бесперспективность срочного гистологического исследования для дифференциальной диагностики аденомы, аденоматозного зоба и инкапсулированного фолликулярного рака очевидна: при лимите времени невозможно выполнение обязательного в таких случаях тотального исследования капсулы опухоли. Однако фолликулярный вариант папиллярного рака может быть диагностирован если не гистологическим, то срочным цитологическим изучением в большинстве случаев [33]. Интересно отметить, что гипердиагностика рака цитологом на материале срочных биопсий связана с онкоцитарными «фолликулярными» новообразованиями и клеточными изменениями при хроническом тиреоидите (или возникшими после пункции участками атипической пролиферации на границе с фиброзом, лимфоидной инфильтрацией и новообразованием сосудов микроциркуляторного русла). Z.W. Baloch, V.A. LiVolsi [40] для этих трансформаций ввели термин

"Worrisome Histologic Alteration Following FNA of Thyroid" – участки клеточной атипии, подозрительные к раку, возникновение которых связано с тонкоигольной аспирационной биопсией.

Использование аспирационной тонкоигольной биопсии на дооперационном этапе значительно улучшает выявляемость злокачественных поражений ЩЖ. Проведено множество исследований сравнений результатов аспирационной тонкоигольной биопсии и интраоперационного гистологического исследования, по данным которых первостепенное значение для верификации узловых образований ЩЖ относят именно к аспирационной биопсии [44, 41, 42, 47]. При этом ни один из исследователей не рекомендует полностью отказаться от интраоперационного срочного гистологического исследования [46, 48, 49]. Общепринятым «золотым» стандартом для проведения срочной биопсии в настоящий момент является подозрение при аспирационной биопсии на сосочковую карциному [44, 41, 42, 47]. Применение срочной биопсии при фолликулярных доброкачественных образованиях, выявленных при цитологическом исследовании, сейчас широко обсуждается [46, 48, 49]. Однако большинство исследователей пришли к мнению, что использование срочного гистологического исследования при фолликулярных образованиях и его сочетание с цитологическим исследованием не имеет статистически значимой разницы при выявлении злокачественных поражений щитовидной железы [44, 41, 42, 47]. По нашему мнению, это не является поводом для отказа от рутинного использования срочной интраоперационной гистологической диагностики препарата ЩЖ, даже при доброкачественных фолликулярных новообразованиях, выявленных при аспирационной биопсии. Этого же мнения придерживаются хирурги-эндокринологи из Канады, доказавшие экономическую целесообразность рутинного интраоперационного исследования у пациентов с односторонними узловыми образованиями щитовидной железы, у которых на при аспирационной тонкоигольной биопсии на дооперационном этапе выявлены доброкачественные либо неопределенные узловые образования щитовидной железы [46].

Затрудняет анализ гистологических препаратов сложность коллективного обсуждения наблюдаемого изображения при невозможности одновременного его наблюдения несколькими участниками обсуждения. Это же и усложняет обучение гистологическому анализу.

В нашей клинике мы используем автоматизированную систему анализа гистологических препаратов АТЛАНТ-Биопсия и разработанный на ее основе компьютерный атлас опухолей щитовидной железы.

Система АТЛАНТ-Биопсия состоит из микроскопа с установленной на нем цветной телевизионной камерой высокого разрешения, компьютера, устройства ввода видеосигнала в компьютер и телевизионного монитора. Она позволяет вводить изображения анализируемых гистологических препаратов, сохранять их, осуществлять сравнение наблюдаемого изображения с имеющимися в базе, осуществлять коллективные обсуждения анализируемых препаратов (в том числе с участием оперирующих хирургов) с одновременным наблюдением изображений препаратов всеми участниками обсуждения и возможностью указания областей интереса при обсуждении. Изображение в цифровой форме может быть передано по каналам связи для консультаций со специалистами других медицинских учреждений (рис. 1).

Компьютерный атлас патологий состоит из базы изображений и средств программной поддержки, обеспечивающих возможность визуализации изображения и поиска его в базе данных. Компьютерный атлас опухолей щитовидной железы содержит эталонные изображения, введенные как с печатных атласов при помощи сканера, так и с натуральных препаратов при использовании системы АТЛАНТ-Биопсия.

При создании атласа была решена основная проблема – обеспечение точности воспроизведения на цифровом изображении информативных признаков опухолей в гистологических препаратах. Приведение вводимых изображений к единой (стандартизованной) цветовой гамме, обеспечивающей сопоставимость эталонных и исследуемых изображений, достигнуто за счет стандартизации условий освещенности препарата с применением необходимых светофильтров и дополнительной цветовой коррекции цифрового изображения при компьютерной обработке.

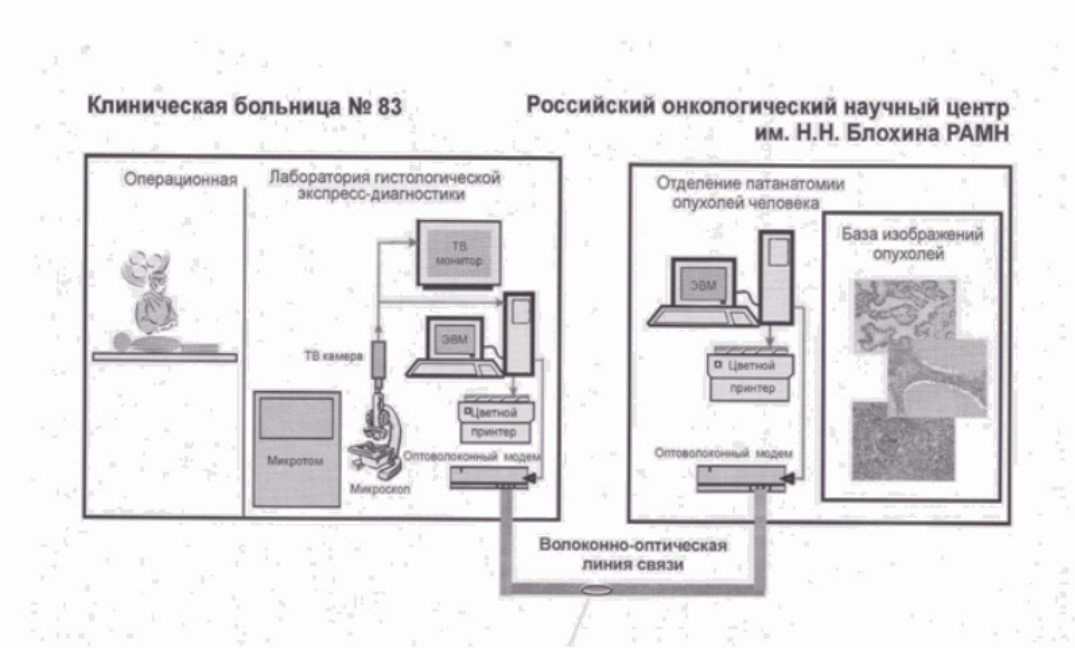


Рис. 1. Структура телемедицинского комплекса экспресс-диагностики «Атлант-Биопсия».

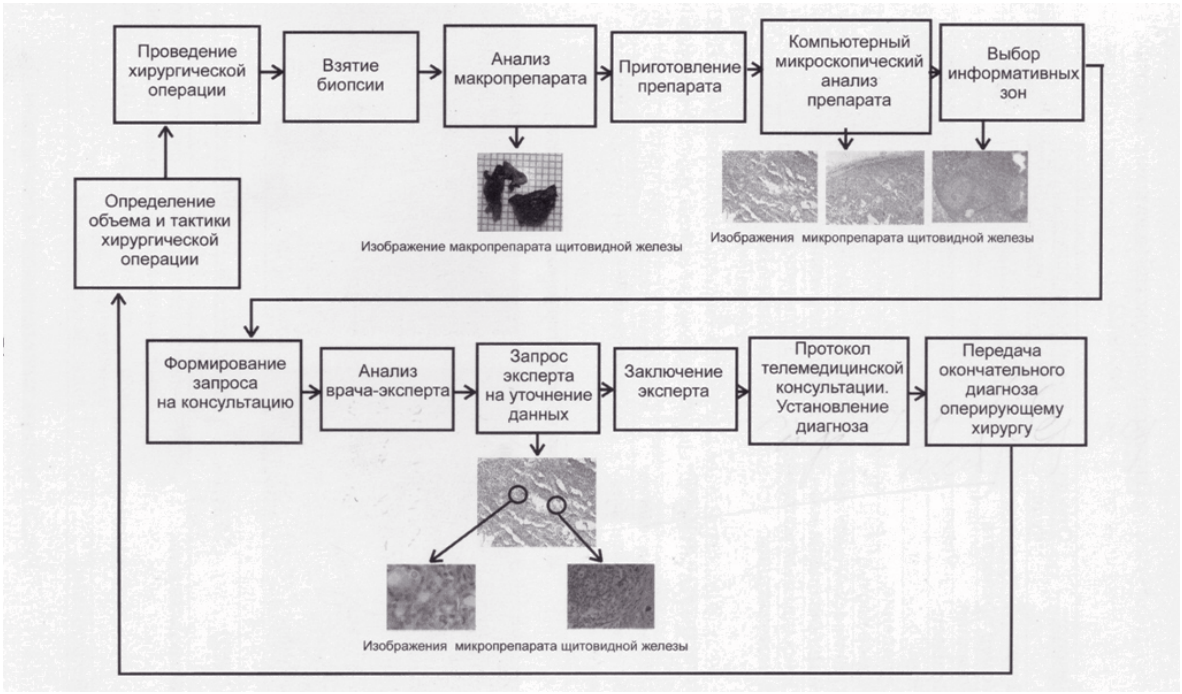


Рис. 2. Методика проведения диагностики срочных биопсий во время операций.

Программное обеспечение атласа позволяет осуществлять ввод изображений с телевизионной камеры, установленной на микроскопе, и одновременное наблюдение изображения препарата, находящегося под микроскопом, и выбранных изображений из базы. Атлас может использоваться как автономно с помощью ПЭВМ, так и в составе диагностической системы АТЛАНТ-Биопсия. При использовании атласа в составе диагностической системы база эталонных изображений может по-

полняться в процессе эксплуатации за счет анализируемых препаратов.

Начиная с 2000 г. в рамках проекта «Цито-Биопсия» системы АТЛАНТ-Биопсия были установлены в Клинической больнице № 83 и Онкологическом научном центре РАМН им. Н.Н. Блохина с обеспечением связи между этими системами и консультированием специалистами РОНЦ РАМН по результатам анализа цифровых изображений, переданных по соответствующим каналам связи. Время проведения исследования на системе «АТЛАНТ-Биопсия» сократилось с 45 до 30 минут. Применение данной системы нашло положительный отклик у хирургов-клиницистов, установка точного интраоперационного диагноза позволила проводить минимальный объем оперативного вмешательства, что является хорошей профилактикой послеоперационных гипотиреозов и других осложнений (рис. 2).

Система АТЛАНТ-Биопсия может быть установлена в центральных областных или краевых больницах, обеспечивая пополнение атласа изображениями гистологических препаратов, получаемых как в самой больнице, так и направленных из других медицинских учреждений для диагностики и консультаций.

Библиографический список

1. Александров Ю.К., Урывчиков А.В. Применение предоперационного и интраоперационного ультразвукового исследования при оперативном лечении узлового зоба // Соврем. аспекты хирург. эндокринологии: Материалы X (XII) Российского симпозиума по хирургии, эндокринологии. – Смоленск, 2002. – С. 34.
2. Александров Ю.К., Могутов М.С., Сихурулидзе Э.Н., Урывчиков А.В. Профилактика, раннее выявление и активное лечение больных с рецидивным узловым зобом // Современные аспекты хирург. эндокринологии: Материалы XI (XIII) Российского симпозиума по хирургии, эндокринологии. – СПб., 2003. – С. 8–13.
3. Александрова Г.Ф., Дедов И.И., Трошина Е.А., Юшков П.В. Диагностика и лечение узлового зоба: методические рекомендации. – Петрозаводск: ИнтелТек, 2003. – 64 с.
4. Болезни щитовидной железы / Под ред. Л.И. Бравермана. – М.: Медицина, 2000. – 432 с.
5. Бондаренко В.О., Коваленко Т.И. Послеоперационный гипотиреоз // Медицинская помощь. – 1993. – № 6. – С. 16–19.
6. Бубнов А.Н., Кузьмичев А.С., Гринёва Е.Н., Трунин Е.М. Заболевания щитовидной железы. Часть I. Узловой зоб. – СПб., 2002. – 96 с.
7. Ванушко В.Э., Кузнецов Н.С., Бельцевич Д.Г. и др. Расширение возможностей тонкоигольной аспирационной биопсии в диагностике рака щитовидной железы //Современные аспекты хирург. эндокринологии: Материалы X (XII) Российского симпозиума по хирургии, эндокринологии. – Смоленск, 2002. – С. 84–86.
8. Велданова М.В. с соавт. Тиреошкола. Информационное пособие по тиреоидологии. – Издательство: «ИнтелТек Мультимедиа», Петрозаводск, 2004. – 9 с.
9. Ветшев П.С., Чилингариди К.Е., Черепенин М.Ю. Миниинвазивные технологии в лечении доброкачественных образований щитовидной железы // Хирургия. – 2002. – № 7. – С. 61–64.
10. Ворохобина Н.В., Бубнов А.Н., Кузнецова А.В. Использование препаратов тиреоидных гормонов в лечении некоторых форм узлового зоба // Современные аспекты хирург. эндокринологии: Материалы X (XII) Российского симпозиума по хирургии, эндокринологии. – Смоленск, 2002. – С. 113–114.
11. Гончаров Н.П. Гормональный анализ в диагностике заболеваний щитовидной железы (лекция) // Проблемы эндокринологии. – Т. 41, № 3.– 1995. – С. 31–35.
12. Горбачёва Н.С., Амирова Н.М. Диагностика патологии щитовидной железы на догоспитальном этапе // Современные аспекты хирург, эндокринологии: Материалы X (XII) Российского симпозиума по хирургии, эндокринологии. – Смоленск, 2002. – С. 128.
13. Гостимский А. В., Романчишен А. Ф., Пилькевич О. Я. Представляют ли опасность для жизни детей и подростков «кисты» щитовидной железы // Современные аспекты хирург. эндокринологии: Материалы VII (IX) Российского симпозиума по хирургии, эндокринологии. – Липецк, 1998. – С. 69–70.
14. Гребнев А.Г., Заривчацкий М.Ф., Денисов С.А., Блинов С.А. Послеоперационный гипотиреоз // Актуальные вопросы эндокринной хирургии, хирургической гепатологии и трансфузионной медицины: Сб. науч. трудов. – Пермь, 2003. – С. 54–59.
15. Дедов И.И., Трошина Е.А., Александрова Г.Ф. Диагностика, лечение и профилактика узловых форм заболеваний щитовидной железы. 1999 – Руководство для врачей.
16. Зурнаджьянц В.А., Назарочкин Ю.В. Применение дипроспана в комплексной терапии узловых заболеваний щитовидной железы //Евразийский медицинский журнал. – 2003. – № 2. – С. 34–41.

17. Котельникова Л.П., Полякова Н.Г., Ефимова Н.С. Анализ отдалённых результатов хирургического лечения доброкачественных узловых форм зоба // Современные аспекты хирург. эндокринологии: Материалы X (XII) Российского симпозиума по хирургии, эндокринологии. – Смоленск, 2002. – С. 208–209.
18. Ли С. Узловой зоб: клиническое обследование и лечение в США // Современные аспекты хирург. эндокринологии: Материалы XI(XIII) Российского симпозиума по хирургии, эндокринологии. Лекции. Т. 1. – Спб., 2003. – С. 90–99.
19. Лукомский Г.И., Шулутко А.М., Паталова А.Р. Семиков В.И. Гипотиреоз у больных, оперированных по поводу спорадического зоба //Современные аспекты хирург. эндокринологии: Материалы VII (IX) Российского симпозиума по хирургии, эндокринологии. – Липецк. – М.: МОНИКИ, 1998. – С. 146–148.
20. Мельниченко Г.А. Гипотиреоз // Русский медицинский журнал. – 1999. – Т.7. – № 7. – С. 302–308.
21. Младенцев П.И., Резниченко С.Г., Младенцева Т.В. Методы повышения эффективности склеротерапии образований щитовидной железы //Современные аспекты хирург. эндокринологии: Материалы XI (XIII) Российского симпозиума по хирургии, эндокринологии. – СПб., 2003. – С. 159–160.
22. Пащевский С.А., Бубнов А.Н., Трунин Е.М. и др. Ультразвуковая семиотика узловых образований щитовидной железы //Актуальные проблемы современной эндокринологии: Материалы IV Всероссийского конгресса эндокринологов. – СПб., 2001. – С. 359.
23. Паршин А.А., Соболев В.А., Созинов В.А.. Хирургические операции у собак и кошек – М.: «АКВАРИУМ ЛТД», 2001. – 232 с.
24. Попов О.С., Титов Д.С., Логвинов СВ. и др. Метод органосохранной хирургической коррекции заболеваний щитовидной железы //Современные аспекты хирург. эндокринологии: Материалы X (XII) Российского симпозиума по хирургии, эндокринологии. – Смоленск, 2002. – С. 324–325.
25. Рововой А.А., Трембач Г.А., Рововая Л.М. Сравнительное исследование качества жизни у пациентов с различными объёмами операций на щитовидной железе в отдалённом послеоперационном периоде // Соврем. аспекты хирург. эндокринологии: Материалы XI (XIII) Российского симпозиума по хирургии, эндокринологии. – СПб., 2003. – С. 195–198.
26. Романчишен А.Ф. Клинико-патогенетические варианты новообразований щитовидной железы. – СПб.: Наука, 1992. – 258 с.
27. Романчишен А.Ф. Активная хирургическая тактика при заболеваниях щитовидной железы как способ ранней диагностики и лечения рака: Материалы 1-го съезда онкологов стран СНГ. – М., 1996. – С. 276.
28. Селиверстов О.В., Привалов В.А. Рецидивный зоб //Современные аспекты хирург. эндокринологии: Материалы IX (XI) Российского симпозиума по хирургии, эндокринологии. – Челябинск, 2000. – С. 388–391.
29. Струков А.И., Серов В.В. Патологическая анатомия. Учебник. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Медицина, 1993. – 688 с.
30. Стяжкина С.Н., Ситников В.А., Чернышева А.А. и др. Проблема диагностики и лечения узловых форм зоба в Удмуртии // Актуальные вопросы эндокринной хирургии, хирург. гепатологии и трансфузионной медицины: Сб. науч. трудов. – Пермь, 2003. – С. 130–134.
31. Тимофеева Н.И., Черников Р.И., Слепцов И.В. и др. Диагностическая ценность тонкоигольной аспирационной биопсии узлов щитовидной железы //Вестник С.-Петерб. университета. – Сер.11. – 2006. – Вып. 2. – С. 79–85.
32. Трунин Е.М., Климченков А.П., Лебедева Т.П. Лечение узловых образований щитовидной железы методом десструкции под контролем УЗИ // Бубнов А.Н., Кузьмичев А.С., Гринева Е.Н. и др. Узловой зоб. Диагностика, тактика лечения: Пособие для врачей. – СПб., 1997. – С. 61–75.
33. Фридман М.В., Демидчик Ю.Е., Мелешко О.И. Проблемы взаимодействия врачей разных специальностей на этапах диагностики опухолей и опухолеподобных состояний щитовидной железы //Медицинская панорама. – 2004. – № 5. – С. 19–21.
34. Хирургия органов эндокринной системы: Учебное пособие // Заривчацкий М.Ф., Богатырёв О.П., Блинов С.А. и др. – Пермь: ГОУ ВПО «ПГМА Минздрава России», 2002. – 240 с.
35. Хэм А., Кормак Д. Гистология: Пер. с англ. – М.: Мир, 1983. – 296 с.
36. Черенько С.М. Про необхццпсть перегляду лшувально1 тактики при вузловому 3о6і // Матер1али V конгресу СФУЛТ. – Дншропетровск, 1994. – С. 117.
37. Шкуматов Л.М., Прядко К.А., Крылова И.И. и др. Динамика концентрации тиреоидных гормонов в крови после полной или частичной тиреоидэктомии у крыс // Проблемы эндокринологии. – 2001. – № 6. – С. 39–41.
38. Шустов СБ., Халимов Ю.Ш. Функциональная и топическая диагностика в эндокринологии: Научно-методическое издание. – СПб.: ЭЛБИ СПб., 2001. – 239 с.
39. Baloch Z.W., LiVolsi V.A. Follicular-patterned lesions of the thyroid: the bane of the pathologist //Am. J. Surg. Pathol – 2002. – Vol. 117. – P. 143–150.

40. Baloch Z.W., LiVolsi V.A. Etiology and significance of the "optically clear nucleus" //Endocrine Pathology. – 2002. – Vol. 13, № 4. – P. 289–299.
41. Carrasco Llatas M, Seijas Rosales T, López Mollá C, Tamarit Conejeros JM, Fernández Martínez S, Dalmau Galofre J. Hemithyroidectomy: when it is necessary an intraoperative frozen-section biopsy? // Acta Otorrinolaringol Esp. 2008 Apr;59(4):159–62.
42. D'Andrea V, Redler A, Calò P, Donati L, Foti N, Falvo L, De Antoni E. Thyroid nodules: comparison of preoperative and intraoperative needle aspirate and definite histological study // Chir Ital. 2000 Mar-Apr;52(2):147–53.
43. Ezzat S., Sarti D.A., Cain Dr., Braunstein G.D. Thyroid incidentalomas: prevalence by palpation and ultrasonography / / Arch. Intern. Med. –1994.-Vol. 154.-P. 1838–1840.
44. Farah-Klibi F, Blel A, Neji O, Ferjaoui M, Ben Jilani S, Zermani R. The value of intraoperative frozen section in surgical management of thyroid nodules. Report of 409 cases //Ann Pathol. 2009 Apr;29(2):80-5. Epub 2009 Mar 13.
45. Gharib H. Fine-needle aspiration biopsy of thyroid nodules: advantages, limitation and effect //Mayo Clin. Proc. – 1994. – Vol. 69. – P. 44/049.
46. Lai P, Segall L, de Korompay N, Witterick I, Freeman J. Cost analysis of intraoperative frozen section examinations in thyroid surgery in a Canadian tertiary center //J Otolaryngol Head Neck Surg. 2009 Oct;38(5):559-63.
47. Lumachi F, Borsato S, Tregnaghi A, Marino F, Polistina F, Basso SM, Koussis H, Basso U, Fassina A. FNA cytology and frozen section examination in patients with follicular lesions of the thyroid gland // Anticancer Res. 2009 Dec;29(12):5255-7.
48. Morosini PP, Mancini V, Filipponi S, Taccaliti A, Ferretti M, Gusella P, Vecchi A, Fianchini A, Fabris G. Comparison between the diagnostic accuracy in diagnosis of thyroid nodules with fine needle biopsy an intraoperative histological evaluation of frozen tissue //Minerva Endocrinol. 1997 Mar;22(1):1-5.
49. Ofelia Uribe-Uribe N, Penélope Romero-Lagarza A, Nuncio-Zamora F, Hermosillo-Reséndiz K, Angeles-Angeles A. Comparison of the usefulness of intraoperative examination and fine needle aspiration biopsy in thyroid lesions. Analysis of discordant cases in aspiration biopsy //Rev Invest Clin. 2000 Jul-Aug;52(4):383-90.
50. Solymosi T., Erdei A., Nagi D., Gal I. Percutaneous ultrasound-guided ethanol sclerotherapy of autonomous thyroid nodules //Orv. Hetil. –1999.– Vol. 1490.– P. 2161–2165.
51. Tan G.H., Gharib H. Thyroid incidentalomas: management approaches to nonpalpable nodules discovered incidentally on thyroid imaging //Ann. Intern. Med. – 1997. – Vol. 126. – P. 226–231.

Y.V. IVANOV, N.A. SOLOVJEV

USE OF MODERN INFORMATION TECHNOLOGY IN INTRAOPERATIVE DIAGNOSTICS OF CENTRAL FORMATIONS OF THE THYROID GLAND THE RESUME

The problem exact pre- and intraoperative diagnostics of various diseases of a thyroid gland is shined in work. Now the basic methods of preoperative diagnostics are: ultrasonic research of a thyroid gland and puncture thin-needle aspiration a biopsy which is carried out under ultrasonic prompting. In intraoperative diagnostics the important role belongs urgent pathologihistologic research. As one of variants of improvement quality intraoperative diagnostics is offered to use of the automated system of the analysis histologic preparations the ATLANT-BIOPSY and the computer atlas of tumors a thyroid gland developed on its basis .

Key words: ***a thyroid gland, puncture thin-needle aspiration a biopsy , the automated system of the analysis of histologic preparations.***

***В.В. ИВАНОВ**, кандидат медицинских наук,*
врач-инфекционист ОГБУЗ «Консультативно-диагностическая поликлиника №1» г. Смоленска
Тел. 8 (4812) 380396
***М.В. ШИПИЛОВ**, кандидат медицинских наук,*
доцент кафедры психологии ГОУ ВПО «Смоленский государственный университет (СмолГУ)»
Тел. 8 951 6944168; mshipilov@rambler.ru

ИЗУЧЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ИНТЕРЛЕЙКИНА-4 У БОЛЬНЫХ ОСТРЫМИ РЕСПИРАТОРНЫМИ ВИРУСНЫМИ ИНФЕКЦИЯМИ

Изучена концентрация интерлейкина-4 в сыворотке крови 93 больных ОРВИ (30 – гриппом pH1N1, 17 – гриппом A/H3N2, 16 – аденовирусной инфекцией, 17 – парагриппом, 13 – респираторно-синцитиальной вирусной инфекцией), которая при среднетяжёлых ОРВИ была повышена в остром и реконвалесцентом периодах. У больных со среднетяжёлым течением гриппа pH1N1 повышение уровня интерлейкина-4 было максимальным (по сравнению с другими ОРВИ). У всех больных с тяжёлым течением гриппа pH1N1 фактор в крови не был определён.

***Ключевые слова**: интерлейкин-4, грипп, парагрипп, аденовирусная инфекция, респираторно-синцитиальная вирусная инфекция, ОРВИ.*

Актуальность. Интерлейкин-4 (ИЛ-4) является одним из важнейших противовоспалительных биологических регуляторов, входящих в состав мультисистемы организма человека – цитокиновой сети. ИЛ-4, продуцируемый преимущественно Th2-лимфоцитами, способствует подавлению прежде всего продукции ФНО-α, ИЛ-1β, ИЛ-6, ИЛ-8 моноцитами/макрофагами, а также снижению выработки ИЛ-2, ИНФ-γ и простагландинов активированными макрофагами и Th1-лимфоцитами, что приводит к ослаблению избыточного влияния медиаторов воспаления на организм человека и к одновременной активации гуморального ответа организма (повышению секреции Ig E и Ig G).

По структуре ИЛ-4 представляет собой гликопротеин с молекулярной массой 15–20 кДа. Как и другие компоненты цитокиновой сети, ИЛ-4 играет важную роль в реализации различных эффекторных функций, необходимых для поддержания клеточного гомеостаза (между клетками крови, соединительной ткани, эпителиальными и эндотелиальными клетками и др.) [1, 3, 5]. Основные эффекторные функции ИЛ-4 состоят в стимуляции наивных Th0-клеток и их дифференцировке в Th2-лимфоциты с одновременным ингибированием дифференцировки Th1-клеток. В норме в организме человека существует баланс между активностью Th1- и Th2-лимфоцитов, в результате которого поддерживается гомеостаз между различными системами организма: иммунной, кроветворной, нервной, эндокринной и др. Именно в дизрегуляции цитокинопосредованных механизмов кооперации Т-лимфоцитов ряд исследователей видят причину утяжеления клинической картины различных заболеваний как инфекционной, так и неинфекционной природы, особенно сопровождающихся неблагоприятным исходом [3, 5].

© В.В. Иванов, М.В. Шипилов

Проведенные исследования уровня ИЛ-4 у больных ОРВИ носят достаточно фрагментарный характер. Повышенный уровень ИЛ-4 был обнаружен в носоглоточной слизи детей раннего возраста с тяжёлым течением респираторно-синцитиальной вирусной инфекцией (РС-инфекцией) [6]. У больных со среднетяжёлым течением гриппа pH1N1 не было отмечено статистически достоверных различий уровня ИЛ-4 в периферической крови с контролем, однако было отмечено повышение его концентрации у больных тяжёлой формой заболевания с развитием острого респираторного дистресс-синдрома, в 85% случаев закончившегося благоприятно [7].

Целью настоящей работы явилось исследование уровня противовоспалительного медиатора – ИЛ-4 в крови больных ОРВИ с определением его прогностического значения при данной патологии.

Материалы и методы исследования. Под нашим наблюдением находилось 83 больных ОРВИ средней тяжести в возрасте 15–54 лет: гриппом pH1N1 (n=20), гриппом A/H3N2 (n=17), аденовирусной инфекцией (n=16), парагриппом (n=17) и РС-инфекцией (n=13). У исследуемых групп больных заболевание протекало благоприятно, без осложнений. Отдельную группу составили больные с тяжёлым течением гриппа pH1N1 и летальным исходом в возрасте 19–61 года (n=10). Диагноз был подтверждён с помощью метода ПЦР или РНГА (выявлением специфических антител с ростом их титра в 4 и более раз).

Забор крови для определения уровня ИЛ-4 производили в остром периоде (1–2-й день болезни) и периоде ранней реконвалесценции (на 7–9-й день болезни). Уровень цитокина определяли в сыворотке крови методом ИФА коммерческими тест-системами «Вектор-Бест», Россия [4].

Результаты клинических и лабораторных исследований были внесены в специально разработанные карты индивидуального обследования пациентов с последующим представлением в виде электронных таблиц Microsoft Excel 2007. Статистическая обработка результатов исследований была проведена с использованием пакета StatGraphics 15.0.

Нормальность распределения вариационных рядов (соответствие закону Гаусса) проверяли с помощью критериев согласия Колмогорова–Смирнова и Шапиро–Уилка, одного из самых мощных критериев нормальности [2]. С учётом того, что содержание ИЛ-4 в крови пациентов было распределено по экспоненциальному закону (проверялось выполнение критерия экспоненциальности распределения Шапиро–Уилка [2]), в качестве точечной оценки характеристики центра группирования значений данных факторов использовали выборочное среднее (Mo). Между собой выборки сравнивали с помощью непараметрического критерия Вилкоксона–Манна–Уитни (ВМУ) – рангового критерия, хорошо приспособленного для анализа малых выборок и робастного к виду закона их распределения, а также двухвыборочного критерия Колмогорова–Смирнова (КС) [2]. Уровень значимости при проверке всех статистических гипотез – $p < 0,05$ (доверительная вероятность > 0,95).

Контролем служила кровь 16 здоровых доноров в возрасте 19–40 лет, у которых концентрация ИЛ-4 в сыворотке крови была 0,021 пг/мл. Полученные нами значения ИЛ-4 контрольной группы лиц согласуются с выборочным средним, полученным при обследовании сыворотки крови 68 здоровых доноров фирмой-производителем тест-систем «Вектор-Бест»: 0,2 пг/мл (с вариацией от 0 до 4 пг/мл).

Результаты. Сравнительная характеристика динамики концентрации ИЛ-4 в остром периоде и в периоде ранней реконвалесценции у больных ОРВИ представлена в таблице и на диаграмме.

Согласно полученным в результате исследования данным в остром периоде ОРВИ вне зависимости от его этиологии уровень ИЛ-4 достоверно повышался в сыворотке крови и не приходил в норму к периоду реконвалесценции (КС $p < 0,01$). Исключение составила только группа больных с тяжёлым течением гриппа pH1N1, у которой у всех из 10 обследованных больных ИЛ-4 не был определён (фактор отсутствовал или находился ниже порога чувствительности использованной нами тест-системы).

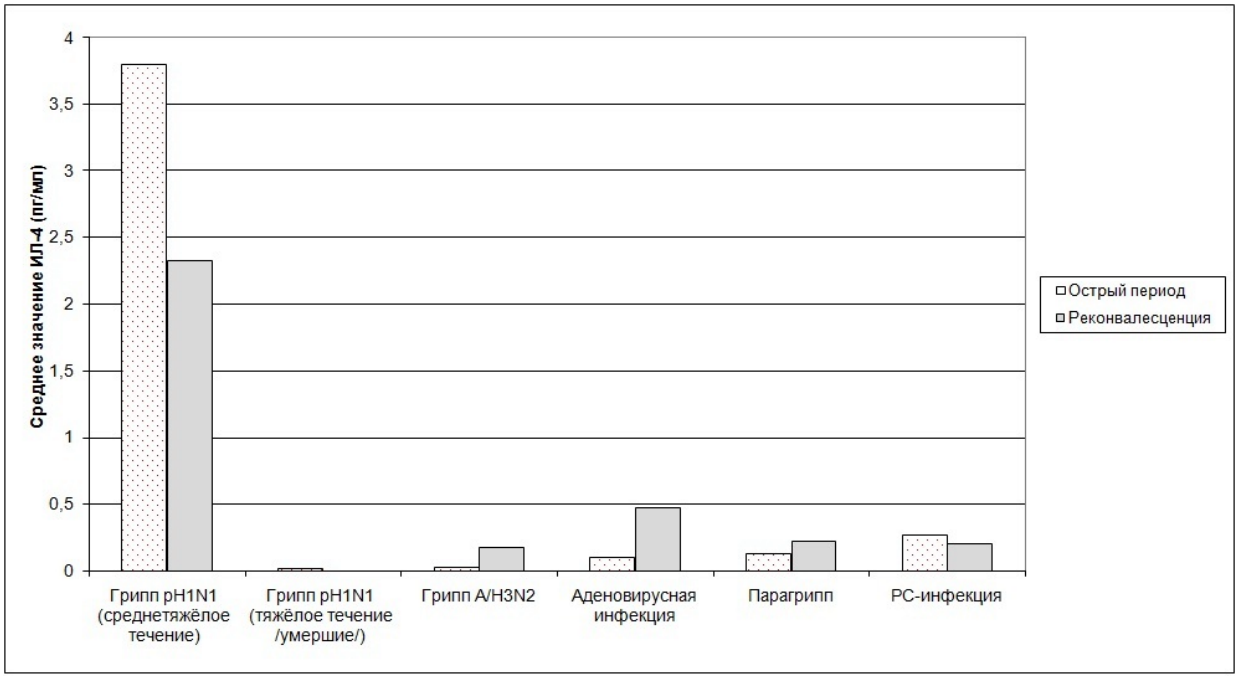
При сравнении средних значений уровня ИЛ-4 в периферической крови больных ОРВИ изучаемой нами этиологии выявлено, что не только самый минимальный, но и самый максимальный показатель был определён у больных гриппом pH1N1. Так, концентрация ИЛ-4 в остром периоде

Таблица – Сравнительная характеристика уровня ИЛ-4 у больных ОРВИ различной этиологии

Группы больных ОРВИ в зависимости от этиологии	Среднее значение ИЛ-4 (пг/мл), n – число обследованных пациентов	
Период	Острый период	Период реконвалесценции
Грипп pH1N1 (среднетяжёлое течение)	3,801#, n = 17	2,330*#, n = 20
Грипп pH1N1 (тяжёлое течение /умершие/)	0, n = 10	–
Грипп A/H3N2	0,024 #, n= 13	0,176*#, n = 13
Аденовирусная инфекция	0,096 #, n = 16	0,472*#, n = 12
Парагрипп	0,127#, n = 16	0,223*#, n = 14
РС-инфекция	0,264#, n = 12	0,203*#, n = 13
Контроль, пг/мл	0,021	

* – достоверные различия показателей в динамике заболевания (КС p < 0,01).
– достоверное отличие от контроля (КС p < 0,01).

Диаграмма. Распределение уровня ИЛ-4 в сыворотке крови больных ОРВИ различной этиологии в зависимости от периода болезни



среднетяжёлого гриппа pH1N1 составила 3,801 пг/мл, что было достоверно выше не только контрольных цифр (КС p < 0,01), но и значений уровня ИЛ-4 острого периода ОРВИ любой другой изученной нами этиологии (КС p < 0,01).

Между этими двумя выборочными средними: минимальным (0) и максимальным (3,801 пг/мл) – уровни ИЛ-4, полученные у больных ОРВИ в зависимости от этиологии, были распределены следующим образом: тяжелое течение гриппа pH1N1 < грипп A/H3N2 < аденовирусная инфекция < парагрипп < РС-инфекция < среднетяжёлое течение гриппа pH1N1 (КС p < 0,01). Распределение данных выборок согласуется с результатами Sung R.Y. et al, 2001 [8], определившими факт достоверно более высокой концентрации ИЛ-4 в сыворотке крови больных РС-инфекцией по сравнению с больными гриппом A/H3N2, что исследователи объясняли превалированием Th2-ответа у больных РС-инфекцией.

Период реконвалесценции характеризовался сохранением достоверно высокого уровня ИЛ-4 при всех ОРВИ изученной нами этиологии. Этот высокий уровень ИЛ-4 статистически значимо был выше при среднетяжёлом течении гриппа pH1N1 в сравнении не только с контролем, но и с соответствующими показателями концентрации ИЛ-4 в сыворотке крови, полученными при других ОРВИ (КС $p < 0,01$).

Исходя из средних значений, получено следующее статистически значимое распределение уровня ИЛ-4 в периоде реконвалесценции изучаемых нами ОРВИ: грипп A/H3N2 < РС-инфекция < парагрипп < аденовирусная инфекция < среднетяжёлое течение гриппа pH1N1 (КС $p < 0,01$).

Следует отметить, что в динамике ОРВИ отмечены достоверные, но не сходные изменения: уменьшение уровня ИЛ-4 к периоду реконвалесценции (при среднетяжёлом течении гриппа pH1N1 и РС-инфекции) или его повышение (грипп A/H3N2, аденовирусная инфекция, парагрипп) (КС $p < 0,01$).

Выводы. В остром периоде всех среднетяжёлых ОРВИ выявлена активация Th2-звена иммунитета, выраженная в той или иной степени, что свидетельствует об активном участии ИЛ-4 в воспалительной реакции в месте проникновения и репликации респираторного вируса. Максимальная активность Th2-лимфоцитов, вырабатывающих ИЛ-4, среди всех исследованных ОРВИ была определена при среднетяжёлом течении гриппа pH1N1 (как в остром периоде, так и в периоде реконвалесценции). Факт усиленной продукции Th2-лимфоцитами ИЛ-4 в остром периоде с прогрессирующим снижением его концентрации в течение заболевания у больных среднетяжёлой формой гриппа pH1N1 и РС-инфекции (в отличие от гриппа A/H3N2, парагриппа, аденовирусной инфекции) может быть объяснён повышенным потреблением данного фактора в связи с чрезмерной активностью макрофагов в зоне воспаления. В таких случаях создаётся реальная вероятность возникновения дизрегуляции цитокинопосредованных механизмов кооперации Т-лимфоцитов, моноцитов/макрофагов и нейтрофилов с возможным нарушением баланса в сторону усиления Th1-ответа организма.

Максимально выраженная недостаточность функционирования Th2-лимфоцитов, обусловленная полным истощением компенсаторных возможностей клеток, выявлена при тяжёлом течении гриппа pH1N1 с неблагоприятным исходом, что соотносится с описываемой у больных гриппом pH1N1 прогрессирующей Т-лимфоцитопенией в качестве типичного симптома заболевания [7]. Выявленное полное отсутствие ИЛ-4 в периферической крови свидетельствует о снижении количества ИЛ-4 в месте воспаления (в лёгочной ткани), что характеризует явный сдвиг баланса Th1-/Th2-лимфоцитов в сторону усиления активности Th1-лимфоцитов с гиперпродукцией ими ИНФ-γ и моноцитов/макрофагов с избыточным для организма синтезом провоспалительных цитокинов (ФНО-α, ИЛ-1β, ИЛ-6, ИЛ-8 и др).

Практическая значимость. Определено прогностическое значение уровня ИЛ-4 в сыворотке крови больных ОРВИ. Исходя из полученных в результате исследования данных, повышенная концентрация ИЛ-4 в остром периоде ОРВИ (особенно с повышением его выработки в динамике заболевания) свидетельствует о сохранении клеточного баланса между выработкой провоспалительных факторов и противовоспалительного ИЛ-4 и, как следствие, о благоприятном течении заболевания. Отсутствие у больных гриппом pH1N1 ИЛ-4 в сыворотке крови свидетельствует о тяжёлом течении заболевания с неблагоприятным исходом.

Библиографический список

1. Иванов А.А. Межклеточные и клеточно-матриксные взаимодействия в патологии / А.А. Иванов, О.П. Гладких, А.В. Кузнецова, Т.И. Данилова // Молекулярная медицина. – 2005. – № 2. – С. 16–21.
2. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. – М.: Физматлит, 2006. – 816 с.
3. Новицкий В.В. Молекулярные механизмы нарушения взаимодействия эффекторных клеток крови при патологии инфекционной и неинфекционной природы / В.В. Новицкий, Н.В. Рязанцева, Л.С. Литвинова // Бюллетень СО РАМН. – 2008. – № 4 (132). – С. 36–48.

4. Рябичева Т.Г. Определение цитокинов методом иммуноферментного анализа / Т.Г. Рябичева, Н.А. Вараксин, Н.В. Тимофеева, М.Ю. Рукавишников // Информационный бюллетень «Новости «Вектор-Бест». – 2004. – № 4 (34).
5. Симбирцев А.С. Цитокины – новая система регуляции защитных реакций организма / А.С. Симбирцев // Цитокины и воспаление. – 2002. – № 1. – С. 9–17.
6. Bermejo-Martin J.F. Predominance of Th2 cytokines, CXC chemokines and innate immunity mediators at the mucosal level during severe respiratory syncytial virus infection in children / J.F. Bermejo-Martin, M.C. Garcia-Arevalo, R.O. Lejarazu et al // Eur. Cytokine Netw. – 2007. – Vol. 18(3). – P. 162–167.
7. Bermejo-Martin J.F. Th1 and Th17 hypercytokinemia as early host response signature in severe pandemic influenza / J.F. Bermejo-Martin, R.O. Lejarazu, T. Pumarola et al // Crit. Care. – 2009. – Vol. 13(6). – P. 201.
8. Sung R.Y. A comparison of cytokine responses in respiratory syncytial virus and influenza A infections in infants / R.Y. Sung, S.H. Hui, C.K. Wong et al // Eur. J. Pediatr. – 2001. – Vol. 160(2). – P. 117–122.

V.V. IVANOV, M.V. SHIPILOV

THE STUDY OF CONCENTRATIONS OF INTERLEUKIN-4 IN PATIENTS WITH ACUTE RESPIRATORY VIRAL INFECTIONS

Studied the concentration of interleukin-4 in the serum of 93 patients with ARVI (30 – Influenza pH1N1, 17 – influenza A/H3N2, 16 – adenovirus infection, 17 – parainfluenza, 13 – respiratory syncytial virus infection) in acute and convalescent periods. Interleukin-4 was increased in both periods all mild ARVI. In patients with mild influenza pH1N1 raising interleukin-4 was the highest (compared with other ARVI). Interleukin-4 in the blood all patients with severe influenza pH1N1 was not determined.

Key words: ***interleukin-4, influenza, parainfluenza, adenoviral infection, respiratory syncytial virus infection, ARVI.***

***А.А. КОСИНСКИЙ**, аспирант кафедры общественного здоровья и гигиены медицинского института Орловского государственного университета*
Тел. (4862) 76-12-25

ПИТАНИЕ КАК ФАКТОР МЕТАБОЛИЧЕСКОЙ РЕГУЛЯЦИИ РАЗВИТИЯ ДЕТЕЙ

Показано значение нутриентного фактора в возникновении и развитии алиментарно-зависимой патологии у детей. Дана оценка динамики показателей физического развития детей в зависимости от условий вскармливания. Приводятся данные по оценке фактического питания детей, посещающих детские дошкольные учреждения.

Ключевые слова: ***вскармливание, прикорм, физическое развитие, нутриенты, фактическое питание, алиментарно-зависимые болезни, функциональные нарушения.***

За последние два десятилетия одним из последствий неблагоприятных изменений в различных сферах жизнедеятельности общества стало ухудшение здоровья детей, в том числе рост хронических форм соматической патологии, психических расстройств, повышение частоты врожденных пороков развития, возрождение «старых» и актуализация «новых» инфекций, ухудшение показателей физического развития и т.д. По данным, представленным на XVI съезде педиатров России, 40% детей рождаются больными или заболевают в период новорожденности, ежегодно на 5–6% растет общая заболеваемость детей всех возрастов, более чем у 50% подростков диагностированы заболевания, которые в дальнейшем могут отрицательно повлиять на репродуктивную функцию. Среди множества биологических и социальных факторов, влияющих на состояние здоровья ребенка, питание является наиболее постоянно действующим и поддающимся рациональному регулированию. Всякие нарушения в питании детей – и количественные, и особенно качественные – отрицательно влияют на их здоровье. Согласно современным представлениям питание на ранних этапах развития (внутриутробное и постнатальное) может существенным образом влиять на риск развития таких алиментарно-зависимых заболеваний, как сахарный диабет 2-го типа, сердечно-сосудистые заболевания, метаболические нарушения. Первый год жизни ребенка является «критическим периодом», когда характер питания может предопределять (программировать) особенности метаболизма в последующие годы. По мнению ряда исследователей, повышенное количество белка, поступающее в организм младенца при искусственном вскармливании, стимулирует секрецию инсулина и инсулиноподобного фактора роста, способствующих адипогенезу и увеличению скорости роста, что и формирует риск развития ожирения и нарушение липидного обмена в дальнейшем.

Целью данной работы явилось изучение пищевого анамнеза, антропометрического статуса и состояния фактического питания дошкольников, посещающих детские дошкольные учреждения (ДДУ) г. Орла. Было обследовано 374 ребенка в возрасте от 3,5 до 6,5 года, мальчиков – 208, девочек – 166. При этом изучались истории развития детей; анкеты для родителей, включающие вопросы, посвященные практике вскар-

© А.А. Косинский

мливания детей на первом году жизни; использовались общепринятые методики антропометрического обследования с определением величин Z-скора, методы изучения фактического питания (метод суточной регистрации питания, анализ данных меню-раскладок).

Было установлено, что у 39,7% обследованных детей масса тела при рождении составляла 3001–3500 г, у 23,4% – 3500–4000 г, у 22,7% – 2501–3000 г. Низкую массу тела (< 2500,0) при рождении имели 7,6% детей, и 6,6% родились с массой тела более 4000 г. Максимальное количество детей были рождены с длиной тела 50–52 см, 16,3% – менее 50 см и 21% – более 52 см.

При изучении характера вскармливания детей до года были выявлены следующие особенности: 36% матерей прекратили грудное вскармливание до 3-месячного возраста ребенка, 18% – до 6 месяцев, 15,2% кормили грудным молоком своих детей до 9 месяцев, а 30,8% – до 1 года и старше. При этом была установлена прямая связь продолжительности грудного вскармливания и уровня образования матерей. Этот факт отражает значимость повышения уровня знаний матерей о важности грудного вскармливания для нормального роста и развития ребенка. Наряду с этим отмечены факты использования уже в первые месяцы жизни младенцев в их питании неадаптированных молочных продуктов (коровье и козье молоко, кефир), введение в прикорм ранее 4 месяцев молочных каш. У детей, находившихся на неадаптированном искусственном вскармливании, в 39% случаев установлена пищевая аллергия, в 43% – функциональные кишечные нарушения, в 35% – дефицитная анемия. Выявлена прямая корреляционная зависимость между сроками введения прикорма и возникновением аллергических реакций и функциональных нарушений ЖКТ у детей: наиболее значимая при естественном вскармливании – при введении фруктовых соков и пюре, овощного пюре и желтка, при искусственном – в большей степени при раннем введении сока и желтка, в меньшей – фруктового пюре.

Корреляционный анализ взаимосвязи характера вскармливания и заболеваемости показал, что при длительном естественном вскармливании первое заболевание ОРВИ регистрируется в более старшем возрасте (в среднем в 11–14 месяцев, r=0,84), а частота ОРВИ до 3 лет достоверно меньше. Наиболее высокой заболеваемость ОРВИ была у детей, находившихся на вскармливании частично адаптированными смесями: на 1-м году – 41%, на 2-м – 49% и 3-м – 60%.

Как известно, физическое развитие детской популяции является ведущим критерием состояния здоровья населения, а основные параметры антропометрического статуса детей разного возраста имеют значение ценных санитарно-гигиенических показателей, отражающих влияние как положительных, так и отрицательных факторов внешней среды. Оценка параметров физического развития обследованных детей на первом году жизни установила более высокие показатели массы тела и роста в первые 6 месяцев жизни у детей, находившихся на исключительно грудном вскармливании, и высокие значения только массы тела при искусственном вскармливании частично адаптированными смесями. В возрасте старше года обследованные дети были разделены на 3 группы с возрастным интервалом в 1 год. Сравнительная оценка длины и массы тела мальчиков и девочек от 3,5 до 4,5 года не выявила достоверных половых различий. В возрасте 5 лет девочки оказались выше в среднем на 3,7 см. Наибольшая разница между средними показателями массы тела мальчиков и девочек отмечалась в возрасте 6 лет, составляя в среднем 1,5 кг. Наиболее выражен прирост длины и массы тела у девочек в возрасте от 4 до 5 лет (10,4 см и 3,65 кг соответственно). Анализ средних показателей индекса массы тела (ИМТ) показал, что в возрастном интервале от 4 до 6 лет значения стабильны и не имеют половых различий. Для детализации оценки антропометрических показателей были рассчитаны величины Z-скора для массы тела по возрасту, длины тела по возрасту и массы тела по длине тела. Полученные значения Z-скоров указывают в целом на соответствие физического развития обследованных детей международным стандартам. Однако при этом отмечается тенденция к увеличению числа детей с высоким ростом и избыточной массой тела, особенно в группе девочек в возрасте от 4,5 до 5,5 года.

При изучении фактического питания как фактора, в значительной мере определяющего темпы

развития детского организма и его метаболический статус, нами исследовались режим питания, потребление различных продуктов и содержание в них пищевых и биологически активных веществ, отражающих обеспеченность организма дошкольников отдельными нутриентами. В ходе работы анализировались меню-раскладки в ДДУ за один день, неделю, месяц с подсчетом содержания в рационах основных пищевых ингредиентов, минеральных веществ и витаминов, энергетической ценности суточного рациона питания. Выявлено занижение квоты белков (завтрак, полдник), превышение удельного веса углеводов (завтрак, полдник) и жиров (завтрак, ужин) при недостатке растительного жира относительно рекомендуемых норм. Отмечается недостаточное потребление детьми кисломолочных продуктов, рыбы, мясных продуктов, овощей, яиц при избыточном потреблении круп, макаронных изделий, хлеба.

Однако, по мнению ряда специалистов, количество съеденной пищи довольно часто не соответствует объему, запланированному в меню-раскладке. Кроме того, при анализе фактического питания ребенка, посещающего ДДУ, нельзя недооценивать организацию и качество питания детей в семье. Нами было проведено изучение фактического питания у 24 детей методом его регистрации в ДДУ и в домашних условиях. Оказалось, что в домашних условиях ребенок получает около 20% всех пищевых веществ и энергии. При этом установлено превышение потребления пищи по энергетической ценности на 10%, а по белку – на 9% в сравнении с возрастными нормами физиологической потребности.

Заслуживает особого рассмотрения ассортимент продуктов, потребляемых детьми дома. Наши исследования показали преобладание в питании детей в домашних условиях продуктов и блюд с высокой калорийностью, большим содержанием жира и углеводов: макароны и каши с добавлением сливочного масла, бутерброды, торты, мороженое. Картофель-фри и жареный встречались у каждого 2–5 ребенка, тогда как в день обследования вне детского сада фрукты не употребляли около 40% детей. Примечательно, что такой тип питания не был связан с уровнем дохода в семье, поскольку выявленный дисбаланс был связан с включением в детский рацион дорогих деликатесных продуктов (икра, копченые и полукопченые колбасы, торты и т.д.). В изученных домашних ужинах были широко представлены мучные изделия (оладьи, блинчики), молочные каши, супы, жареный и вареный картофель.

Таким образом, питание является одним из важнейших факторов, определяющих развитие ребенка с раннего возраста. «Золотой» стандарт вскармливания младенца – грудное молоко. В последние годы отмечено некоторое увеличение числа матерей, осуществляющих длительное грудное кормление. На этом фоне по-прежнему распространено использование в питании детей 1-го года неадаптированных и частично адаптированных молочных продуктов, нарушение сроков введения прикорма, что способствует развитию аллергических реакций, фоновых состояний и повышенной респираторной заболеваемости. Не исключается связь несбалансированного питания детей раннего возраста (высокое содержание белка, животных жиров) с увеличением числа детей в возрасте 4,5–5,5 года с высоким ростом и избыточной массой тела. Дисбаланс рациона дошкольников, посещающих ДДУ, в значительной мере обусловлен особенностями питания ребенка в семье, что связано с недостаточной нутрициологической грамотностью родителей.

***И.М. КОТОВАН**, кандидат медицинских наук, врач ОГБУЗ «Смоленская областная детская клиническая больница»*
Тел. 8 (4812) 554222; i_kotovan08@mail.ru
***М.В. ШИПИЛОВ**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры психологии ГОУ ВПО «Смоленский государственный университет (СмолГУ)»*
Тел. 8 951 6944168; mshipilov@rambler.ru

УРОВЕНЬ ИНТЕРЛЕЙКИНА-1β У БОЛЬНЫХ ОСТРЫМИ РЕСПИРАТОРНЫМИ ВИРУСНЫМИ ИНФЕКЦИЯМИ

Изучена концентрация интерлейкина-1β в сыворотке крови 93 больных ОРВИ (25 – гриппом pH1N1, 17 – гриппом A/H3N2, 17 – аденовирусной инфекцией, 21 – парагриппом, 13 – респираторно-синцитиальной вирусной инфекцией) в остром и реконвалесцентом периодах заболевания. Выявлено повышение фактора в остром периоде среднетяжёлого гриппа pH1N1 со снижением при тяжёлом течении с неблагоприятным исходом. Уровень интерлейкина-1β при ОРВИ другой этиологии достоверно не отличался от контроля либо был снижен (в периоде реконвалесценции гриппа A/N3N2, парагриппа).

Ключевые слова: ***интерлейкин-1β, грипп, парагрипп, аденовирусная инфекция, респираторно-синцитиальная вирусная инфекция, ОРВИ.***

Актуальность. Интерлейкин-1β (ИЛ-1β) – важнейший цитокин воспаления, который является одним из необходимых элементов биологической мультисистемы – цитокиновой сети, играющей ключевую роль в осуществлении клеточного гомеостаза [1]. Эффекты цитокиновой сети проявляются уже при минимальных концентрациях цитокинов и распространяются далеко за пределы иммунной системы [4].

По структуре ИЛ-1β представляет собой белок с молекулярной массой 15 кДа. Продуцируют ИЛ-1β различные клетки, но прежде всего макрофаги и фагоциты, в меньшей степени – эндотелиоциты, лимфоциты, фибробласты и др. Функции ИЛ-1β в месте воспаления разнообразны. Он повышает проницаемость сосудов микроциркуляторного русла, стимулирует клетки мононуклеарного ряда к фагоцитозу, усиливая их цитотоксическую и бактерицидную активность, активирует Т- и В-лимфоциты, стимулирует гемопоэз и синтез коллагена, регулирует температуру тела (одно из его названий – «пирогенный фактор»). Повышенная продукция ИЛ-1β прямо связана с высоким уровнем в сыворотке крови острофазовых белков, простагландинов, молекул адгезии и других провоспалительных цитокинов [4].

Исходя из ключевого влияния ИЛ-1β в реализации противовирусного врождённого иммунитета, изучение его уровня было проведено при различных формах острых респираторных вирусных инфекций (ОРВИ). Так, повышенный уровень ИЛ-1β был обнаружен в носоглоточной слизи детей раннего возраста с тяжёлым течением респираторно-синцитиальной вирусной инфекции (РС-инфекции) [5]. Повышение уровня ИЛ-1β в периферической крови было определено у больных с тяжелым течением гриппа

© И.М. Котован, М.В. Шипилов

pH1N1, но в подавляющем большинстве случаев протекавшим с благоприятным исходом (из 20 наблюдаемых пациентов выжило 17); у больных же со среднетяжёлым течением уровень исследуемого фактора достоверно не отличался от нормы [6].

Целью настоящей работы явилось исследование уровня мощного медиатора воспаления – ИЛ-1β в крови больных ОРВИ (в зависимости от вируса, вызвавшего заболевание) с определением возможного прогностического значения цитокина при данной патологии.

Материалы и методы исследования. Обследовано 83 больных ОРВИ средней тяжести в возрасте 15–54 лет: гриппом pH1N1 (n=15), гриппом A/H3N2 (n=17), аденовирусной инфекцией (n=17), парагриппом (n=21) и РС-инфекцией (n=13). У исследуемых групп больных заболевание протекало благоприятно, без осложнений. Отдельную группу составили больные с тяжёлым течением pH1N1 и летальным исходом в возрасте 19–61 года (n=10). Диагноз был подтверждён с помощью метода ПЦР или РНГА (выявлением специфических антител с ростом их титра в 4 и более раз).

Забор крови для определения уровня ИЛ-1β производили в остром периоде (1–2-й день болезни) и периоде ранней реконвалесценции (на 7–9-й день болезни). Уровень цитокина определяли в сыворотке крови методом ИФА коммерческими тест-системами «Вектор-Бест», Россия [3].

Результаты клинических и лабораторных исследований были внесены в специально разработанные карты индивидуального обследования пациентов с последующим представлением в виде электронных таблиц Microsoft Excel 2007. Статистическая обработка результатов исследований была проведена с использованием пакета StatGraphics 15.0.

Нормальность распределения вариационных рядов (соответствие закону Гаусса) проверяли с помощью критериев согласия Колмогорова–Смирнова и Шапиро–Вилкса, одного из самых мощных критериев нормальности. При выполнении гипотезы нормальности распределения в качестве точечной оценки характеристики центра группирования значений случайной величины использовали выборочное среднее (Mo) [2].

В случае нормального распределения каждой из выборок межгрупповые различия выявляли при помощи t-критерия Стьюдента (СТ) и точного критерия Фишера для сравнения дисперсий (Ф). При невыполнении гипотезы нормальности распределения в качестве точечной оценки характеристики центра группирования значений случайной величины использовали медиану (Me) – показатель, наименее подверженный влиянию со стороны индивидуальных колебаний признака. Между собой выборки сравнивали с помощью непараметрического критерия Вилкоксона–Манна–Уитни (ВМУ) – рангового критерия, хорошо приспособленного для анализа малых выборок и робастного к виду закона их распределения, а также двухвыборочного критерия Колмогорова–Смирнова (КС) [2]. Уровень значимости при проверке всех статистических гипотез – $p < 0,05$ (доверительная вероятность > 0,95).

Контролем служила кровь 17 здоровых доноров в возрасте 19–40 лет, у которых ИЛ-1β был равен Me = 0,8 пг/мл (0–6,0). Полученные нами значения ИЛ-1β контрольной группы лиц согласуются с показателями, полученными при обследовании сыворотки крови 68 здоровых доноров фирмой-производителем тест-систем «Вектор-Бест»: выборочным средним – 1,6 пг/мл с диапазоном значений от 0 до 11 пг/мл.

Результаты. Сравнительная характеристика динамики концентрации ИЛ-1β в остром периоде и периоде ранней реконвалесценции сыворотки крови больных ОРВИ представлена в таблице и на диаграмме.

Согласно полученным в результате исследования данным, выявлен статистически значимый повышенный уровень ИЛ-1β у больных со среднетяжёлой формой гриппа pH1N1 в остром периоде заболевания по сравнению с контролем (Ф $p < 0,05$). Отметим, что при тяжёлой форме гриппа pH1N1 (в сравнении со среднетяжёлой формой) уровень ИЛ-1β в сыворотке крови больных был достоверно ниже (Ф $p < 0,01$), к тому же он не отличался от контроля (ВМУ, КС $p > 0,05$). Такая более низкая концентрация ИЛ-1β при тяжёлом течении гриппа pH1N1, возможно, связана не с недостаточной выработкой провоспалительного ИЛ-1β, а, скорее всего, с более быстрым разрушением фактора в центральном кровотоке, а также с активацией выработки специфического антагониста – рецепторного антагониста интерлейкина-1β.

Таблица – Сравнительная характеристика уровня ИЛ-1β у больных ОРВИ

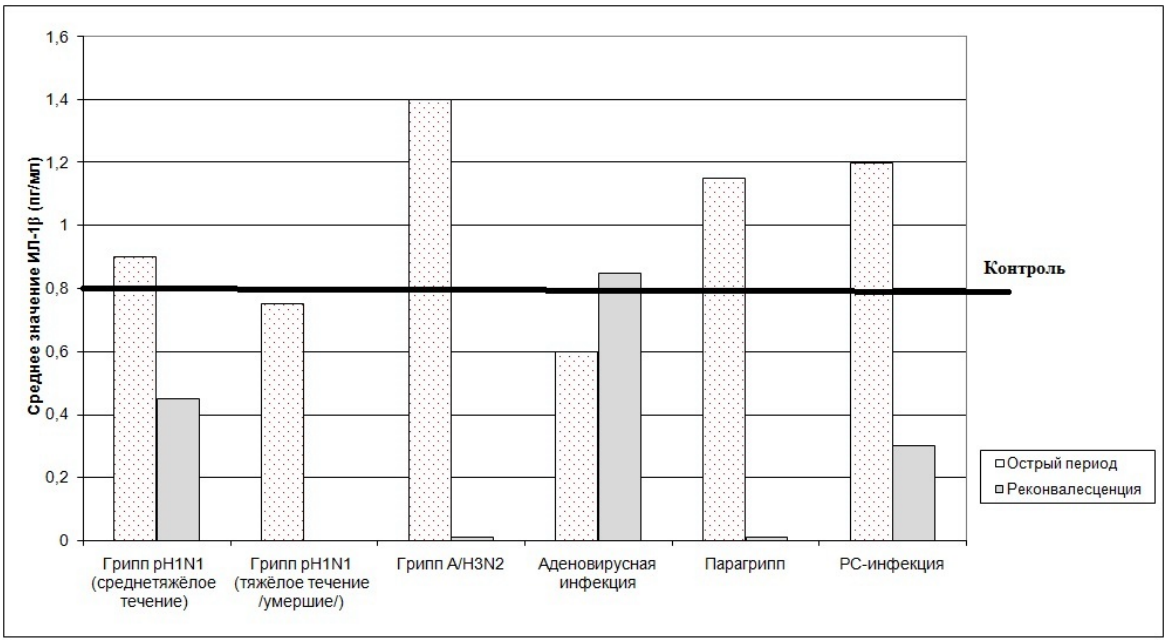
Группы больных ОРВИ в зависимости от этиологии	Медиана ИЛ-1β (диапазон значений), пг/мл; n – число обследованных пациентов	
Период	Острый период	Период реконвалесценции
Грипп pH1N1 (среднетяжёлое течение)	0,9 (0 – 3,4)$^{**\#}$, n = 15	0,45 (0 – 5,2), n = 14
Грипп pH1N1 (тяжёлое течение /умершие/)	0,75 (0 – 8,8), n = 10	–
Грипп A/H3N2	1,4 (0 – 163,3), n= 16	0 (0 – 5,4)$^{*\#}$, n = 13
Аденовирусная инфекция	0,6 (0 – 18,1), n = 17	0,85 (0 – 14,5), n = 12
Парагрипп	1,15 (0 – 7,5), n = 16	0 (0 – 3,2)$^{*\#}$, n = 20
РС-инфекция	1,2 (0,1 – 6,9), n = 13	0,3 (0 – 8,3)*, n = 13
Контроль, пг/мл	0,8 (0 – 6,0), n=17	

*– достоверные различия показателей в динамике заболевания ($p < 0,05$).

**– достоверные различия между группой больных с тяжёлым течением гриппа pH1N1 и другими ОРВИ, находящимися в остром периоде заболевания ($p < 0,05$).

– достоверное отличие от контроля ($p < 0,05$).

Диаграмма – Распределение уровня ИЛ-1β в сыворотке крови больных ОРВИ различной этиологии в зависимости от периода болезни



Уровень ИЛ-1β в остром периоде ОРВИ (за исключением гриппа pH1N1) статистически значимо не отличался от контроля (ВМУ, КС $p > 0,05$). В периоде реконвалесценции ОРВИ концентрация ИЛ-1β либо не отличалась от уровня здоровых лиц (грипп pH1N1, РС-инфекция, аденовирусная инфекция), либо она была даже ниже контрольных цифр при гриппе A/H3N2 (КС $p < 0,05$), парагриппе (КС $p < 0,01$). Последнее может быть объяснено повышенным истощением компенсаторных возможностей клеточных популяций крови по синтезу ИЛ-1β.

При сравнении динамики уровня ИЛ-1β при гриппе pH1N1 в сравнении с гриппом A/H3N2 отмечены следующие различия. При гриппе pH1N1 в остром периоде заболевания был зарегистрирован более высокий уровень ИЛ-1β, который, хотя и также уменьшался к периоду реконвалесценции, но до достоверно более высокого уровня, чем при грип-

пе A/H3N2 (КС $p < 0,05$). Данный факт может свидетельствовать о более интенсивной выработке ИЛ-1β эффекторными клетками крови (прежде всего макрофагами) в течение всего инфекционного процесса, вызванного вирусом гриппа pH1N1, в сравнении с гриппом A/H3N2.

Выводы. Таким образом, нами отмечена достаточно однотипная тенденция изменения уровня ИЛ-1β в большинстве изученных нами групп больных ОРВИ (кроме аденовирусной инфекции) в виде более высоких уровней ИЛ-1β в остром периоде ОРВИ с последующим снижением его концентрации к периоду реконвалесценции (при сравнении показателей прежде всего в динамике заболевания). Отсутствие достоверных изменений содержания ИЛ-1β в периферической крови больных при большинстве ОРВИ в остром периоде, по-видимому, подтверждает достаточные компенсаторные возможности клеточных популяций (преимущественно макрофагов), синтезирующих данный белок.

При среднетяжёлом течении гриппа pH1N1 концентрация ИЛ-1β в сыворотке крови в остром периоде заболевания достоверно была повышена (в сравнении с контролем). Особенностью тяжёлого течения гриппа pH1N1 по сравнению с его среднетяжёлой формой является достоверно меньший уровень ИЛ-1β, не отличающийся от нормальных значений, что может иметь прогностическое значение.

В связи со статистически значимым повышением уровня ИЛ-1β в сыворотке крови больных среднетяжёлой формы гриппа pH1N1 в сравнении с контролем и сохранением более высокой концентрации данного фактора в крови больных к периоду реконвалесценции (в отличие от генетически близкого к нему гриппа A/H3N2) можно предположить о более интенсивной функциональной активности моноцитарно-макрофагального звена иммунитета при новой для иммунной системы разновидности вируса гриппа типа А.

Практические рекомендации. Снижение уровня ИЛ-1β в сыворотке крови больных гриппом pH1N1 при сохранении или усилении симптомов интоксикации может свидетельствовать о переходе заболевания на новый уровень реагирования иммунной системы, характеризующийся утяжелением состояния и неблагоприятным прогнозом.

Библиографический список

1. Иванов А.А. Межклеточные и клеточно-матриксные взаимодействия в патологии [Текст] / А.А. Иванов, О.П. Гладких, А.В. Кузнецова, Т.И. Данилова // Молекулярная медицина. – 2005. – № 2. – С. 16–21.
2. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников [Текст]. – М.: Физматлит, 2006. – 816 с.
3. Рябичева Т.Г. Определение цитокинов методом иммуноферментного анализа [Текст] / Т.Г. Рябичева, Н.А. Вараксин, Н.В. Тимофеева, М.Ю. Рукавишников // Информационный бюллетень «Новости «Вектор-Бест». – 2004. – № 4 (34).
4. Симбирцев А.С. Цитокины – новая система регуляции защитных реакций организма [Текст] / А.С. Симбирцев // Цитокины и воспаление. – 2002. – № 1. – С. 9–17.
5. Bermejo-Martin J.F. Predominance of Th2 cytokines, CXC chemokines and innate immunity mediators at the mucosal level during severe respiratory syncytial virus infection in children [Текст] / J.F. Bermejo-Martin, M.C. Garcia-Arevalo, R.O. Lejarazu et al // Eur. Cytokine Netw. – 2007, Vol. 18(3). – P. 162–167.
6. Bermejo-Martin J.F. Th1 and Th17 hypercytokinemia as early host response signature in severe pandemic influenza [Текст] / J.F. Bermejo-Martin, R.O. Lejarazu, T. Pumarola et al // Crit. Care. – 2009, Vol. 13(6). – P. 201.

I.M. KOTOVAN, M.V. SHIPILOV

INTERLEUKIN-1β IN PATIENTS WITH ACUTE RESPIRATORY VIRAL INFECTIONS

Studied the concentration of interleukin-1β in the serum of 93 patients with ARVI (25 – Influenza pH1N1, 17 – influenza A/H3N2, 17 – adenovirus infection, 21 – parainfluenza, 13 – respiratory syncytial virus infection) in acute and convalescent periods. Revealed increasing factor in the acute stage of mild influenza pH1N1 with a reduction in severe with fatal outcome. Interleukin-1β in other ARVI was not significantly different from control, or has been reduced (in the convalescence period of influenza A/N3N2, parainfluenza).

Key words: ***interleukin-1β, influenza, parainfluenza, adenoviral infection, respiratory syncytial virus infection, ARVI.***

Е.А. СЕМЕНОВА, *аспирант кафедры внутренних болезней медицинского института Орловского государственного университета*
Тел. 89261694844; engenia@yandex.ru
В.И. ВИШНЕВСКИЙ, *доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой внутренних болезней медицинского института Орловского государственного университета*
Тел. (0862) 42-94-53

ПСИХОЛОГО-СОЦИАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

В работе дана психолого-социальная характеристика больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями. Приведены результаты наблюдений и тестирования с оценкой их отношения к здоровью, и представлено направление работы с ними.

Ключевые слова: ***сердечно-сосудистые заболевания, артериальная гипертония, пациент, депрессия, психокоррекционная работа, реабилитация, психологическая помощь.***

За последние годы в Российской Федерации сложилась напряженная эпидемиологическая ситуация, связанная с ростом сердечно-сосудистых заболеваний, которые представляют собой прямую угрозу здоровью населения, а наносимые ими потери приводят к значительному экономическому ущербу. Экономический ущерб обусловлен утратой трудоспособности работающего населения, преждевременной смертью из-за артериальной гипертонии (АГ), а также ее осложнений – ишемической болезни сердца (ИБС) и цереброваскулярных болезней.

В этой связи большое значение имеет обучение населения с помощью информационных программ об АГ, факторах риска ее развития и осложнениях, адаптированных к различным возрастным группам, ведению здорового образа жизни и профилактике сердечно-сосудистых заболеваний.

Многими исследователями [Сысоева Н.Ю. (2001), Коломоец Н.М. и др. (2000)] установлено, что у больных с ИБС наблюдаются психические и эмоционально-личностные изменения. Они жалуются на рассеянность, забывчивость, снижение памяти, ослабление внимания. У многих изменяется характер. Пациенты становятся обидчивыми, плаксивыми, мнительными. Постоянно контролируют функции своего организма (часто подсчитывают пульс, измеряют артериальное давление, постоянно просят врача исследовать кровь, записать ЭКГ).

Проведенное тестирование для выявления уровня тревоги и степени выраженности депрессии (порядка 10 различных тестов) показало, что из 132 обследованных легкая степень депрессии отмечена у 96% женщин и 96,4 % мужчин. При этом у одних преобладают повышенная возбудимость, раздражительность и вспыльчивость, импульсивность, у других – подавленность, повышенная утомляемость, снижение умственной работоспособности. Третьи – мнительные и недоверчивые. Эти больные становятся подозрительными, им кажется, что их права ущемляют, и они звонят и

© Е.А. Семенова, В.И. Вишневский

пишут во всевозможные инстанции (36%).

Наблюдениями выявлено, что состояние психических реакций отражается на характере сна. 70% пациентов жалуются на нарушение сна, бессонницу, они с трудом засыпают, плохо спят, часто просыпаются среди ночи и больше не могут уснуть. В течение дня у них отмечается сонливость.

Кроме того, у 62 % обследованных был выявлен высокий и средний уровень переживаемого стресса (конфликтные ситуации в семье или на работе, длительные болезни близких, друзей, потеря близкого человека, физические и умственные перегрузки, переживания, связанные с болезнью).

У всех больных отмечаются подавленность, выраженные страхи перед инвалидностью, за будущее, за свое здоровье, благополучие семьи.

Пожилые люди и пациенты с 3-й степенью гипертонии обычно жалуются на головные боли, шум в голове, пошатывания при ходьбе, слабость, нарушение сна. Они чувствительны к изменениям погоды, колебаниям атмосферного давления, подавлены, тоскливы, реагируют на малейшие неприятные ощущения в области сердца.

Отмечается взаимосвязь личностных особенностей и сердечно-сосудистых заболеваний. Образ жизни пациента, его привычки, особенности поведения влияют на здоровье и течение заболевания. Большинство пациентов не соблюдают режим дня: любят смотреть ночные передачи по телевизору (или засиживаются допоздна на просмотре телевизионных передач), в результате регулярно недосыпают. Много пьют кофе, более 5–6 чашек в день, часто на ночь. Едят беспорядочно, обильно, жареную, жирную и соленую пищу. Имеют избыточный вес. Выкуривают более одной пачки сигарет. Следует отметить, что эти вредные для здоровья привычки, как ни странно, воспринимаются пациентами как удовлетворение потребности (покурить – расслабиться, пообщаться, обильно поесть – снять стресс).

Эмоционально-личностная неустойчивость и настроение больных артериальной гипертонией отражаются на окружающих их людях. У них снижается уровень общения, теплого отношения к родным, сдвиг интересов на самого себя, опасение только за свое здоровье и свою жизнь. Их охватывают беспокойство, отчаяние, мысли о смерти. Они требуют от домашних повышенного внимания к себе, обвиняют их в том, что они не понимают их состояния, что жизнь их в опасности. Близким становится трудно ладить с ними из-за мнительности, обидчивости, эгоистичных требований, вспышек по пустякам.

Полученные данные свидетельствуют о необходимости психологической и психотерапевтической помощи больным, разработки индивидуальных программ психологического сопровождения и реабилитации, профилактического консультирования и просвещения для повышения медико-психолого-социальной компетентности больных сердечно-сосудистыми заболеваниями.

Психо-коррекционная работа была направлена на формирование адекватного отношения больных к заболеванию. Занятия проводились в Школе гипертонии при поликлинике № 87 г. Москвы. При проведении занятий учитывались течение заболевания, тяжесть, осведомленность пациента о заболевании. Основные направления работы:

- внедрение профилактических образовательных технологий;
- разработка индивидуального медико-психологического маршрута сопровождения и реабилитации пациента с АГ;
- пропаганда медицинских и гигиенических знаний о здоровом образе жизни;
- повышение мотиваций к оздоровлению и ведению здорового образа жизни;
- формирование партнерских отношений и сотрудничество врача и пациента;
- повышение уровня информированности пациентов о заболевании и методах его коррекции, оказания первой доврачебной помощи при гипертонических кризах и лекарственных средствах, применяемых при повышении АД;
- обучение больного практическим навыкам (правильному измерению АД, определению индекса массы тела, калорийности питания и подбору блюд, ведению дневника);
- формирование навыков самоконтроля и самопомощи при резких колебаниях АД;
- активное участие пациента в лечебном и профилактическом процессе;
- профилактическое консультирование;

– обучение методике выполнения физических упражнений;
– обучение приемам аутогенной тренировки;
– поддержание психологического комфорта в семьях;
– рекомендации по искоренению вредных привычек;
– составление буклетов, памяток, рекомендаций, рецептур рекомендуемых блюд, физических упражнений.

Оценка физического состояния пациентов показала, что 76,3% женщин и 51,6% мужчин страдали ожирением. В этой связи особое внимание обращалось на уровень двигательной деятельности пациентов. Совместно с врачом ЛФК была разработана программа двигательной активности. Лечебную гимнастику представлял комплекс оздоровительных занятий, направленных на предупреждение возрастной полноты, профилактику и коррекцию психофизического состояния пациентов с учетом возраста, степени АД, имеющихся вторичных заболеваний, индивидуальных психологических особенностей. Перед началом занятий проводились беседы о физической нагрузке при сердечно-сосудистых заболеваниях и методике проведения упражнений дома. Затем на плакатах, видео и инструктором ЛФК показывалась техника выполнения отдельных упражнений. Слушателям выдавались распечатанные комплексы упражнений. Отдельным пациентам рекомендовали дозированное плавание в бассейне, занятия на тренажерах, точечный самомассаж. Женщинам 46–55 лет предлагали упражнения на улучшение формирования тела.

В результате у пациента, прошедшего Школу, была сформирована правильная оценка и ответственность за течение артериальной гипертонии.

Таким образом, комплексное решение проблем профилактики и реабилитации, лечения артериальной гипертонии больных с ее осложнениями, а также медико-психологическое сопровождение в структуре алгоритма действий врача-кардиолога позволили сформировать у больных приоритетное отношение к проблеме своего здоровья.

E.A. SEMENOVA, V.I. VISHNEVSKY

PSYCHOLOGICAL AND SOCIAL ASPECTS OF CARDIAC AND VASCULAR DISEASES

The article dwells upon psychological and social charateristics of the patients suffering from cardiac and vascular diseases. The authors describe the results of the observation of the patients who were put to the test for their attitude towards their health. There is also given an estimation of the patients' attitude and some ways of work with the category of diseased people in question.

Key words: ***cardiac and vascular diseases, arterial hypertension, a patient, depression, psychocorrectional work, rehabilitation, psychological aid***

***И.А. СНИМЩИКОВА**, доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой иммунологии и специализированных дисциплин Орловского государственного университета*
Тел. (4862) 43-21-86; snimshchikova@mail.ru
***М.А. ХАЛИЛОВ**, доктор медицинских наук, профессор кафедры иммунологии и специализированных клинических дисциплин медицинского института Орловского государственного университета*
Тел. (4862) 43-21-86
***Е.В. МИТЯЕВА**, ассистент кафедры внутренних болезней медицинского института Орловского государственного университета.*
Тел. +79202830077; Helendoc2006@yandex.ru

РОЛЬ АНТИМИКРОБНЫХ ПЕПТИДОВ В ПАТОГЕНЕЗЕ И ТЕЧЕНИИ ХРОНИЧЕСКОГО ПЕРВИЧНОГО ПИЕЛОНЕФРИТА

Мочевыделительная система человека защищена от инфицирования многими факторами, в т.ч. врожденного иммунитета – антимикробными пептидами. При неэффективности этих механизмов и усилении деятельности нейтрофилов, а также повышенной секреции ряда цитокинов (ИЛ-8, ИЛ-1, TNFα) возникают воспалительные процессы инфекционного генеза. Одним из самых частых таких патологий является пиелонефрит.

Ключевые слова: ***антимикробные пептиды, дефенсины, кателицидины, воспаление, мочевыделительная система, пиелонефрит.***

По данным World Health Report и Global Burden Disease project[8], хронические заболевания почек и мочевых путей обеспечивают ежегодно более 15 млн. случаев стойкой утраты трудоспособности и 850 тыс. летальных исходов в мире. Учитывая, что на долю хронического пиелонефрита приходится 11% всей нефрологической патологии[5], актуальность проблемы не оставляет сомнений.

Основными возбудителями пиелонефрита являются следующие микроорганизмы: E. coli (до 35%), группа микробов протея (Proteus mirabilis, P. species, P. rettgeri, P. morgani, P. vulgaris – до 26%), Pseudomonas aeruginosa (12%), Enterobacter sp. – 7%, Klebsiella – 5%, Staphylococcus – 14%, а также стрептококки, L-формы бактерий, микоплазмы, вирусы и грибы. В 15% случаев развития хронического пиелонефрита выявляются микробные ассоциации[7].

Каков же механизм развития хронического пиелонефрита как инфекционного заболевания, ведь, как ни странно, за исключением уретры, остальная часть мочевыделительной системы – стерильна? Эволюцией предусмотрена многоуровневая защита: попадая на слизистые урогенитального тракта, микроорганизмы вымываются с током мочи, слизи, активностью мукоцилиарного эпителия. Но некоторые виды микробов способны прикрепляться к клеткам эпителия и в таких условиях размножаться. Если адгезировавшиеся и размножающиеся бактерии при этом не вызывают повреждения тканей мочевыделительной системы, то их жизнедеятельность считается колонизацией и приводит к т.н. бессимптомной бактериурии, в противном случае (если произойдет повреждение и начнется местное воспаление) возникает инфекционный процесс.

© И.А. Снимщикова, М.А. Халилов, Е.В. Митяева

Кроме вымывания микроорганизмов компонентом защиты является выработка эпителием мочевыделительной системы ряда высокоактивных веществ – белков Tamm-Horsfall, лактоферрина, липокалина и антимикробных пептидов (дефензинов и кателицидинов)[1]. Бактерии, способные пережить первый этап защиты, описанный выше, активируют врожденный иммунитет через Toll-like-рецепторы. При увеличении микробной нагрузки хемокины и цитокины (ИЛ-8, ИЛ-1, TNFα) дополнительно привлекают множество нейтрофилов и макрофагов в месте повреждения.

Антимикробные пептиды – часть врожденного иммунитета. Эта часть защиты усиленно препятствует вторжению патогена в течение первых 4-х часов (после уступая место следующим механизмам, но не останавливаясь полностью). Такая скорость ответа необходима для предотвращения регенерации микроба, его размножения и выделения токсичных продуктов жизнедеятельности. У данной фазы врожденного иммунитета есть клиническая особенность – она протекает без признаков воспаления.

Наиболее изученными антимикробными пептидами мочевыделительной системы являются дефенсины (HNP) и кателицидины (LL-37).

HNP-1 вырабатываются в дистальных собирательных трубочках и петле Генле почек. Эти антимикробные пептиды предназначены для защиты почек от воздействия большинства бактерий. Концентрации HNP-1 в моче ниже эффективных. Но даже для этого тонкий поверхностный слой эпителия трубочек непрерывно секретирует HNP-1, смываемые током мочи. Такая интенсивная секреция позволяет повреждать и даже уничтожать микробов, прикрепившихся к эпителию, тем самым обеспечивается своеобразный химический «щит».

При хронических почечных инфекциях происходит выделение HNP-2 (отсутствуют в здоровой почке) в тех же анатомических структурах, где и HNP-1. Этот антимикробный пептид, обладая схожим действием, отличается большей активностью по отношению к микроорганизмам группы E. coli.

Белок Tamm-Horsfall (THP) препятствует прикреплению E. coli к уроэпителию.

Лактоферрин и липокалин ограничивают доступность железа (важного для микробов питательного вещества). Лактоферрин секретируется в дистальных собирательных трубочках. Он разрушает бактерии, вызывая мембранное повреждение в результате взаимодействий амфифильных катионоактивных последовательностей. Этот антимикробный пептид вне инфекционного процесса не определяется в моче[1, 4].

Липокалин захватывает загруженные железом сидерофоры (железопереносящие белки, которые некоторые бактерии используют, чтобы забирать остатки железа из окружающей среды), т.о. оказывая бактериостатическое действие. Липокалин усиленно выделяется всеми структурами в почке в течение первых 3-х часов после повреждения или острого тубулярного некроза в результате ишемии[3].

Кателицидины присутствуют в моче здоровых лиц в низкой концентрации и в высоких концентрациях при инфекционном процессе мочевыделительной системы. Эти антимикробные пептиды также имеют эпителиальное происхождение, что подтверждено исследованиями биопсий почек[1].

Если микроорганизм способен пережить и преодолеть описанную систему защитных факторов, уроэпителий становится восприимчивым к адгезии и, как результат, повреждается. Тогда через Toll-like-рецепторы стимулируется выработка цитокина ИЛ-8 и антимикробных пептидов. Увеличение концентрации ИЛ-8 приводит к быстрому привлечению большого числа нейтрофилов к очагу повреждения, обеспечивая тем самым дополнительную антиинфекционную помощь, но и вызывая местное эпителиальное повреждение. Если и на этом этапе защита терпит неудачу, приток нейтрофилов становится более массивным, что влечет за собой нарушение нормальной микроанатомии уроэпителия, в дальнейшем же инфекция распространится по всей мочевыделительной системе.

По данным Орловского медицинского информационно-аналитического центра, отмечается рост заболеваемости хроническим пиелонефритом, превышающий всероссийские показатели. В связи с этим было проведено предварительное обследование 30 больных с установленным диагнозам «хронический первичный пиелонефрит» в фазе обострения, проходивших стационарное лечение в рамках нефрологического отделения Орловской областной клинической больницы. Выявлено выражен-

ное увеличение концентрации HNP-1-3 в крови в первые сутки госпитализации, некоторое снижение (но не нормализация) к 5-м суткам течения инфекционного процесса и сохранение повышенного содержания этих антимикробных пептидов даже на фоне проведения традиционной антибактериальной терапии (рис. 1). В крови здоровых лиц допустимая концентрация дефенсинов – 50–100 нг/ммоль. В крови обследуемых пациентов эти антимикробные пептиды содержались в следующем количестве: в первые сутки антибактериальной терапии 775±495 нг/ммоль, на 5-е сутки 675±659 нг/ммоль, на 10-е сутки 408±245 нг/ммоль. Но при этом клинически уже на 7–8-е сутки лечения каких-либо субъективных выраженных признаков патологии (увеличение температуры, боль в пояснице, дизурия, признаки интоксикации[6]) пациентами не отмечалось. В результатах клинико-лабораторного обследования (общий анализ крови, общий анализ мочи, анализ мочи по Нечипоренко) все показатели к этому же времени нормализовались.

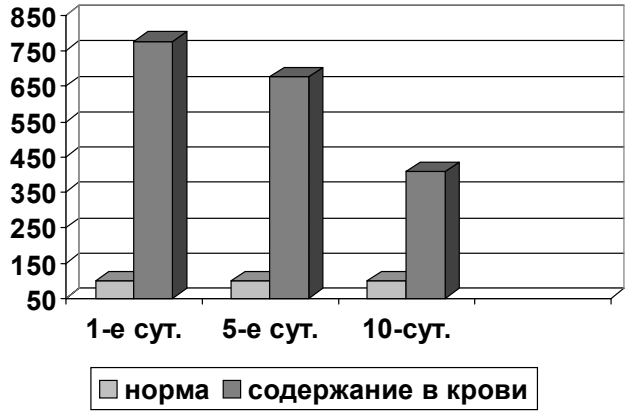


Рис. 1. Содержание дефенсинов (HNP 1-3), нг/ммоль, в крови пациентов с обострением хронического первичного пиелонефрита на 1-е, 5-е, 10-е сутки консервативной терапии

Содержание ИЛ-8 в крови здоровых людей не превышает 0,03 нг/мл (30 пг/мл). У обследуемых пациентов концентрация цитокина резко повышалась в течение первых суток клинически выраженного обострения (2,893±1,493 нмоль/л), снижалась на фоне антибактериальной терапии на 5-е сутки (1,699±0,63 нмоль/л), но нормализации также не происходило – на 10-е сутки концентрация цитокина составляла 0,26±0,193 нмоль/л (рис. 2).

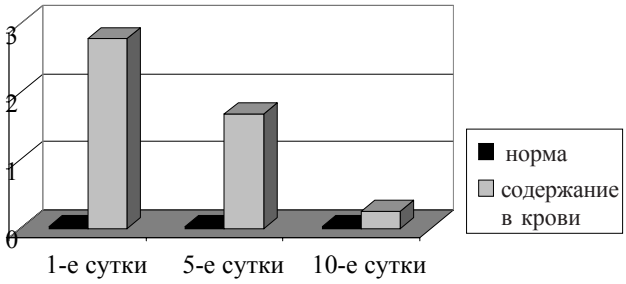


Рис. 2. Содержание ИЛ-8 (нмоль/л) в крови пациентов с обострением хронического первичного пиелонефрита на 1-е, 5-е, 10-е сутки консервативной терапии

Поскольку понимание врожденных антибактериальных механизмов, реализующихся в почке, становится полнее, новые подходы в лечении и управлении инфекциями мочевых путей должны войти в клиническую практику для более полноценной терапии, в т.ч. иммуномодуляторами, т.к. исключительно традиционное назначение антибактериальных препаратов дает, судя по всему, уменьшение или даже исчезновение клинических проявлений, но не восстановление иммунологического равновесия.

Библиографический список

1. Michael Zasloff. Antimicrobial Peptides, Innate Immunity, and the Normal Sterile Urinary Tract. American Society of Nephrology, 17 October 2007.
2. Jan Lehmann, Margitta Retz et al. Expression of human beta-defensins 1 and 2 in kidneys with chronic bacterial infection. BMC Infectious Diseases, 18 September, 2002.
3. Jun Yang, Kiyoshi Mori et al. Iron, lipocalin, and kidney epithelia. Am J Phisiol Renal Phisiol 285: F9 – F18; 2003.
4. Magnus Abrink, Eric Larsson et al. Expression of lactoferrin in the kidney: Implications for innate immunity and iron metabolism. Kidney International, Vol. 57 (2000), pp. 2004–2010.
5. Лопаткин Н. А. Хронический пиелонефрит. Материалы пленума правления Всероссийского общества урологов. – Москва, 1996. – С. 107–125.

6. Нефрология: Рук-во для врачей / Под ред. И.Е. Тареевой – М.: Медицина, 2000.
7. Окороков А. Н. Диагностика внутренних болезней. Т. 5. Диагностика болезней крови. Диагностика болезней почек. – М.: Мед. лит., 2003. – С. 415 – 418.
8. www.who.ru

I. A. SNIMSHCHIKOVA, M. A. KHALILOV, M. E. MITYAEVA

THE ROLE OF ANTIMICROBIAL PEPTIDES IN A PATHOGENESIS AND A CURRENT OF CHRONIC PRIMARY PYELONEPHRITIS.

The human urinary tract is protected from a becoming infected by many factors, including innate immunity-antimicrobial peptides. At an inefficiency of these mechanisms, including at intensifying of activity of neutrophils and the raised secretion of some cytokines (IL-8, IL-1, TNF-α), there are inflammatory processes of an infectious genesis. One of the most frequent such pathologies is the pyelonephritis.

Key words: ***antimicrobial peptides, defensins, cathelicidin, inflammation, urinary tract, pyelonephritis.***

***Н.А. СОЛОВЬЕВ**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры хирургии, анестезиологии и эндоскопии ФГОУ ДПО «Институт повышения квалификации ФМБА России», руководитель Центра эндокринной хирургии ФГУЗ «Клиническая больница № 83 ФМБА России», Москва*

***Ю.В. ИВАНОВ**, доктор медицинских наук, профессор кафедры хирургии, анестезиологии и эндоскопии ФГОУ ДПО «Институт повышения квалификации ФМБА России», зав. отделением хирургии ФГУЗ «Клиническая больница № 83 ФМБА России», Москва*

Тел. 8-916-162-05-21; ivanovkb83@yandex.ru

***Е.Э. КАЗАНЦЕВА**, кандидат медицинских наук, врач-эндокринолог отделения эндокринологии ФГУЗ «Клиническая больница № 83 ФМБА России», Москва*

СОВРЕМЕННЫЕ МИНИ-ИНВАЗИВНЫЕ МЕТОДЫ ЛЕЧЕНИЯ УЗЛОВЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

В статье рассматриваются современные малоинвазивные методики лечения узловых образований щитовидной железы. Подробно описаны такие малоинвазивные методики, как чрескожная склерозирующая терапия этанолом, интерстициальная лазерная фотокоагуляция, радиочастотная абляция и электрохимический лизис. Приведены основные показания и противопоказания к каждому малоинвазивному методу лечения. Наиболее перспективным направлением в дальнейшем развитии мини-инвазивных методов представляется деструкция автономно функционирующих узлов щитовидной железы.

Ключевые слова: ***щитовидная железа, мини-инвазивный метод, узловое новообразование.***

Узловой зоб остается одной из наиболее распространенных патологий щитовидной железы (ЩЖ). Встречаемость узловых образований ЩЖ у населения варьируется от 3 до 7%. По данным Американского общества эндокринологов, за последние годы происходит резкое увеличение числа больных с данной патологией [40], при этом рост заболеваемости происходит преимущественно за счет коллоидных форм узлового зоба.

Скрининговое применение современных методов обследования, таких как ультразвуковое исследование (УЗИ) с режимом допплеровского картирования, привело к улучшению и более ранней диагностике узловых образований ЩЖ [11, 12, 33]. По данным Американской ассоциации эндокринологов, у 20% пациентов с солитарным узловым образованием ЩЖ при УЗИ выявляются дополнительные узлы.

Увеличение числа людей, страдающих узловыми образованиями ЩЖ, приводит к росту оперативных вмешательств по поводу данной патологии, но, несмотря на совершенствование техники операций, появление приборов интраоперационной визуализации возвратных нервов, количество послеоперационных осложнений остается прежним [3, 12, 32]. Суммарная частота осложнений, по данным различных источников, колеб-

© Н.А. Соловьев, Ю.В. Иванов, Е.Э. Казанцева

лется от 1,7% до 10,8% [17, 19, 24, 29], при этом рассматриваются только первичные вмешательства на ЩЖ. К основным недостаткам хирургического лечения можно отнести низкий косметический эффект после операции и риск развития гипотиреоза за счет удаления здоровой ткани ЩЖ.

Появление видеоассистированных операций на ЩЖ, к сожалению, также не смогло решить всех проблем. Обладая лучшим косметическим эффектом после операции и сохраняя все преимущества традиционного оперативного вмешательства (возможность проведения срочной биопсии, инструментальной пальпации и визуальной оценки ЩЖ), объем оперативных вмешательств, включающий удаление здоровой ткани ЩЖ, не приводит, однако, к уменьшению числа развития послеоперационного гипотиреоза. Показания для видеоассистированного метода ограничивают его использование. Противопоказанием к применению видеоассистированых операций на ЩЖ являются узловые образования более 35 мм, подозрение на озлокачествление узла, наличие аутоиммунного тиреоидита, проведение в анамнезе лучевой терапии в области шеи [45].

Для выполнения хирургических вмешательств необходимо проведение анестезиологического пособия, что лишает возможности получения лечения лицам с высоким анестезиологическим риском.

Неудовлетворенность результатами хирургического лечения на фоне постоянного роста заболеваемости доброкачественными образованиями ЩЖ, возможность раннего выявления образований и неоправданный риск осложнений при традиционных оперативных вмешательствах заставили хирургов обратиться к поиску методов локальной деструкции ЩЖ.

Под определение малоинвазивные вмешательства в эндокринной хирургии, по нашему мнению, подходят вмешательства, проводимые под контролем УЗИ, лечебный эффект которых достигается за счет прицельного локального воздействия на патологический очаг при сохранении основной массы функционирующей паренхимы ЩЖ, окружающей узел [1, 9, 36].

С появлением в последние годы малоинвазивных методик стали разрабатываться альтернативные пути лечения пациентов с доброкачественными узловыми новообразованиями ЩЖ. Объединяет все методы тот факт, что в основе их лежит разрушение патологического очага в ЩЖ под воздействием различных факторов, оставляя при этом нетронутой функционально здоровую ткань.

В настоящее время самым известным и апробированным малоинвазивным методом лечения доброкачественных образований ЩЖ является чрескожная склерозирующая терапия этанолом (ЧСТЭ) [1, 4, 6, 36, 16, 21, 25, 35, 37, 40, 42, 47, 50]. Ряд авторов связывают возможность появления данного метода лечения с модернизацией ультразвуковых аппаратов [3, 43].

В настоящее время в мире уже накоплен колоссальный опыт применения ЧСТЭ, до 10 лет [8, 15, 20, 27, 35, 46].

Главным преимуществом метода является возможность его проведения амбулаторно, без стационарного лечения. Также метод можно использовать в комплексе с другими малоинвазивными методиками, такими как лазерная деструкция, диатермокоагуляция, криодеструкция [2, 27].

Однако, несмотря на явные преимущества в сравнении с оперативными способами, внедрение малоинвазивных технологий в широкую клиническую практику происходит медленно.

Главным недостатком малоинвазивных методов остается отсутствие точной верификации образования. Ведь основным условием для проведения любых малоинвазивных вмешательств остается доброкачественный характер узла.

При ЧСТЭ этанол, распространяясь по однородной структуре, относительно равномерно вызывает тотальную гибель тиреоцитов [23, 34]. Но узловые образования часто имеют стромальный компонент. Соединительно-тканные перетяжки, не определяющиеся на аппарате УЗИ, могут препятствовать равномерному распространению склерозанта в ткани [2]. Попадание этанола за пределы узла сопровождается усилением болезненности процедуры, отеком и температурной реакцией [7, 29]. Многие авторы для проведения ЧСТЭ считают необходимым наличие капсулы образования, отчётливо определяемой по данным УЗИ (halo-ободок). Плотная оболочка препятствует затеканию этанола за пределы патологического очага и повреждению интактной тиреоидной ткани [15, 43].

При неоднородной структуре образования, что часто встречается в длительно существующих коллоидных узлах, высока вероятность выживания островков тиреоцитов, которые могут быть причиной рецидива заболевания [26].

Кроме того, при узловом зобе наблюдают кровоизлияние в узел, кисты, фиброз и кальцификацию, которые менее подвержены действию этанола [5, 13, 14, 31]. Противопоказаниями для ЧСТЭ узловых образований ЩЖ являются: выраженные коагулопатии, узлы, расположенные по задней поверхности ЩЖ или имеющие поврежденную (неполную) капсулу, аденомы объёмом более 20 мл [7, 43].

Несмотря на преимущества ЧСТЭ, из-за многообразия морфологии узлов ЩЖ и риска сохранения ткани при неоднородном строении узла данный метод рекомендован к применению у больных с кистами ЩЖ любого объема (оптимально – до 25 мм в диаметре) [40]. По международным рекомендациям возможно применение данного метода при лечении коллоидного зоба с наличием жидкостного компонента. Оптимальным условием для проведения лечения является наличие капсулы вокруг образования. По мнению авторов, капсула препятствует распространению склерозанта за пределы узла и не вызывает неконтролируемого некроза здоровой ткани ЩЖ.

К другой мини-инвазивной методике лечения узловых образований ЩЖ можно отнести интерстициальную лазерную фотокоагуляцию (ИЛФ). Применение лазеров в медицине возможно благодаря воздействиям на биологические ткани, описанным Соклаковым А.И. (1993), а именно: фотохимическое – активация физико-химических процессов в биологических тканях; фотокоагуляция белков при повышении температуры ткани свыше 60 градусов; фотоиспарение при повышении температуры до 300 градусов; фотоабляция – взрывное удаление ткани из-за быстрого поглощения энергии в тонком слое; ударное разрушение, которое происходит в результате оптического пробоя в прозрачной биоткани.

В 2009 г. описано применение ИЛФ у 236 больных узловым зобом. Для проведения ИЛФ под контролем методов лучевой диагностики основным показанием являются единичные доброкачественные узловые образования (коллоидный зоб) солидного строения без изменений окружающей ткани или на фоне диффузного увеличения ЩЖ без значительного изменения ее эхогенности и эхоструктуры. Положительный эффект лечения отмечен у 82,2% больных (у 38,6% – полное исчезновение узлов, у 43,6% – уменьшение объема узла более чем на 50%), отрицательный результат (отсутствие изменений или уменьшение объема узла менее чем на 50%) – у 17,8% пациентов. Авторы отмечают, что ИЛФ наиболее эффективна в молодом возрасте при неоднородных гипоэхогенных аваскулярных и гиповаскулярных узлах объемом менее 1,0 см^3. В пожилом возрасте, по мере увеличения однородности и эхоплотности узла по данным УЗИ и особенно по мере роста объема и интенсивности васкуляризации, эффективность ИЛФ снижается, что выражается в более медленной регрессии узла с меньшим снижением объема и увеличением числа проводимых сеансов ИЛФ [22]. Наибольший эффект отмечается после проведения 1 сеанса ИЛФ, проведение большего числа сеансов не имеет статистически значимой разницы в сравнении с однократно проведенной терапией и должно ограниченно применяться у лиц с большими размерами узловых образований [39].

Во время проведения ИФЛ требуются постоянное УЗИ, контроль, позволяющий выявить изменения параметров узлового образования, по которым можно судить об эффективности процедуры (снижение эхоплотности и васкуляризации, появление неоднородности эхоструктуры, уменьшение четкости контуров).

В другом исследовании действия ИЛФ на доброкачественные узловые образования авторы описывают результаты лечения больших узлов – от 0,5 см^3 до 8 см^3 и выше – с положительным эффектом и уменьшением объема узлов более чем на 50% у 77,3% пациентов [30]. Данные результаты говорят о перспективности дальнейшего изучения данного метода для лечения пациентов с узловыми образованиями ЩЖ. Изучение действия ИФЛ у 25 пациентов с высоким риском операции показало, что после процедуры у 2 (8%) пациентов отмечена дисфония, которая прошла через 48 часов и 2 месяца соответственно [48]. На фоне использования ИЛФ объем узлов сократился на 63%, но авторы подчеркивают в выводах, что дан-

ный метод может быть применен только в ограниченных случаях и по строгим показаниям при лечении патологии ЩЖ [48].

Другим перспективным методом лечения узлов ЩЖ является радиочастотная абляция (РЧА). Принцип действия РЧА: опухоль разрушается нагреванием до температуры, превышающей 52°С. Выделение тепла происходит из-за смены направления движения ионов под воздействием высокочастотного (460 кГц) тока. Тепло выделяется в тканях, игла при этом не нагревается. Контроль качества проводимой терапии можно проводить по изменению температуры и импеданса тканей.

Во время проведения процедуры происходит температурный контроль выполнения манипуляции в режиме реального времени, что обеспечивается наличием нескольких встроенных во вводимый зонд термодатчиков, а также по структуре тканей на мониторе УЗИ аппарата. В 2007 г. описано применение РЧА у шести пациентов с автономно функционирующими узлами ЩЖ. Двум из 6 пациентов было проведено оперативное вмешательство после процедуры для оценки эффективности РЧА. Размер узлов варьировался от 3 см до 5 см, абляция проводилась при температуре 105^0 в течение трех минут. При морфологическом исследовании ткани удаленной ЩЖ, содержащей узел, после воздействия РЧА выявлен полный некроз ткани узла. У всех пациентов отмечена нормализация уровня гормонов ЩЖ через 2 месяца [28].

В 2008 г. Jeong W.K. и соавт. опубликовали опыт лечения 236 пациентов с узловыми доброкачественными образованиями ЩЖ с применением методики РЧА, объем узловых образований варьировался от 0.11 до 95.61 мл. После лечения в 91,06% случаев размеры узлов уменьшились более чем на 50%, а в 27,81% узлы полностью исчезли. В послеоперационном периоде у некоторых пациентов отмечены дискомфорт, болевые ощущения и приходящие голосовые нарушения. В результате был сделан вывод, что применение данного метода безопасно и эффективно в лечении узловых образований [44].

В 2009 г. Spiezia S. и соавт. провели оценку лечения 94 пожилых пациентов с доброкачественными образованиями ЩЖ; у 66 из них был эутиреоидный зоб и у 28 – токсический зоб [49]. РЧА была выполнена под УЗ-наведением с контролем процедуры в реальном времени. Оценку результатов провели спустя 12–24 месяца после РЧА. Полностью узловые образования исчезли в 83 из 94 (88%) случаев. Нормализовались показатели гормонов ЩЖ, что позволило отказаться от дальнейшего медикаментозного лечения в 79% случаев. Процедура хорошо переносилась пациентами. Ни один больной не нуждался в госпитализации после процедуры, и никаких серьезных осложнений после процедуры не отмечено. Авторы подчеркивают высокую эффективность и безопасность данной методики при лечении узловых образований ЩЖ при применении последней в специализированных центрах, которая может стать альтернативой хирургическому лечению пожилых пациентов, для которых методы традиционной хирургии и терапия радиоактивным йодом противопоказаны либо неэффективны [49].

Deandrea M. и соавт. в 2008 г. доказали эффективность применения методики РЧА у пациентов с большими узловыми образованиями. После проведения процедуры в режиме $95С^0$ в течение 6–10 мин. у всех пациентов произошло уменьшение узла более чем на 50% через 6 месяцев. 13 из 14 больных отметили отсутствие ощущения дискомфорта в области шеи после РЧА, которое наблюдалось до процедуры [38].

Данный метод показал хорошие результаты лечения и высокий уровень безопасности, но в России он пока широко не применяется в связи с высокой стоимостью оборудования и самой процедурой.

Электрохимический лизис (ЭХЛ) узловых доброкачественных образований ЩЖ ещё один из «новых» методов лечения. Действие ЭХЛ основано на двухэтапном воздействии: сначала девитализирующее влияние прямого постоянного электрического тока, а затем химическое воздействие агрессивными продуктами электролиза тканей (щелочь, кислота и их производные) в течение 12–24 часов после лизиса [10]. В настоящее время данный метод уже показал хорошие результаты [18]. Но для того, чтобы рекомендовать ЭХЛ для лечения узловых образований ЩЖ, необходимо дальнейшие изучение и сравнение преимуществ и недостатков данной технологии в сравнении с другими мини-инвазивными методами.

Таким образом, обобщая имеющийся опыт мини-инвазивных методов лечения, можно рекомендовать последние при лечении узловых образований ЩЖ размерами до 2,5 см, доброкачественная природа которых подтверждена пункционной аспирационной биопсией, а также у пациентов, которым по их соматическому состоянию традиционное хирургическое лечение либо терапия радиоактивным йодом противопоказаны.

К применению малоинвазивных методов в лечении доброкачественных узловых образований у молодых пациентов для достижения лучшего косметического эффекта надо подходить с большой осторожностью. Появление даже приходящих нарушений голоса после мини-инвазивных процедур свидетельствует о потенциальном риске попадания в зону прохождения возвратных нервов, а описанные положительные результаты после данных методик лечения являются лишь следствием высокого уровня центров, осуществляющих лечение мини-инвазивными методами, и тщательного отбора пациентов для данного лечения. Изучать воздействие мини-инвазивных методов на гормонально неактивных узловых образованиях менее 1,5 см, по мнению многих авторов, не только бессмысленно, но и опасно. Ведь при отсутствии каких-либо жалоб пациент подвергается риску возникновения серьезных осложнений и потери качества жизни. Наиболее перспективным направлением в развитии мини-инвазивных методов является деструкция автономно функционирующих узлов ЩЖ, что подтверждается хорошими результатами различных исследований. Но, несмотря на накопленный опыт, методы локальной деструкции остаются уделом лишь специализированных эндокринологических центров. Причинами, останавливающими широкое внедрение данных технологий, являются высокая стоимость оборудования, отсутствие единых международных рекомендаций, четко устанавливающих показания к данным методам, и малое количество высококвалифицированных специалистов в этой области.

Библиографический список

1. Багненко С.Ф., Толстой А.Д., Рухляда Н.В., Гольцов В.Р., Скородумов А.В., Бондарев М.Р., Шеянов Д.С., Захарова Е.В. Малоинвазивные технологии в лечении тяжелых форм острого панкреатита в различные периоды заболевания // Вестник хирургии. – 2002. – Т. 161. – № 6. – С. 30–33.
2. Александров Ю.К., Могутов М.С., Крюкова Н. А. и др. Малоинвазивные хирургические вмешательства при «холодных» узлах щитовидной железы //Материалы IX (XI) Российского симпозиума по хирургии, эндокринологии. – Челябинск, 2000. – С. 22–27.
3. Александров Ю.К., Кудачков Ю.А., Могутов М.С., Урывчиков А.В. Опыт лазерной деструкции узлов щитовидной железы //Актуальные вопросы эндокринной хирургии, хирургической гепатологии и трансфузионной медицины: Сб. науч. трудов. – Пермь, 2003. – С. 14–19.
4. Александрова Г.Ф., Дедов И.И., Трошина Е.А., Юшков П.В. Диагностика и лечение узлового зоба: методические рекомендации. – Петрозаводск: ИнтелТек, 2003. – 64 с.
5. Андреева М.Б., Евменова Т.Д., Хорошко Е.Н. и др. Собственный опыт склерозирующей терапии кист щитовидной железы // Материалы VIII (X) Российского симпозиума по хирургии, эндокринологии. – Казань, 1999. – С. 17–18.
6. Балаболкин М.И., Клебанова Е.М., Креминская В.М. Дифференциальная диагностика и лечение эндокринных заболеваний: Руководство. – М.: Медицина, 2002. – 752 с.
7. Банный Д.А., Ветшев П.С., Чилингариди К.Е., Дмитриев Е.Е. Рецидивный зоб: спорные вопросы и негативные тенденции // Неотложная и специализированная хирургическая помощь: Тез. докл. I конгресса московских хирургов. – М., 2005. – С. 340–341.
8. Барсуков А.Н., Коноплёв О.А., Чеботарёв Н.В., Толпыго В.А. Склерозирующая терапия доброкачественных новообразований щитовидной железы // Материалы IX (XI) Российского симпозиума по хирургии, эндокринологии. – Челябинск, 2000. – С. 46–50.
9. Барсуков А.Н., Коноплёв О.А., Новиков В.И., Толпыго В.А., Чеботарёв Н.В. Чрескожная склерозирующая терапия этанолом доброкачественных новообразований щитовидной железы // Материалы IV Всероссийского конгресса эндокринологов. – СПб., 2001. – С. 266.
10. Борсуков А.В., Варчук О.Д., Алибегов Р.А. Возможности электрохимического лизиса в паллиативном лечении метастазов печени //Гастроэнтерология. – СПб., 2002. – № 2–3. – С. 31.

11. Борсуков А.В., Алибегов Р.А., Иванов Ю.В. и соавт. Малоинвазивный электрохимический лизис в гепатологии, маммологии, урологии, эндокринологии. – М.: ИД «МЕДПРАКТИКА-М», 2008. – 316 с.; Безлюдько О.Г., Кудельникина Н.А. Распространённость тиреоидной патологии среди железнодорожников Западной Сибири: диагностика и профилактика // Материалы IV Всероссийского конгресса эндокринологов. – СПб., 2001. – С. 267.
12. Болезни щитовидной железы / Под ред. Л.И. Бравермана. – М.: Медицина, 2000. – 432 с.
13. Бомаш Н.Ю. Морфологическая диагностика заболеваний щитовидной железы. – М.: Медицина, 1981. – 176 с.
14. Бронштейн М.Э., Макаров А.Д., Артёмова А.Н. и др. Морфологические особенности тиреоидной ткани при многоузловом эутиреоидном зобе // Проблемы эндокринологии. – 1994. – Т. 40. – № 2. – С. 36–39.
15. Бубнов А.Н., Кузьмичев А.С., Гринёва Е.Н., Трунин Е.М. Заболевания щитовидной железы. Часть I. Узловой зоб. – СПб., 2002. – 96 с.
16. Ветшев П.С., Чилингариди К.Е., Лощенов В.Б. и др. Сравнительная оценка методов исследования при аденомах щитовидной железы // Материалы X (XII) Российского симпозиума по хирургии, эндокринологии. – Смоленск, 2002. – С. 92–94.
17. Заривгацкий М.Ф., Блинов С.А., Денисов СА. и др. Структура, профилактика и лечение осложнений после оперативных вмешательств на щитовидной железе // Материалы VII (IX) Российского симпозиума по хирургии, эндокринологии. – Липецк, 1998. – С. 95–100.
18. Иванов Ю.В., Попов Д.В., Соловьёв Н.А., Злобин А.И. Первые результаты в эксперименте применения методики электрохимического лизиса в хирургической эндокринологии //Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова. – Москва, 2010. – Т. 5. – № 2 – С. 18–23.
19. Климченков А.П. Пункционная деструкция доброкачественных новообразований щитовидной железы (клинико-экспериментальное исследование): Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – С.-Петербург, 2001. – 20 с.
20. Кондратьева Т.Т. Тонкоигольная аспирационная цитология в диагностике узловых образований щитовидной железы // Материалы XI (XIII) Российского симпозиума по хирургии, эндокринологии. – СПб., 2003. – С. 124–127.
21. Коноплёв О.А. Оптимизация выбора метода лечения кист щитовидной железы: Дис. ... канд. мед. наук. – Смоленск, 2000. – 99 с.
22. Могутов М.С. Ультразвук – ассистированные операции при заболеваниях щитовидной железы: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. – Москва, 2009. – 41 с.
23. Паршин А.А., Соболев В.А., Созинов В.А. Хирургические операции у собак и кошек. – М.: «АКВАРИУМ ЛТД», 2001. – 232 с.
24. Попов О.С., Титов Д.С., Логвинов СВ. и др. Метод органосохранной хирургической коррекции заболеваний щитовидной железы // Материалы X (XII) Российского симпозиума по хирург. эндокринологии. – Смоленск, 2002. – С. 324–325.
25. Привалов В.А., Селиверстов О.В., Ревель-Муроз Ж.А. и др. Чрескожная лазериндуцированная термотерапия узлового зоба // Хирургия. – 2001. – № 4. – С. 10–13.
26. Романчишен А.Ф. Активная хирургическая тактика при заболеваниях щитовидной железы как способ ранней диагностики и лечения рака //Материалы 1-го съезда онкологов стран СНГ. – М., 1996. – С. 276.
27. Селиверстов О.В., Яровой Н.Н. Десятилетний опыт применения склеротерапии этанолом в лечении заболеваний щитовидной железы // Материалы XII (XIV) Российского симпозиума по хирургии, эндокринологии. – Ярославль, 2005. – С. 238–240.
28. Слепцов И.В., Черников Р.А., Чинчук И.К. и соавт. Радиочастотная абляция автономно функционирующих узлов щитовидной железы – первые результаты клинического применения // Вестн. СПб. университета. Серия 11. – 2007. – Вып. 1. – С. 72–79.
29. Струков А.И., Серов В.В. Патологическая анатомия. Учебник. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Медицина, 1993. – 688 с.
30. Файзрахманов А.Б. Эффективность лазериндуцированной термотерапии при лечении узлового нетоксического зоба: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Челябинск, 2006. – 20 с.
31. Фурсов А.А., Аристархов В.Г., Кириллов Ю.Б. и др. Тактика хирургического лечения больных с многоузловым коллоидным зобом // Материалы VIII (X) Российского симпозиума по хирургии, эндокринологии. – Казань, 1999. – С. 335–337.
32. Хирургия органов эндокринной системы: Учебное пособие //Авт.-сост.: Заривчацкий М.Ф., Богатырёв О.П., Блинов С.А. и др. – Пермь: ГОУ ВПО «ПГМА Минздрава России», 2002. – 240 с.
33. Черенько С.М. Про необхццпсть перегляду лшувально 1 тактики при вузловому 3о6і //Матер1али V конгресу СФУЛТ. – Дншропетровск, 1994. – С. 117.
34. Яковлев П.Н., Баталов К.Х., Волерт В.А. и др. Результаты хирургического лечения диффузного токсического зоба

у взрослых, детей и больных мужского пола // Материалы XI (XIII) Российского симпозиума по хирургии, эндокринологии. Лекции. Т. I. – СПб., 2003. – С. 216–226.
35. Anhelini F., Nacamulli D., De Vido D., et al. Treatment of hot thyroid nodule with percutaneous ethanol injection: indications, complications, and prognostic factors // Radiol-Med-Torino. – 1996. – Vol. 91, N 6. – P. 774–780.
36. Bartos M., Pomorski L. The influence of a single ethanol injection on normal thyroid tissue of the rat //Cytobios. – 2000. – Vol. 101. – P. 123–130.
37. Braga-Basaria M, Trippia M.A., Stolf A.R., Mesa C. Jr., Graf H. Treatment of autonomous and cystic thyroid nodules with intranodular ethanol injection // Rev. Assoc. Med. Bras. – 2002. – Vol. 48. – P. 335–340.
38. Deandrea M, Limone P, Basso E. US-guided percutaneous radiofrequency thermal ablation for the treatment of solid benign hyperfunctioning or compressive thyroid nodules // Ultrasound Med Biol. – 2008. – Vol. 34(5). – P. 784–91.
39. Dшssing H, Bennedbaek FN, Hegedьs L. Effect of ultrasound-guided interstitial laser photocoagulation on benign solitary solid cold thyroid nodules: one versus three treatments // Thyroid. – 2006. – Vol.16(8). – P. 763–8.
40. Fukurani N. PEI therapy for thyroid lesions // Biomed. Pharmacother. – 2002. – Vol. 48. – Suppl. 1. – P. 79–82.
41. Gharib H, Papini E, Valcavi R, Baskin HJ, Crescenzi A, Dottorini ME, Duick DS, Guglielmi R, Hamilton CR Jr, Zeiger MA, Zini M; AACE/AME Task Force on Thyroid Nodules. American Association of Clinical Endocrinologists and Associazione Medici Endocrinologi medical guidelines for clinical practice for the diagnosis and management of thyroid nodules // Endocr Pract. – 2006. – Vol.12(1). – P. 63–102.
42. Goletti 0., Monzani F., Lenziardi M. et al. Thyroid cold nodules: a new application of percutaneous ethanol infection treatment // J. Clin. Ultrasound. – 1994. – Vol. 22. – P. 175–178.
43. Gonsorcikova V., Treibal D., Tajtakova M. and all. Treatment of autonomous thyroid gland nodules using percutaneous injections of ethanol under ultrasonography control – initial experience //Vnitr Lek. – 1996. – Vol.42. – N3. – P. 166–170.
44. Jeong WK, Baek JH, Rhim H. Radiofrequency ablation of benign thyroid nodules: safety and imaging follow-up in 236 patients // Eur. Radiol. – 2008. – Vol. 18(6). – P. 1244–50.
45. Miccoli P., Bellantone R., Mourad M. et al. Minimally invasive video-assisted thyroidectomy: multiinstitutional experience // World J Surg/ – 2002. – Vol. 26 (8). – P. 972–975.
46. Monzani F., Caraccio N., Goletti O. et al Five– year follow-up of percutaneous ethanol injection for the treatment of hyperfunctioning thyroid nodules: a study of 117 patients //Clin. Endocrinol. – 1997. – Vol. 46. – P. 9–15.
47. Nakada K., Katoh C., Kanegae K. et al. Percutaneous ethanol injection therapy for autonomously functioning thyroid nodule // Ann. Nucl. Med. -1996. -Vol.10. – N 2.– P. 171–176.
48. Pacella C.M., Bizzarri G., Spiezia S. Thyroid tissue: US-guided percutaneous laser thermal ablation // Radiology. – 2004. – Vol. 232(1). – P. 272–80.
49. Spiezia S, Garberoglio R, Milone F. Thyroid nodules and related symptoms are stably controlled two years after radiofrequency thermal ablation // Thyroid. – 2009. – Vol. 19(3). – P. 219–25.
50. Zingrillo M., Collura D., Ghiggi M.R. et al. Treatment of large cold benign thyroid nodules not eligible for surgery with percutaneous ethanol injection // J. Clin. Endocrinol. Metab. – 1998. – Vol. 83. – N 11. – P. 3905–7.

N.A.SOLOVJOV, Y.V. IVANOV, E.E.KAZANTSEVA

MODERN MINIINVASIVE METHODS OF TREATMENT OF THE THYROID NODULES

In article are considered modern miniinvasive techniques of treatment of thyroid nodules are discussed. Miniinvasive techniques such as percutaneous ethanol injection, laser photocoagulation, radioablation and electrochemical lysis are described in details. Basic indications and contra-indications in every miniinvasive method are specified. The most perspective direction in the further development of miniivasive methods is destruction of independent-functioning autonomies of a thyroid gland.

Key words: ***thyroid gland, miniinvasive method, nodule.***

***Р.Н. СТЕПАНОВА**, доктор медицинских наук, профессор кафедры акушерства и гинекологии медицинского института Орловского государственного университета*
эл. почта: rimmans2006@rambler.ru
***Е.В. КОЛОМЕЕЦ**, аспирант кафедры акушерства и гинекологии медицинского института Орловского государственного университета*
***Л.П. ТАРАСОВА**, главный врач МЛПУЗ «Родильный дом г. Орла», доцент кафедры акушерства и гинекологии медицинского института Орловского государственного университета*

ФОНОВЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ, ПРЕДРАК И РАК ШЕЙКИ МАТКИ У БЕРЕМЕННЫХ ЖЕНЩИН

Целью исследования было установление частоты распространения фоновых и предраковых заболеваний шейки матки (ШМ) среди беременных женщин, подтвердить безопасность для гестации биопсии и криоаблации; оценить эффективность терапии патологии ШМ по исходам беременности. Материал и методы исследования: 879 беременных и 1200 небеременных женщин репродуктивного возраста; цитологический, кольпоскопический, бактериологический, ПЦР-тест, гистологический. Результаты исследования: частота заболеваний ШМ у беременных высока – 68,5%, легкая дисплазия диагностирована у 0,7% беременных и у одной – плоскоклеточный рак II ст.; среди фоновых заболеваний ШМ доминируют цервицит – у 53,0%, эктопия – у 40,7%, папиллома – у 19,7%, лейкоплакия – у 11,4%, старый разрыв ШМ – у 6,3%, эндометриоз – у 5,4% пациенток. С патологией ШМ ассоциирована инфекция: уреаплазма/микоплазма (58,5%), вирус папилломы человека (34,1%), герпес-вирус (13,1%), хламидия (11,1%). После биопсии (13 женщин) и криоаблации (23 пациентки) беременность протекала физиологически и завершилась срочными родами. Терапия фоновых заболеваний ШМ достоверно снижает уровень осложнений, улучшает материнские и перинатальные исходы. Установлено, что почти 2/3 беременных женщин страдают фоновыми заболеваниями ШМ, среди них у 1/5 – папиллома ШМ, у трети больных выделены онкогенные типы вируса папилломы человека; диагностика и адекватное лечение заболеваний ШМ безопасны, существенно улучшают исходы беременности для матери и плода, в перспективе – предупреждают развитие предрака и рака ШМ.

Ключевые слова: ***беременность, фоновые заболевания, предрак и рак шейки матки, исходы гестации.***

В настоящее время среди беременных женщин неуклонно растет частота распространения рака шейки матки (РШМ). Так, согласно данным Европейского общества медицинской онкологии ESMO, карциному шейки матки диагностируют у 1: 2000 беременных женщин [1]. В сводной статистике за последние 50 лет сообщается о 4699 беременных, у которых был диагностирован РШМ [2].

Рак не возникает внезапно, опухоль проходит период предракового состояния, фо-

© Р.Н. Степанова, Е.В. Коломеец, Л.П. Тарасова

ном для последнего служат различные по этиологии и морфогенезу заболевания, по сути, это все заболевания ШМ. Кроме того, иногда предрак регрессирует, и переход его в РШМ не является неотвратимым. Этот факт имеет существенное практическое значение для профилактики злокачественного заболевания, которая станет возможной при своевременных диагностике и лечении фоновых заболеваний и предрака ШМ. Именно благодаря скрининговым программам и своевременному лечению предрака ШМ в последние годы на 80% снизилась заболеваемость РШМ [3]. Однако по-прежнему отсутствует консенсус относительно допустимости биопсии и лечения заболеваний ШМ у беременных, при этом совершенно не учитывается известный факт стимулирующего прогресс опухоли влияния беременности [4].

Приказ Минздрава РФ № 462, 1999 г. «О совершенствовании организации медицинской помощи беременным женщинам…» рекомендует включать в структуру женской консультации кабинет патологии шейки матки для оказания специализированной помощи больным женщинам. На деле предписания Приказа совершенно не коснулись беременных женщин, т.к., согласно устоявшемуся среди практических врачей мнению, диагностику и лечение заболеваний ШМ следует осуществлять лишь после завершения беременности из-за опасений спровоцировать инструментальными исследованиями выкидыш. В случаях же, когда беременная первый визит в женскую консультацию совершает во II триместре и дно матки поднялось выше лона, ШМ не осматривается даже в зеркалах. Между тем давно известно, что без дополнительных исследований клинические признаки рака ШМ (кровотечение из половых путей) трактуются как симптомы выкидыша или предлежания плаценты. В этих случаях пациентке обычно назначается пролонгирующая беременность терапия и надолго откладываются диагностические исследования и биопсия. С другой стороны, заболевания ШМ, в особенности инфекционно-воспалительного генеза, оставаясь недиагностированными и неизлеченными, способны вызвать выкидыш и преждевременные роды (ПР). Последние и, как их следствие, незрелость недоношенных новорожденных являются основными причинами высокой неонатальной заболеваемости и смертности. Так, в России неонатальные потери глубоко незрелых, недоношенных детей составляют 73% [5], при этом ответственность за 40% случаев ПР возлагают на восходящую из ШМ инфекцию [6,7]. Кроме ухудшения неонатальных исходов фоновые инфекционные поражения ШМ у беременных создают экономические проблемы. Так, стоимость лечения ПР, ассоциированных с инфекционным поражением ШМ, и интенсивная помощь недоношенным новорожденным обходятся бюджету США в 1 млрд долларов [8].

Цель настоящего исследования состояла в установлении частоты распространения фоновых и предраковых заболеваний ШМ у беременных женщин, в определении безопасности диагностической биопсии и адекватного лечения патологии ШМ, а также в оценке позитивного влияния терапевтических вмешательств на материнские и перинатальные исходы.

Пациентки и методы. Всего за период с 1 января 2006 г. по 31 декабря 2008 г. в женскую консультацию обратились 1973 беременные женщины. Однако запланированный диагностический скрининг участковыми акушерами саботировался, и лишь после специального приказа главврача роддома беременных стали направлять в кабинет патологии ШМ, поэтому диагностические исследования были выполнены всего у 879 (44 ,5%) женщин. Для сравнительной оценки частоты патологии ШМ также исследованы 1200 небеременных женщин репродуктивного возраста (15–49 лет), обратившихся в женскую консультацию по поводу гинекологических заболеваний и профосмотра.

Все исследования проводили с учетом положения «О юридических и этических принципах медико-биологических исследований у человека» (Бюллетень ВАК Министерства образования России, 2002, № 3). Выполненная работа не ущемляла права и не подвергала опасности благополучие обследованных женщин в соответствии с требованиями биомедицинской этики, утвержденными Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации (2000). Согласно протоколу, критериями включения для всех групп явились: добровольное осведомленное согласие пациентки на участие, наличие клинических симптомов, подтвер-

жденных результатами использованных методов исследования.

Диагноз заболевания ШМ устанавливали по результатам клинических, цитологических, кольпоскопических, бактериоскопических, бактериологических исследований; ПЦР-тестирования соскоба эндоцервикса (Центр молекулярной диагностики ЦНИИЭ г. Москвы). Все беременные исследованы для исключения у них бактериального вагиноза, при этом учитывали клинические проявления, ph влагалищного отделяемого >4,5, аминотест, ключевые клетки. При подозрении (по результатам цитологического и кольпоскопического исследований) на дисплазию ШМ после санации антисептиками выполняли прицельную биопсию с последующим патоморфологическим исследованием биоптата. Для регистрации нозологических единиц патологии ШМ пользовались клинико-эндоскопически-морфологической классификацией, в которой заболевания ШМ делятся на фоновые, предраковые и РШМ [9], а также Международной статистической классификацией болезней 10-го пересмотра, ВОЗ, 1995 г.

После верификации диагноза независимо от срока беременности проводили лечение женщин согласно рекомендациям Российской ассоциации акушеров-гинекологов [10]. 23 беременным женщинам осуществлена криодеструкция патологии ШМ: у 10 – псевдоэрозия, у 13 – папиллома ШМ. Эффективность лечения патологии ШМ оценивали, сравнивая материнские и перинатальные исходы в группах лечившихся (1-я группа, 392 женщины) и отказавшихся от лечения беременных женщин (2-я группа, 210 женщин). Результаты исследования анализированы стандартными статистическими методами, при этом достоверными считали различия при величине $p<0,05$.

Результаты исследования показали, что всего у 277 (31,8%) беременных и 297 (24,8%) небеременных женщин ШМ была здоровой, и, следовательно, частота патологии ШМ у беременных чрезмерно высока – 68,5% и незначительно ниже таковой (75,2%) у небеременных женщин. Большинство (84%) исследованных женщин с патологией ШМ имели в анамнезе беременности. При этом только роды были у 25,7% больных, только искусственные аборты – у 17,8%, роды и аборты – у 30,3%, спонтанные аборты – у 10,2%, страдали бесплодием 4,8% женщин. В анамнезе нарушения менструальной функции, клинически проявившиеся в виде ановуляции и недостаточности желтого тела, выявлены у 15,7%; склерокистоз яичников – у 2,6%. Вынашивая настоящую беременность, 2,6% женщин кроме патологии ШМ страдали также миомой матки, 55% – кольпитом, 19,8% – бактериальным вагинозом. Следует отметить, что у 602 беременных женщин с патологией ШМ выявлены также 733 соматических заболевания, чаще всего это был хронический пиелонефрит (45,5%), затем следуют анемия (45,2%), сердечно-сосудистая патология (41,2%), диффузный зоб (20,3%). Индекс соматических заболеваний составил 1,2.

Как следует из табл. 1, среди заболеваний ШМ у беременных доминировал цервицит (53%), затем следуют эктопия (40,7%), папиллома – (19,7%), лейкоплакия (11,4%), старый разрыв ШМ (6,3%), эндометриоз (5,4%) и у 6 (0,7%) женщин – легкая дисплазия. Различие между числом заболеваний ШМ у беременных и небеременных женщин оказалось статистически значимым лишь для папилломы ШМ (19,7% против 5,9%, $p<0,05$), что, возможно, объясняется иммунодепрессией организма беременной, обычно развивающейся во время гестации и способствующей физиологическому течению беременности, но повышающей, по-видимому, риск инфицирования ШМ, в частности, вирусом папилломы [4]. Сведений о частоте фоновых заболеваний ШМ у беременных в доступной литературе мы не встретили. Относительно распространения дисплазии ШМ Г. Лейзерович [11] называет цифру 3%, при этом тяжелая дисплазия и Ca in situ встречаются в 1,3 случая на 1000 беременных, а инвазивный рак ШМ – в 0,45 : 1000 беременных женщин.

Необходимость обязательного цитологического и кольпоскопического скрининга беременных женщин подтверждает следующий клинический случай. Беременная П-ва, 28 лет, впервые обратившаяся в женскую консультацию при сроке гестации 25–26 недель с жалобами на скудные кровянистые выделения из влагалища, была госпитализирована с диагнозом «угрожающий поздний выкидыш». В отделении из-за опасений спровоци-

Таблица 1 – Заболевания шейки матки у исследованных женщин

Заболевания шейки матки	*Беременные женщины*		*Небеременные женщины*		P
	N=879		N=1200		
	абс. число	%	абс. число	%	
Цервицит	466	53,0	430	36,8	>0,05
Эктопии	354	40,7	365	30,4	>0,05
Лейкоплакия	99	11,4	131	11,0	>0,05
Папиллома	171	19,7	71	5,9	<0,05
Полип	16	1,8	24	2,0	>0,05
Эндометриоз	47	5,4	51	4,3	>0,05
Легкая дисплазия	6	0,7	13	0,8	>0,05
Плоскоклеточный рак II ст.	1	–	1	–	
Посттравматический разрыв	55	6,3	64	5,3	>0,05
Здоровая шейка матки	277	31,8	297	24,8	>0,05

ровать выкидыш от влагалищного исследования воздержались, назначили сохраняющую беременность терапию. Через 10 дней вследствие усилившихся кровянистых выделений пациентка была наконец осмотрена, после чего с предположительным диагнозом «рак ШМ» была переведена в онкодиспансер, где диагностирован плоскоклеточный рак II ст. распространения. Отказ пациентки от антенатальной помощи, о чем свидетельствует поздняя первая явка в женскую консультацию, также способствовал запоздалой диагностике РШМ. Этим случаем подтверждается существование и в настоящее время ошибочной практики отказа от инструментального и вагинального исследования беременных женщин во второй половине гестации.

С учетом того, что наиболее частой патологией ШМ у беременных в нашем исследовании являлось фоновое заболевание инфекционного генеза цервицит (53%) и почти половина (45,5%) исследованных женщин страдали хроническим пиелонефритом, ПЦР-тестированием соскоба эндоцервикса определили степень микробной контаминации ШМ. Частота выявления инфекционных агентов среди 602 исследованных была следующей: **Mycoplasma/Ureaplasma** (они входят в одно семейство **Mycoplasmataceae**) – у 352 (58,5%), **Human papillomavirus** – у 167 (34,1%), **Herpes virus** – у 64 (13,1%), **Chlamydia trachomatis** – у 67 (11,1%) беременных женщин. Моноинфекция выявлена у 112 (18,6%), микстинфекция – у 490 (81,4%) беременных. Как следует из табл. 2, при фоновых заболеваниях ШМ во время гестации имеет место ее значительная контаминация мико/уреаплазмой, вирусом папилломы, герпесвирусом, хламидией в виде моноинфицирования, а также ассоциациями микроорганизмов.

Таблица 2 – Частота выявления инфекции в соскобе эндоцервикса у беременных женщин с патологией ШМ

Вид возбудителя	Исследованные беременные (N=602)			
	Моноинфекция		Микстинфекция	
	абс. число	%	абс. число	%
Mycoplasma/Ureaplasma	92	82,1	260	65,1
Human papillomavirus	67	59,8	100	20,4
Herpes simplex virus	30	26,8	34	6,9
Chlamydia trachomatis	27	24,1	40	18,2
Всего	112	18,6	490	81,4

Широкое распространение урогенитальных микоплазм, частое их выявление у практически здоровых людей затрудняют определение роли этих микроорганизмов в патогенезе генитальной воспалительной патологии, дисплазии и РШМ [12, 13]. Вместе с тем давно обнаружена тесная связь между папилломой ШМ, при которой выделяют онкогенный вирус папилломы человека (ВПЧ), и прогрессом ее в дисплазию и карциному ШМ [14, 15]. У 44,3% пациенток гинекологических клиник встречается эта инфекция. Такая высокая степень распространенности ВПЧ, серьезнейшие ее последствия привели к тому, что в США ВПЧ считают самой дорогостоящей после СПИД инфекцией [16]. В нашем исследовании установлен высокий уровень инфицированности ШМ ВПЧ и заболеваемости папилломой (19,7%) беременных женщин.

Давно обсуждается связь поражения ШМ хламидиями с эпителиальной дисплазией и РШМ [17]. Так, у 52,9% пациенток с гистологически подтвержденной цервикальной дисплазией выявлены хламидии. Высока также частота обнаружения хламидий при эктопии, лейкоплакии, папилломе ШМ. Установлен факт 2–4-кратного повышения риска РШМ при герпесвирусной инфекции. Как показали результаты нашего исследования, и у беременных также имеет место значительная степень контаминации ШМ этими микробами.

Беременность у 13 женщин, перенесших ножевую прицельную биопсию, и у 23 пациенток, подвергшихся по поводу осложненной эктопии и папилломы ШМ криоаблации, протекала без осложнений и завершилась рождением в срок живых здоровых детей. Таким образом, опасения акушеров спровоцировать выкидыш диагностической биопсией и криотерапией не оправдались. Некоторые врачи в целях диагностики инвазивной карциномы ШМ у беременных выполняют даже конизацию. Вопрос о необходимости у беременных женщин конизации ШМ дебатируется более 40 лет. У 3% беременных с кольпоскопическим диагнозом CIN III после конизации обнаружена микроинвазивная карцинома. Поэтому предлагают изменить подход к пациенткам, у которых во время беременности получены подозрительные онкоцитологические и кольпоскопические данные, и в каждом конкретном случае оценивать соотношение риска и пользы от конизации [18, 19].

В настоящее время установлено, что при патологии ШМ из цервикального канала осуществляется трансмиссия микроорганизмов в матку, при этом инфицируются плодные оболочки, воды, плод, вследствие чего возникают осложнения беременности, родов, пуэрперального и перинатального периодов [18, 20]. Заболевания ШМ инфекционно-воспалительного генеза инициируют выкидыш и ПР, при которых рождаются незрелые новорожденные, большая часть из которых погибают из-за незрелости в первую очередь легких. В России неонатальные потери при массе тела до 1000 г составляют 73% [5], при этом ответственность за 40% случаев гибели этих детей возлагается на восходящую из ШМ инфекцию [6, 7]. Поэтому ранняя диагностика, рациональное лечение фоновых заболеваний ШМ и санация других очагов хронической инфекции у беременных существенно улучшают материнские и перинатальные исходы гестации.

Исходы гестации, осложнения беременности и родов, послеродового периода мы проследили в 1-й и 2-й группах пациенток с патологией ШМ (табл. 3). Своевременными родами завершились 92,1% беременностей в группе санированных женщин, тогда как во 2-й группе только 79,5% гестаций. В этой группе произошло в 2 раза больше выкидышей и ПР, чем в группе с оздоровленной ШМ. Во 2-й группе перинатально погибли 12 плодов и новорожденных, из них у двух мертворожденных имелись несовместимые с жизнью пороки развития (гидроцефалия, гипоплазия легких). В 1-й группе женщин достоверно реже беременность осложнялась угрожающим выкидышем, поздним гестозом, дородовым излитием вод, такими осложнениями родов, как аномалии родовых сил, хориоамнионит, гипотоническое кровотечение, разрыв мягких тканей родового канала; у них достоверно ниже оказался уровень осложнений послеродового периода, уменьшилось число инфекционных неонатальных заболеваний, а конъюнктивит, омфалит, пузырчатку чаще диагностировали у новорожденных матерей 2-й группы. В 1-й группе женщин не было случаев перинатальной смерти, а новорожденных с синдромом ЗВР родилось в 3 раза меньше по сравнению со 2-й группой матерей, беременность у

Таблица 3. Осложнения беременности, родов, неонатального периода при заболеваниях ШМ у матери

Патология	1 группа N=392		2 группа N=210		P
	абс. число	%	абс. число	%	
Осложнения беременности:					
угрожающий выкидыш	226	57,7	188	89,5	<0,05
поздний гестоз	43	11,0	58	27,6	<0,01
дородовое излитие вод	63	16,1	119	56,7	<0,01
Осложнения родов:					
аномалии родовой деятельности	45	11,5	64	30,5	<0,01
хориоамнионит	6	1,5	16	7,6	<0,01
гипотоническое кровотечение	8	2,0	16	7,6	<0,01
разрыв:					
шейки матки	56	14,3	79	37,6	<0,05
промежности	6	1,5	13	6,2	<0,01
стенки влагалища	12	3,1	19	9,0	<0,01
Осложнения послеродового периода:					
метроэндометрит	4	1,0	5	2,4	>0,05
лохиометра	18	4,4	34	16,2	<0,01
субинволюция матки	26	6,6	30	14,3	<0,01
Осложнения неонатального периода:					
конъюнктивит	2	0,5	7	3,3	<0,01
омфалит	–	–	3	1,4	
пузырчатка	1	0,3	2	1,0	
ЗВР	20	3,3	64	10,6	<0,01

Аббревиатура: ЗВР – задержка внутриутробного роста и развития

которых протекала на фоне патологии ШМ и влагалища.

В результате исследований установлено, что 2/3 беременных женщин страдают фоновыми заболеваниями ШМ, среди них у 1/5 – папиллома ШМ, и у трети больных выделены онкогенные типы ВПЧ.

Таким образом, диагностический скрининг заболеваний ШМ следует осуществлять в любом сроке беременности, не откладывая его на послеродовой период, так же как и лечение беременных женщин с больной ШМ. Выполнение ножевой биопсии из ШМ в случае подозрительных цитологических и кольпоскопических данных позволит диагностировать CIN III и преинвазивный рак, а также провести адекватную терапию. Лечение фоновых заболеваний ШМ, в частности цервицита, способствует оптимизации материнских и перинатальных исходов, существенно редуцирует осложнения беременности, родов, пуэрперального и перинатального периодов.

В заключение необходимо отметить, что фоновыми заболеваниями ШМ беременные страдают не реже небеременных женщин репродуктивного возраста; ножевая диагностическая биопсия при патологии ШМ и криоаблация очага поражения безопасны и не ухудшают течение беременности, а в перспективе предупредят развитие предрака и РШМ; у беременных женщин достоверно чаще, чем вне беременности, диагностируется патология ШМ инфекционно-воспалительного генеза, в т.ч. ассоциированная с вирусом папилломы человека онкогенных типов. Санация ШМ существенно улучшает материнские и перинатальные исходы.

Библиографический список

1. Минимальные клинические рекомендации. ESMO. – М., 2008. – С. 186–189.
2. Бахидзе Е. В. Фертильность, беременность и гинекологический рак. – СПб., 2004.
3. Arbyn M. Perinatal mortality and other severe adverse pregnancy outcomes associated with treatment of cervical intraepithelial neoplasia. BMJ 2008; 337: a 1284.
4. Акушерство (под редакцией Г.М. Савельевой). – Медицина, 2000. – С. 746.
5. Служба охраны здоровья матери и ребенка в 2000 году. Сборник Минздрава РФ, 2000. – С. 33–36.
6. Сидельникова В. М. Привычная потеря беременности. – Триада-Х. М., 2000.
7. Morales N. J., Schorr S., Albritton J. Effect of metronidazole in pathients with preterm birth in preceding pregnancy and bacterial vaginosis. Am J Obstet Gynecol 1994; 171: p. 345–9.
8. Müller E., Berger K., Dennmark N. Cost of bacterial vaginosis in pregnancy. J Reprod Med 1999; 44: p. 807–14.
9. Прилепская В. Н. Заболевания шейки матки, влагалища, вульвы. МЕДпресс. – М., 1999. – С. 247–52.
10. Методические материалы по диагностике и лечению ИППП и ассоциированных заболеваний (под редакцией В. Н. Серова). – М., 2001. – С. 55.
11. Лейзерович Г. Хирургические и гинекологические болезни у беременных. В кн.: Акушерство. Справочник Калифорнийского университета (под редакцией К. Нисвандер). Практика. – М., 1999. – С. 318–47.
12. Прилепская В.Н. Урогенитальный микоплазмоз. – РМЖ, 1998; 6 (5). – С. 295–300.
13. Шапран М.В. Чувствительность Ureaplasma urealyticum к антибиотикам. Гинекология, 2005; 7 (1). – С. 37–8.
14. Профилактика рака шейки матки. Руководство для врачей. МЕДпресс. – М., 2007. – 56 с.
15. Gissmann L. Linking HPV to cancer. Clin Obstet Gynecol 1989; 32 (1): p. 141–7.
16. Прилепская В.Н. Профилактика рака шейки матки. Методы ранней диагностики и новые скрининговые технологии. – Акуш. и гин., 2007. – С. 73–6.
17. Paavonen J., Critchlov C., De Rouen T. Etiology of cervical inflamation. Am J Obstet Gynecol 1986; 154 (3): p. 556–64.
18. Cunningham F. G., Leveno K. J., Bloom S. L. et al. Williams obstetrics. 22-th. Edition. N. Y.-Toronto. 2005; p. 1264–6.
19. Hanningan E.V., Whitehouse H. H. Cone biopsy during pregnancy. Obstet Gynecol 1982; 60: p. 450–5.
20. Hiller S.L., Krochn M. A. Microbiologic causes and neonatal outcomes associated with chorioamnion infection. Am J Obstet Gynecol 1991; 165: p. 956–61.

FACULTATIVE DISEASES, PRECANCEROUS CONDITION AND CANCER OF THE CERVIX UTERI AT PREGNANT WOMEN

Objective: to establish frequency of distribution of facultative and precancerous diseases of cervix uteri (CU) among pregnant women, to confirm safety for gestation biopsy and cryoablation; to estimate efficiency of therapy of pathology CU on pregnancy outcomes. Material and research methods: 879 pregnant women and 1200 not pregnant women of reproductive age; cytological, colposcopical, bacteriological, the PCR-test, histological. Results of research: frequency of diseases CU at pregnant women is high – 68,5%, mild dysplasia is diagnosed for 0,7% of pregnant women and at 1 – a squamous cancer II stage; among facultative diseases of CU cervicitis dominates – at 53,0%, ectopy – at 40,7%, a papilloma – at 19,7%, leukoplakia – at 11,4%, rupture of CU – at 6,3%, an endometriosis – at 5,4% of patients. Infection has been associated with pathology of CU: an ureaplasma/mycoplasma (58,5%), human papillomavirus (34,1%), herpes virus (13,1%), chlamydia (11,1%). After biopsy (13 women) and cryoablation (23 patients) pregnancy proceeded physiologically and has come to the end with fordate delivery. Therapy of facultative diseases of CU reduces level of complications, improves maternal and perinatal outcomes. Conclusion: almost 2/3 pregnant women suffer from facultative diseases of CU among them at 1/5 – human papillomavirus and at third of patients are assotiated oncologic types of human papillomavirus; diagnostic and adequate treatment of diseases of CU are safe, essentially they improve outcomes of pregnancy for mother and fetus, in the long term – they prevent development of precancerous condition and cancer of CU.

Key words: ***pregnancy, facultative condition and cancer cervix uterus, outcome gestation.***

***А.В. ТАРАСОВ**, аспирант кафедры внутренних болезней медицинского института Орловского государственного университета*
Тел. (4862) 40-33-14 arcorel@yandex.ru
***В.И. ВИШНЕВСКИЙ**, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой внутренних болезней медицинского института Орловского государственного университета*
Тел. (4862) 42-94-53

ОСОБЕННОСТИ АНТИАГРЕГАНТНОЙ ТЕРАПИИ У БОЛЬНЫХ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ

Рассматриваются вопросы патогенеза гемореологических нарушений при сахарном диабете. Приводится современная классификация антиагрегантных препаратов, рекомендации по их применению при сахарном диабете и его осложнениях.

Ключевые слова: ***сахарный диабет, тромбоциты, аспирин, антиагрегантная терапия.***

Для больных сахарным диабетом характерны множественные нарушения в системе гемостаза. Нарушения свертывающей системы крови являются обычно комплексными и включают в себя активацию естественных механизмов системы коагуляции, подавление фибринолитической активности крови, а также различные нарушения функции тромбоцитов [3].

Система гемостаза представляет собой совокупность компонентов сосудистой стенки, крови и их взаимодействий, которая обеспечивает поддержание целостности кровеносных сосудов, жидкое состояние крови внутри сосудов и остановку кровотечения при повреждении сосуда. Механизмы гемостаза запускаются при повреждении эндотелия, когда кровь вступает в контакт с соединительной тканью субэндотелиального слоя [2].

Следует различать первичный, или сосудисто-тромбоцитарный, гемостаз и вторичный (коагуляционный). Первичный гемостаз характеризуется образованием на месте повреждения сосуда тромбоцитарного агрегата («тромбоцитарной пробки», «первичной гемостатической пробки») [2]. Можно выделить три главных этапа сосудисто-тромбоцитарного гемостаза:

1. Адгезия тромбоцитов.
2. Активация и дегрануляция тромбоцитов.
3. Агрегация тромбоцитов.

Адгезия тромбоцитов – процесс прилипания тромбоцитов к компонентам субэндотелия сосуда, в частности к коллагену. Адгезия тромбоцитов осуществляется путем связывания гликопротеидов Ib мембран тромбоцитов с коллагеном при помощи комплекса фактора свертывания VIII. Адгезия тромбоцитов к волокнам коллагена происходит в первые секунды после повреждения благодаря наличию на тромбоцитах рецепторов к коллагену – гликопротеида Ia/IIa , относящегося к семейству интегринов. Стабилизация образовавшегося соединения при помощи фактора фон Виллебранда не позволяет току крови смывать тромбоциты. Фактор фон Виллебранда образует

© А.В. Тарасов, В.И. Вишневский

связь между субэндотелиальными волокнами коллагена и другим рецептором тромбоцитов – гликопротеидом Ib/IX . В результате адгезии тромбоциты активируются и выбрасывают ряд активных веществ, как заранее запасенных в их гранулах (дегрануляция), так и образующихся при активации [2]. Формирование тромбоцитарного тромба сопровождается активацией плазменного коагуляционного каскада, приводящего к образованию тромбина. Он стимулирует и завершает агрегацию тромбоцитов, а также является медиатором образования фибрина из фибриногена. В результате полимеризации фибрина формируется матрикс для образования стабильного тромба. Внутрисосудистый рост тромба в конечном счете приводит к обструкции поврежденного сосуда.

Для сахарного диабета характерна повышенная способность тромбоцитов к адгезии и агрегации. Это обусловлено целым рядом причин: изменением проницаемости мембраны тромбоцита, изменением ионного баланса магния и кальция (повышение мобилизации внутриклеточного кальция и снижение внутриклеточной концентрации магния), повышением метаболизма арахидоновой кислоты, снижением продукции оксида азота (NO) , повышением экспрессии молекул адгезии и некоторыми другими факторами [4]. Данные изменения тромбоцитов проявляются уже на начальных стадиях развития заболевания и предшествуют развитию сердечно-сосудистых заболеваний.

Классификация антиагрегантных препаратов [1]

Выделяют следующие группы антиагрегантов:

1. Вещества, действующие на метаболизм арахидоновой кислоты путем ингибирования циклооксигеназы-1 (ЦОГ-1): ацетилсалициловая кислота (аспирин), ибупрофен, трифлюзал.
2. Антагонисты рецептора АДФ P2Y12 на тромбоцитарных мембранах: тиенопиридины – тиклопидин (тиклид), клопидогрел (плавикс) и празугрел, необратимо ингибирующие активность P2Y12, и обратимые антагонисты этого рецептора – AZD6140 (для перорального применения) и ARC69931MX (кангрелор) для внутривенного использования.
3. Антагонисты гликопротеинов (GP) IIb/IIIa: для внутривенного введения – абциксимаб (РеоПро), эпитифабид (интегрилин), тирофибан (агграстат); для перорального применения – ксимелофибан, орбофибан, сибрафибан, лотрафибан и др. В клинических испытаниях не были доказаны эффективность и безопасность перорального применения блокаторов GP IIb/IIIa. В 2007 г. в России начат выпуск первого отечественного антагониста GP II/IIIa монофарма для внутривенного введения, который по своим свойствам сходен с препаратом абциксимаб.
4. Ингибиторы цАМФ фосфодиэстеразы: дипиридамол и трифлюзал. Последний также ингибирует ЦОГ-1.
5. Стимуляторы аденилатциклазы: ипопрост и другие простациклин – миметики, которые также повышают в тромбоцитах уровень цАМФ.
6. Ингибиторы рецептора TXA2/PGH2: ифетробан, сулотробан и др.
7. Антагонисты рецепторов PAR (protease activated receptors) тромбина SCH530348, E5555.

В настоящее время в клинической практике подтверждена эффективность лишь ацетилсалициловой кислоты (АСК), тиенопиридинов (тиклопидина и клопидогрела), дипиридамола в сочетании с АСК, а также антагонистов GP IIb/IIIa для внутривенного применения.

Антиагрегантная терапия при сахарном диабете

Имеются результаты большого количества клинических исследований, свидетельствующих о том, что аспирин является эффективным средством как вторичной, так и первичной профилактики сердечно-сосудистых осложнений у больных сахарным диабетом [5, 6]. Так, например, в исследовании ETRDS (Early Treatment Diabetic Retinopathy Study) у больных диабетом 1 и 2 типов и сердечно-сосудистыми заболеваниями применение аспирина снижает риск осложнений примерно на 25% [6, 7]. В плацебо-контролируемом исследовании U.S.Physicians“ Health Study применение аспирина у больных диабетом в первичной профилактике снижало риск инфаркта миокарда [6, 7].

Рекомендации по приему аспирина больным сахарным диабетом

(по данным Американской диабетической ассоциации, 2002 г.) [5].

1. Вторичная профилактика у больных сахарным диабетом с признаками заболевания сердечно-сосудистой системы:

– инфаркт миокарда в анамнезе;

– аортокоронарное шунтирование;

– инсульт или преходящие нарушения мозгового кровообращения;

– заболевания периферических сосудов;

– стенокардия.

2. Первичная профилактика больных сахарным диабетом (1 и 2 типов) с высоким риском:

– ишемическая болезнь сердца в семейном анамнезе;

– курение;

– гипертензия;

– ожирение (> 120% нормального веса); ИМТ > 27,3 кг/м^2 у женщин и ИМТ > 27,8 кг/м^2 у мужчин;

– альбуминурия (микро- или макро-);

– липиды – холестерин > 200 мг/дл, холестерин липопротеидов низкой плотности (ХС ЛПНП) > 100 мг/дл, холестерин липопротеидов высокой плотности (ХС ЛПВП) < 45 мг/дл для мужчин и < 55 мг/дл для женщин;

– возраст > 30 лет.

Применение других антиагрегантных препаратов, в частности клопидогреля, возможно при плохой переносимости аспирина или в комбинации с аспирином с целью усиления эффекта (комбинированная антиагрегантная терапия). Она может потребоваться при тяжелом и прогрессирующем сердечно-сосудистом заболевании.

В исследовании Ticlopidine in Microangiopathy of Diabetes изучались возможности тиклопидина по предупреждению микрососудистых осложнений у больных сахарным диабетом [9]. Было выявлено существенное замедление прогрессирования непролиферативной ретинопатии у больных сахарным диабетом и первого, и второго типов.

Было проведено несколько исследований по применению блокаторов GP IIb/IIIa у больных с острым коронарным синдромом [8], показавших значительное снижение летальности больных данной категории, особенно тех, кому проводилась ангиопластика.

Побочные эффекты антиагрегантов

Наиболее часто встречающиеся осложнения при антиагрегантной терапии аспирином – желудочно-кишечные кровотечения. Аспирин, а также другие нестероидные противовоспалительные средства (в меньшей степени селективные ингибиторы ЦОГ-2) обладают свойством ингибировать синтез гастропротективных простагландинов в слизистой желудка и двенадцатиперстной кишки. Это проявляется в большей мере при местном воздействии препарата на слизистую, но также и через системный кровоток. Применение кишечнорастворимых форм аспирина может в значительной мере снизить частоту гастропатий. Следует также учитывать дозозависимость осложнений данного рода.

Характерным побочным эффектом при терапии тиклопидином является возможное угнетение костного мозга. Возможно развитие тромботической тромбоцитопенической пурпуры с высокой летальностью. При лечении тиклопидином необходим гематологический контроль.

При терапии клопидогрелем гематологические осложнения сравнительно редки и проявляются обычно в первые недели приема препарата.

При применении блокаторов Gp IIb/IIIa в ряде случаев отмечались серьезные экстракраниальные кровотечения.

Заключение

Применение антиагрегантных препаратов при сахарном диабете патогенетически обосновано. В многочисленных исследованиях доказана способность данных препаратов предупреждать или замедлять прогрессирование сердечно-сосудистых осложнений диабета, улучшать качество жизни пациентов. Однако наряду с международными рекомендациями по применению антиагрегантов должны учитываться особенности клинического течения заболевания у каждого пациента.

Библиографический список

1. Интернет URL. http://www.neotexx.ru
2. Покровский В.М., Коротько Г.Ф. Физиология человека. – М.: Медицина, 1997. Т. 1. – 448 с.; Т. 2. – 368 с.
3. Сахарный диабет 2 типа как сердечно-сосудистое заболевание // Клиническая фармакология, терапия. – 2001. – Т. 10. – № 10. – С. 7–18.
4. Солун М.Н., Киричук В.Ф., Дихт Н.И. Особенности микроциркуляторного гемостаза при сахарном диабете // Фундаментальные исследования. – 2008. – № 6. – С. 67–69.
5. Aspirin Therapy in Diabetes. American Diabetic Association // Diabetes Care. – 2002. – Vol. 25, Suppl.n. – P. 8–9.
6. Bergerhoff K., Clar C., Richter B. Aspirin in diabetic retinopathy // Endocrinol. Metab. Din. N. Amer. – 2002. – Vol. 51, N 5. – p.779 – 79.
7. Oolwell J.A. Aspirin Therapy in Diabetes // Diabetes Care. 1997. – Vol. 20. – N 11.
8. Roffi M, Chew DP, Mukher jee D, Bhatt DL et al. Platelet glycoprotein IIb//IIIa inhibitors reduce mortality in diabetic patiens with non – ST-segment – elevation acute coronary syndromes. Circulation 2001; 104: 27 67–71.
9. TIMAD Study Group: Ticlopidine treatment reduces the progression of nonproliferative diabetic retinopathy. Arch Ophthalmol 1990; 108; 1577-83.

A.B. TARASOV, V.I. VISHNEVSKY

FEATURES ANTIPLPATELET THERAPY IN PATIENTS WITH DIABETES MELLITUS.

The questions of pathogenesis of haemorheologic data disorders in diabetes mellitus. Is a modern classification of antiplatelet drugs, recommendations on their application in diabetes and its complications.

Key words: ***diabetes mellitus, platelets, aspirin, antiplatelet therapy.***

И.А. ФИЛИНА, *кандидат фармацевтических наук, доцент кафедры фармакологии, клинической фармакологии и фармации медицинского института Орловского государственного университета*
Тел.: 41-33-91; 41-87-38; 8-910-204– 90-56; apteka82@orel.ru

СБАЛАНСИРОВАННАЯ СВЯЗЬ ПРОЦЕССА ЗАКАЗА, ПРИЁМКИ И ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ ТОВАРА В АПТЕКАХ С РЕЗУЛЬТАТАМИ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Процессный подход к заказу, приёмке и ценообразованию товара в аптеках позволяет стандартизировать работу отдела запасов, определить функциональные связи между работниками и структурными подразделениями предприятия, сбалансировать ключевые показатели эффективной деятельности аптеки, что в конечном итоге позволяет достигнуть высокого качества обслуживания клиентов и улучшить финансовые показатели аптечного предприятия.

Ключевые слова: ***процессный поход, сбалансированная система показателей, ассортимент, товарные позиции, процесс заказа и приёмки товара, ценообразование, хранение товара.***

Эффективность системы управления бизнес-процессами фармацевтической организации определяется ее адекватностью состоянию внешней и внутренней бизнес-среды, гибкостью реагирования на изменения в бизнес-пространстве и соответствием требованиям современного менеджмента. Современный фармацевтический бизнес предполагает использование участниками рынка адекватных бизнес-инструментов, в первую очередь инновационных управленческих технологий, для организации внутренних бизнес-процессов и создания внешних коммуникаций, позволяющих повысить потребительскую ценность фармацевтических товаров [1].

Одним из современных инструментов управления фармацевтическим бизнесом является процессный подход. Процессный подход позволяет увязать обязанности специалистов в единую систему, определить функциональные связи между работниками и структурными подразделениями предприятия, сформировать между бизнес-процессами цепочку обратной связи, сбалансировать ключевые показатели эффективной деятельности аптеки.

Процессный подход возник и развился из научных положений многих известных учёных. Теория двухконтурной обратной связи американского учёного Э. Деминга позволяет идентифицировать и фиксировать любые небольшие отклонения на каждом этапе производства. Соединив статистику, технологию и экономику, У. Шухарт создал первую в истории человечества теорию управления процессами материального производства, основанную на цикличности и причинно-следственной связи явлений. Самый распространенный метод анализа и решения проблем организацией — это цикл Шухарта–Деминга, или PDCA, который включает в себя четыре основных действия в любом процессе: планируй, делай, проверяй, корректируй [5].

© И.А. Филина

В аптечном бизнесе России применение процессного подхода к управлению предприятием встречается редко. Нами разработаны теоретические положения применения процессного подхода в повседневной деятельности аптеки.

Процесс, с которого начинается деятельность любого аптечного предприятия, – это заказ, приёмка и ценообразование товара, поэтому мы выделили этот процесс как первый и основополагающий. Клиентам нет дела до функций персонала или действий, происходящих в организации. В конечном итоге им важно только, получают ли они требуемый товар в требуемый срок по конкурентоспособной цене. В управлении запасами главное – найти «золотую середину». Если запасов слишком мало, клиенты будут недовольны, а продажи упадут. А слишком большие запасы означают затраты на финансирование и хранение.

В связи с тем, что заказ является «обеспечивающим» процессом для оборота товара в целом, в процессе товародвижения в аптеке должны соблюдаться основные параметры:

- достижение максимальной скорости оборачиваемости товаров;
- исключение «залеживания» товара в связи с опасностью истечения срока годности;
- удовлетворение потребности покупателей при минимизации расходов аптеки;
- исключение поставки некачественного либо фальсифицированного товара;
- создание оптимальной цены.

Все эти параметры диктуют свои условия в работе провизоров и фармацевтов, так как при огромном ассортименте товарных позиций, приличном списке оптовых фирм-поставщиков, ограниченных временными возможностями и нехваткой фармацевтического персонала, недостаточен профессионализм специалистов, необходима стандартизация работы отдела, который занимается заказом, приёмкой и ценообразованием товара. Стандартизировать работу отдела запасов и сбалансировать ключевые показатели эффективной деятельности аптеки, что в конечном итоге позволяет достичь высокого качества обслуживания клиентов и улучшить финансовые показатели аптечного предприятия, позволяет процессный подход.

Бизнес-процесс «Заказ, приёмка и ценообразование товара» мы разбили на несколько субпроцессов:

1. Определение текущей потребности.
2. Определение остатков на местах хранения.
3. Формирование заявки.
4. Размещение заявки.
5. Приём товара от поставщиков.
6. Оформление документов.
7. Ценообразование.
8. Приёмочный контроль.
9. Размещение товара.

Процесс закупки товара необходимо начинать с определения текущей потребности. Основной целью формирования ассортиментной политики аптечных предприятий является разработка стратегии товара, включающей определение номенклатуры лекарственных средств (ЛС), которая позволит оптимально обеспечить население и лечебно-профилактические учреждения (ЛПУ) необходимой лекарственной помощью, а также будет способствовать укреплению финансового положения фармацевтического предприятия. Необходимо помнить, что ассортимент аптеки должен обязательно содержать минимальный ассортимент лекарственных препаратов, необходимых для оказания лекарственной помощи населению.

Для определения количества ассортиментных позиций, необходимых аптеке, можно использовать различные методики. Нами предлагается методика АВС-анализа и VEN-анализа ассортимента лекарственных средств, а для определения размера оптимального запаса – метод планирования товарного запаса с фиксированным размером заказа, который позволяет определить оптимальный размер заказа, точку заказа, оптимальный интервал поставки [2].

Определение остатков на местах хранения осуществляется с помощью компьютерных технологий, при этом проверяются сроки годности лекарственных препаратов.

Следующими этапами процесса заказа и приёмки товара являются формирование и размещение заявки. При размещении заявки выбор поставщика осуществляют по критериям: цена; сроки поставки; условия поставки; наличие и правильное оформление сопроводительных документов.

Приём товара от поставщиков осуществляется по количеству мест.

К документам, сопровождающим товар, относятся: счёт-фактура, товарно-транспортная накладная (ТТН), документы, удостоверяющие качество. На сопроводительных документах должны быть реквизиты фирмы-поставщика, соответствующие подписи и печати. Лицо, принимающее товар, оформляет документы печатью предприятия и своей подписью. Если лекарственные средства подлежат предметно-количественному учёту, то оформляется доверенность, а товар принимается по наименованиям и количеству позиций. Сверка товара с товарно-транспортной накладной происходит по количеству наименований товара и количеству позиций, при этом сверяется серия на каждой упаковке с серией, обозначенной в документах, проверяется наличие на упаковке номера регистрационного удостоверения и даты регистрации.

Приёмочный контроль проводится с целью предупреждения поступления в аптеку некачественных лекарственных средств согласно действующим нормативным документам [3, 4].

Приёмочный контроль заключается в проверке поступающих ЛС на соответствие требованиям по показателям «Описание», «Упаковка», «Маркировка». Контроль по показателю «Описание» включает проверку внешнего вида, цвета, запаха. В случае сомнения в качестве ЛС образцы направляются в территориальную контрольно-аналитическую лабораторию. Такие лекарственные средства с обозначением: «Забраковано при приемочном контроле» хранятся в аптеке изолированно от других лекарственных средств. При проверке по показателю «Упаковка» особое внимание обращается на ее целостность и соответствие физико-химическим свойствам лекарственных средств.

При контроле по показателю «Маркировка» обращается внимание на соответствие оформления лекарственных средств действующим требованиям. Особое внимание следует обращать на соответствие маркировки первичной, вторичной и групповой упаковки, наличие листовки-вкладыша на русском языке в упаковке (или отдельно в пачке на все количество готовых лекарственных средств). На этикетках упаковки с лекарственными веществами, предназначенными для изготовления растворов для инъекций и инфузий, должно быть указание «Годен для инъекций». Упаковки с ядовитыми и наркотическими лекарственными средствами должны быть оформлены в соответствии с требованиями законодательства Российской Федерации и нормативных документов.

Размещение товара по местам хранения осуществляется в соответствии с приказом № 706 н от 23.08.2010 г. «Об утверждении правил хранения лекарственных средств». Согласно приказу товары могут размещаться с учётом физико-химических свойств, фармакологических свойств лекарственных средств, способа применения, агрегатного состояния, может быть использовано применение компьютерных технологий (в алфавитном порядке, по кодам).

В зависимости от физико-химических свойств хранение ЛС разделяют по группам: требующие защиты от действия света; требующие защиты от воздействия влаги; требующие защиты от улетучивания и высыхания; требующие защиты от воздействия повышенной температуры; требующие защиты от воздействия пониженной температуры; требующие защиты от воздействия газов, содержащихся в окружающей среде; хранение пахучих и красящих ЛС; хранение дезинфицирующих ЛС; хранение лекарственного растительного сырья; хранение медицинских пиявок; хранение огнеопасных ЛС; хранение взрывоопасных ЛС; хранение наркотических и психотропных ЛС; хранение ядовитых и сильнодействующих ЛС, подлежащих ПКУ.

Разбивка бизнес-процесса «Заказ, приёмка и ценообразование товара» на субпроцессы позволяет стандартизировать работу отдела запасов, обозначить на каждом этапе исполнителей, корректировать работу которых будет руководитель процесса.

На основе процессного подхода также можно разработать сбалансированную систему показателей для любого вида аптечной деятельности, которая подразумевает обратную связь между внутренними бизнес-процессами и внешними результатами.

Любое предприятие является объектом пристального внимания широкого круга заинтересованных сторон: акционеров, менеджеров, работников, кредиторов, поставщиков, потребителей, партнеров. Исходя из своих специфических интересов, каждая сторона по-своему подходит к вопросу оценки деятельности предприятия, выявляет важные для нее факторы и аспекты деятельности, которые и будет оценивать. В качестве объекта оцен-

ки рассматривается деятельность предприятия, направленная на поддержание отношений с основными заинтересованными сторонами. Такой подход определяет внутреннюю структуру сбалансированной системы показателей.

Американские «бизнес-гуру» Роберт Каплан и Дэвид Нортон, авторы системы, предлагают рассматривать четыре основных аспекта оценивания деятельности компании:

- финансы – успешность оценивается с точки зрения удовлетворения интересов акционеров;
- отношения с потребителями – оценивается, насколько компания успешна в своих отношениях с потребителями;
- внутренние бизнес-процессы – оценивается, насколько разумно менеджеры управляют внутренними процессами в компании, насколько оптимально эти процессы организованы;
- инновации и персонал – оценивается, насколько компания заботится о собственном развитии и, в частности, о развитии такого своего ресурса, как персонал.

При проектировании системы особое внимание должно уделяться выбору наиболее подходящих аспектов.

Взаимосвязь процесса заказа и приёмки товара с финансовыми показателями аптеки, клиентами и квалификацией персонала нами представлена в виде схемы (рис. 1).

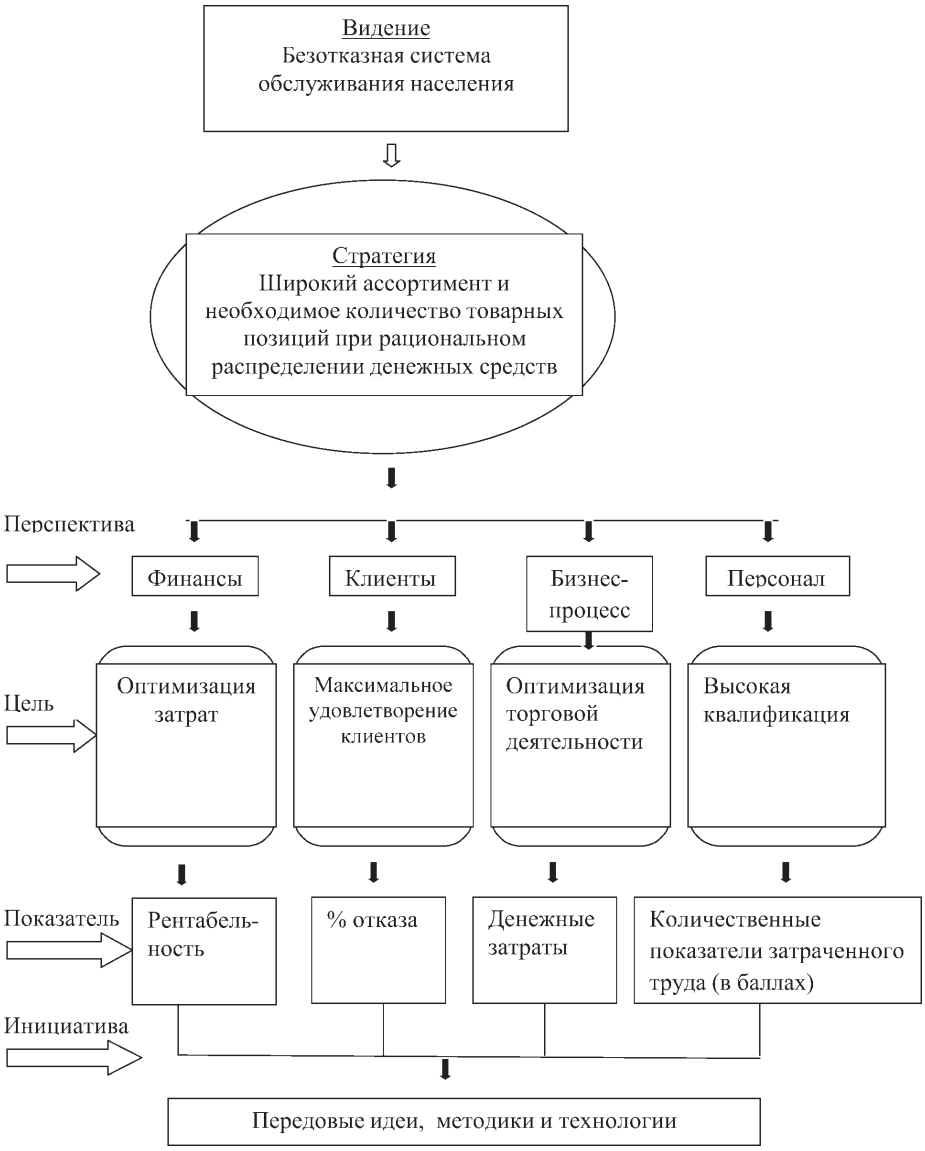


Рис. 1. Взаимосвязь процесса заказа, приёмки и ценообразования товара с результатами фармацевтической деятельности

Из рисунка видно, что из финансовой перспективы вытекает такая цель, как оптимизация затрат, что ведёт к рентабельности предприятия. Перспективой клиентов является максимальное удовлетворение клиентов, что характеризуется процентом отказов. Бизнес-процесс закупки, приёмки и ценообразования товара предполагает использование современных маркетинговых методов расчёта ассортимента и количества товарных позиций, что ведёт к оптимизации торговой деятельности. Перспектива персонала предусматривает высокую квалификацию персонала, что может быть выражено в количественных показателях затраченного труда в баллах.

Оптимизация заказа и приёмки товара на основе процессного подхода позволяет улучшить ключевые показатели аптечной деятельности, а именно:

– сократить количество нереализованных продаж и процент отказов вследствие отсутствия необходимых товарных позиций;
– уменьшить излишки товаров, минимизировать суммарные затраты, связанные с запасами, и повысить рентабельность;
– сократить время процесса заказа и приёмки товара, тем самым ускорить товарооборот;
– количественно оценить участие каждого сотрудника в бизнес-процессе;
– повысить качество процесса.

Все это в конечном итоге направлено на укрепление позиций аптечного предприятия на рынке и улучшение его экономических показателей.

Таким образом, предлагаемый нами процессный подход к заказу, приёмке и ценообразованию товара в аптеках позволяет формализовать работу отдела запасов, обозначить стратегию, цели, улучшить показатели и обозначить перспективы.

Библиографический список

1. Дрёмова Н.Б. Инновационный менеджмент в теории и практике фармации / Н.Б. Дрёмова, Э.А. Коржавых // Кластерные подходы в современной фармации и фармацевтическом образовании: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Белгород: БелГУ, 2008. – С. 70–72.
2. Раздорская И.М. Оптимизация лекарственного обеспечения лечебно-профилактических учреждений аптеками Орловской области / И.М. Раздорская, И.А. Филина // Фармация. – 2008. – № 4. – С. 41–42.
3. Приказ № 214 от 16.07.1997 года «О контроле качества лекарственных средств, изготовляемых в аптечных организациях (аптеках)».
4. Федеральный закон от 12.04.2010 г. № 61-ФЗ «Об обращении лекарственных средств».
5. Хаммер М. Реинжиниринг корпорации: Манифест революции в бизнесе / М. Хаммер, Д. Чампи; пер. с англ. Ю.Е. Корнилович. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2006. – 287 с.

I. A. FILINA

COHERENCE BETWEEN PHARMACEUTICAL GOODS ORDERING, DELIVERY AND PRICING AND THE RESULTS OF PHARMACEUTICAL ACTIVITY

The process approach to pharmaceutical goods ordering, delivery and pricing allows to standardize stores department's work, define functional relations between workers and an enterprise's structural subdivision, balance indicators of the drugstore's effective activity, what eventually allows to reach the highest quality of client service and improve the pharmaceutical financial indicators.

Key words: ***the process approach, balance indicators of the drugstore's effective activity.***

***М.В. ШИПИЛОВ**, кандидат медицинских наук,*
доцент кафедры психологии ГОУ ВПО
«Смоленский государственный университет (СмолГУ)»
Тел. 8 951 6944168; mshipilov@rambler.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ УРОВНЯ ФАКТОРА НЕКРОЗА ОПУХОЛИ-α ПРИ ОСТРЫХ РЕСПИРАТОРНЫХ ВИРУСНЫХ ИНФЕКЦИЯХ

Изучена концентрация ФНО-α в сыворотке крови 91 больных ОРВИ (27 – гриппом pH1N1, 16 – гриппом A/H3N2, 16 – аденовирусной инфекцией, 19 – парагриппом, 13 – респираторно-синцитиальной вирусной инфекцией) в остром и реконвалесцентном периодах заболевания. Выявлено повышение концентрации ФНО-α в остром периоде среднетяжёлого и тяжёлого течения гриппа pH1N1. Динамика изменения ФНО-α характеризовалась снижением его концентрации к периоду реконвалесценции при всех ОРВИ, кроме респираторно-синцитиальной вирусной инфекции.

Ключевые слова: ***ФНО-α, грипп, парагрипп, аденовирусная инфекция, респираторно-синцитиальная вирусная инфекция, ОРВИ.***

Актуальность. Фактор некроза опухоли-α (ФНО-α) – это мономерный белок с молекулярной массой 19-26 кДа, который продуцируют практически все типы клеток, но прежде всего моноциты и макрофаги, а также лимфоциты, гранулоциты периферической крови, NK-клетки и др. Индукторами выработки ФНО-α могут быть вирусы, митогены, полисахариды и другие цитокины: ИЛ-1, ИЛ-2, ИНФ (α, β) и др. ФНО-α является одним из кардинальных цитокинов воспаления, обеспечивающих универсальный иммунный ответ макроорганизма в ответ на внедрение возбудителя любого инфекционного заболевания. ФНО-α входит в состав биологической мультисистемы – цитокиновой сети, регулирующей взаимодействия различных клеток организма человека между собой (эффекторных клеток крови, эндотелиоцитов, эпителиальных клеток, фибробластов и др.) и тем самым поддерживающей неизменным клеточный гомеостаз [1, 4].

Биологическая активность и функции ФНО-α разнообразны. Он активирует макрофаги, моноциты, Т- и В-лимфоциты, фибробласты, гемопоэтические и эндотелиальные клетки, гепатоциты и др.

Доказана индукция ФНО-б иммунокомпетентными клетками под действием вирусов. Более того, именно ФНО-α наряду с ИЛ-6, ИЛ-1β и интерферонами (α, β, γ) принадлежит центральная роль в развитии и формировании противовирусного иммунитета. Однако существует прямая связь между повышенным уровнем ФНО-α и степенью повреждения тканей. Чрезмерная же продукция ФНО-α в совокупности с другими провоспалительными цитокинами при гриппе А характеризует такое чрезвычайно вредное для организма состояние, как «цитокиновый шторм (бурю)», при котором превалируют процессы повреждения тканей и их некроза, что может привести к гибели человека.

© М.В. Шипилов

Исходя из отмеченных выше функций, закономерно выявление высокого уровня ФНО-α у больных гриппом и другими ОРВИ. Так, повышенный уровень фактора был обнаружен в носоглоточной слизи детей раннего возраста с тяжёлым течением респираторно-синцитиальной вирусной инфекции (РС-инфекции) [5]. Повышение уровня ФНО-α было определено у больных как среднетяжёлой, так и тяжёлой формами гриппа pH1N1, причем у больных тяжёлой формой с развитием острого респираторного дистресс-синдрома концентрация ФНО-α была достоверно выше, что дало исследователям право сделать заключение о кардинальной роли ФНО-α (наряду с ИЛ-6 и ИЛ-8) в патогенезе тяжёлого течения гриппа pH1N1 [7]. В другом исследовании [6] не было обнаружено статистически значимых отличий уровня ФНО-α от контроля у больных среднетяжёлой формой гриппа pH1N1, в то время как у больных с тяжёлым течением было отмечено повышение концентрации в периферической крови как по сравнению с контролем, так и со среднетяжёлой формой, что дало основание предположить активное участие фактора в патогенезе тяжёлого течения заболевания, обусловленного не столько действием высокопатогенного, нового для человечества вируса гриппа А, сколько патологической гиперактивностью самих клеток иммунной системы.

Исходя из вышеизложенного, **целью настоящей работы** явилось исследование уровня мощного медиатора воспаления – ФНО-α в крови больных ОРВИ с определением возможного прогностического значения цитокина при данной патологии.

Материалы и методы исследования. Обследован 81 больной ОРВИ средней тяжести в возрасте 15–54 лет: гриппом pH1N1 (n=17), гриппом A/H3N2 (n=16), аденовирусной инфекцией (n=16), парагриппом (n=19) и РС-инфекцией (n=13). У исследуемых групп больных заболевание протекало благоприятно, без осложнений. Отдельную группу составили больные с тяжёлым течением pH1N1 и летальным исходом в возрасте 19–61 года (n=10). Диагноз был подтверждён с помощью метода ПЦР или РНГА (выявлением специфических антител с ростом их титра в 4 и более раз).

Забор крови для определения уровня ФНО-α производили в остром периоде (1–2-й день болезни) и в периоде ранней реконвалесценции (на 7–9-й день болезни). Уровень цитокина определяли в сыворотке крови методом ИФА коммерческими тест-системами «Вектор-Бест», Россия [3].

Результаты клинических и лабораторных исследований были внесены в специально разработанные карты индивидуального обследования пациентов с последующим представлением в виде электронных таблиц Microsoft Excel 2007. Статистическая обработка результатов исследований была проведена с использованием пакета StatGraphics 15.0.

Нормальность распределения вариационных рядов (соответствие закону Гаусса) проверяли с помощью критериев согласия Колмогорова–Смирнова и Шапиро–Вилкса, одного из самых мощных критериев нормальности. При выполнении гипотезы нормальности распределения в качестве точечной оценки характеристики центра группирования значений случайной величины использовали выборочное среднее (Mo) [2].

В случае нормального распределения каждой из выборок межгрупповые различия выявляли при помощи t-критерия Стьюдента (СТ) и точного критерия Фишера для сравнения дисперсий (Ф). При невыполнении гипотезы нормальности распределения в качестве точечной оценки характеристики центра группирования значений случайной величины использовали медиану (Me) – показатель, наименее подверженный влиянию со стороны индивидуальных колебаний признака. Между собой выборки сравнивали с помощью непараметрического критерия Вилкоксона–Манна–Уитни (ВМУ) – рангового критерия, хорошо приспособленного для анализа малых выборок и робастного к виду закона их распределения, а также двухвыборочного критерия Колмогорова–Смирнова (КС) [2]. Уровень значимости при проверке всех статистических гипотез – $p < 0,05$ (доверительная вероятность > 0,95).

Контролем служила кровь 17 здоровых доноров в возрасте 19–40 лет, у которых концентрация ФНО-α равнялась Me = 0,5 пг/мл (0–6,5). Полученные нами значения ФНО-α контрольной группы лиц полностью согласуются со средним показателем, полученным при обследовании сыворот-

ки крови 68 здоровых доноров фирмой-производителем тест-систем «Вектор-Бест»: 0,5 пг/мл (с вариацией от 0 до 6 пг/мл).

Результаты. Сравнительная характеристика динамики концентрации ФНО-α в остром периоде и периоде ранней реконвалесценции сыворотки крови больных ОРВИ представлена в таблице и на диаграмме.

Таблица – Сравнительная характеристика уровня ФНО-α у больных ОРВИ

Группы больных ОРВИ в зависимости от этиологии	Медиана ФНО-α (диапазон значений), пг/мл; n – число обследованных пациентов	
Период	Острый период	Период реконвалесценции
Грипп pH1N1 (среднетяжёлое течение)	0,7 (0 – 3,4)$^{\#}$, n = 15	0,15 (0 – 2,3) $^{*\#}$, n = 16
Грипп pH1N1 (тяжёлое течение /умершие/)	0,57 (0 – 1,5)$^{\#}$, n = 10	–
Грипп A/H3N2	0,8 (0 – 51,4), n= 15	0,1 (0 – 3,8)$^{*\#}$, n = 13
Аденовирусная инфекция	0,8 (0 – 5,1), n = 12	0 (0 – 1,4)$^{*\#}$, n = 16
Парагрипп	0,55 (0 – 38,6), n = 16	0 (0 – 9,0)$^{*\#}$, n = 18
РС-инфекция	0,7 (0 – 4,1), n = 13	0,8 (0 – 4,8), n = 13
Контроль, пг/мл	0,5 (0 – 6,5), n=17	

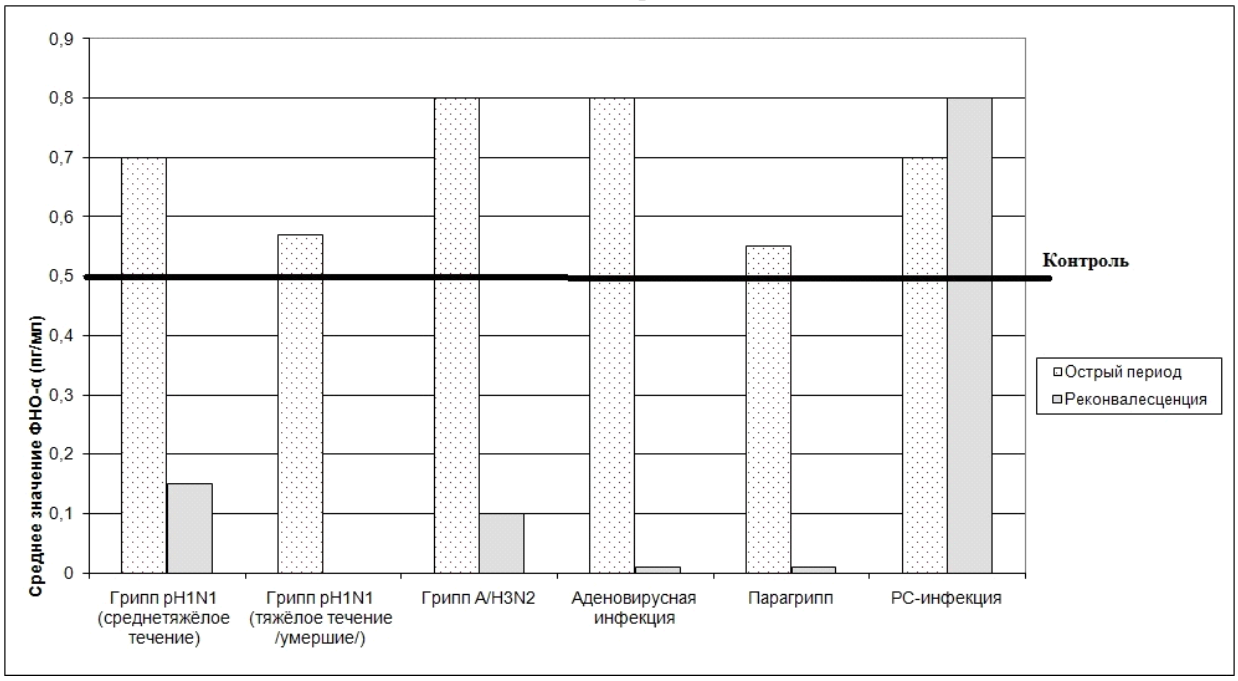
* – достоверные различия показателей в динамике заболевания ($p < 0,05$).
\# – достоверное отличие от контроля ($p < 0,05$).

Острый период. Выявлено статистически значимое повышение концентрации ФНО-α в остром периоде как среднетяжёлой (Ф $p < 0,05$), так и тяжёлой форм (Ф $p < 0,001$) гриппа pH1N1 по сравнению с контролем. Достоверных различий указанных групп между собой выявлено не было (СТ, Ф, ВМУ, КС $p > 0,05$). Несмотря на то, что показатели уровня ФНО-α при ОРВИ другой изученной нами этиологии (кроме гриппа pH1N1) визуально также были выше контроля (см. диаграмму), достоверных различий выявлено не было (ВМУ, КС $p > 0,05$). Однако о важном значении ФНО-α в патогенезе этих ОРВИ свидетельствует факт достоверного снижения его уровня к периоду реконвалесценции по сравнению с острым периодом в подавляющем большинстве вариационных рядов (КС $p < 0,05$), за исключением РС-инфекции (ВМУ, КС $p > 0,05$).

Период реконвалесценции. Концентрация ФНО-α в периоде реконвалесценции при среднетяжёлой форме гриппа pH1N1 (КС $p < 0,05$), гриппа A/H3N2 (КС $p < 0,001$), аденовирусной инфекции (КС $p < 0,05$) и парагриппа (КС $p < 0,01$) была не только статистически значимо ниже соответствующего показателя в остром периоде, но и контроля (КС $p < 0,05$), что свидетельствует повышенном потреблении фактора в течение всего периода заболевания с истощением компенсаторных возможностей клеточных популяций (прежде всего моноцитов/макрофагов) по синтезу данного белка.

Выводы. Подтверждено активное участие ФНО-α в патогенезе ОРВИ в качестве универсального механизма иммунологической защиты организма от респираторных вирусов, более всего проявляющееся при гриппе pH1N1. При ОРВИ другой изученной нами этиологии данное участие подтверждается более низкой концентрацией исследуемого фактора в сыворотке крови в периоде реконвалесценции по сравнению с острым периодом и контролем. Отсутствие достоверных изменений содержания ФНО-α в периферической крови больных ОРВИ в остром периоде заболевания (кроме гриппа pH1N1) по сравнению с контролем (ВМУ, КС $p > 0,05$), по-видимому, подтверждает наличие достаточных компенсаторных возможностей моноцитов/макрофагов, синтезирующих данный белок. Повышение же ФНО-α в сыворотке крови больных гриппом pH1N1 как среднетяжёлой, так и тяжёлой формами заболевания может свидетельствовать о чрезмерной (более сильной, чем

Диаграмма – Распределение уровня ФНО-α в сыворотке крови больных ОРВИ различной этиологии в зависимости от периода болезни



обычно) активации моноцитов/макрофагов в зоне воспаления.

Практическая значимость. Несомненно участие ФНО-α в патогенезе большинства ОРВИ, характеризующееся не выходящими за пределы нормальных цифр концентрации в периферической крови в остром периоде заболевания, что не является чрезмерным, без запуска процессов деструкции тканей и их некроза, с благоприятным исходом. Более же значительное повышение уровня ФНО-α в остром периоде гриппа pH1N1 (как при его среднетяжёлой, так и тяжёлой формах) свидетельствует не столько об эффективном воздействии на инфекционный процесс, сколько, возможно, о чрезмерном, избыточном действии провоспалительного цитокина, приводящем к усилению побочных эффектов, к разбалансировке функционирования эффекторных клеточных систем крови, а в ряде случаев – к деструкции тканей с последующим неблагоприятным исходом.

Библиографический список

1. Иванов А.А. Межклеточные и клеточно-матриксные взаимодействия в патологии / А.А. Иванов, О.П. Гладких, А.В. Кузнецова, Т.И. Данилова // Молекулярная медицина. – 2005. – № 2. – С. 16–21.
2. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. – М.: Физматлит, 2006. – 816 с.
3. Рябичева Т.Г. Определение цитокинов методом иммуноферментного анализа / Т.Г. Рябичева, Н.А. Вараксин, Н.В. Тимофеева, М.Ю. Рукавишников // Информационный бюллетень «Новости «Вектор-Бест». – 2004. – № 4 (34).
4. Симбирцев А.С. Цитокины – новая система регуляции защитных реакций организма / А.С. Симбирцев // Цитокины и воспаление. – 2002. – № 1. – С. 9–17.
5. Bermejo-Martin J.F. Predominance of Th2 cytokines, CXC chemokines and innate immunity mediators at the mucosal level during severe respiratory syncytial virus infection in children / J.F. Bermejo-Martin, M.C. Garcia-Arevalo, R.O. Lejarazu et al // Eur. Cytokine Netw. – 2007, Vol. 18(3). – P. 162-167.
6. Bermejo-Martin J.F. Th1 and Th17 hypercytokinemia as early host response signature in severe pandemic influenza / J.F. Bermejo-Martin, R.O. Lejarazu, T. Pumarola et al // Crit. Care. – 2009, Vol. 13(6). – P. 201.

7. Hagau N. Clinical aspects and cytokine response in severe H1N1 influenza A virus infection / N. Hagau, A. Slavcovici, D.N. Gonganau et al // Crit. Care. – 2010, Vol. 14(6). – P. 203.

M.V. SHIPILOV

STUDY OF THE CONCENTRATIONS OF TUMOR NECROSIS FACTOR-α IN ACUTE RESPIRATORY VIRAL INFECTIONS

Studied the concentration of TNF-α in the serum of 91 patients with ARVI (27 – Influenza pH1N1, 16 – influenza A/H3N2, 16 – adenovirus infection, 19 – parainfluenza, 13 – respiratory syncytial virus infection) in acute and convalescent periods of the disease. Revealed increased concentration of TNF-α in acute mild and severe influenza pH1N1. Dynamics of change of TNF-α was characterized by a decrease in its concentration to the period of convalescence for all ARVI, but in respiratory syncytial virus infection was not seen.

Key words: ***TNF-α, influenza, parainfluenza, adenoviral infection, respiratory syncytial virus infection, ARVI.***

ГЕОГРАФИЯ

***Е.В. СОЛОМИНА**, аспирант кафедры географии*
Орловского государственного университета
Тел. 89200866169

ИЗ ИСТОРИИ ТОПОНИМОВ ВЕРХОВСКОГО РАЙОНА

В статье приведены сведения об истории топонимов Верховского района. Рассмотрены возникновение и развитие сел в Верховском районе.

Ключевые слова: ***топоним, топонимика Верховского района, история Верховского района.***

История Верховского района связана с историей древнейших русских городов – Новосиля и Ливны. Это часть истории и величия России. Есть история большая, и есть история малая, но границы между ними нет. И мы не должны забывать о наших предках, людях, которые жили на территории нынешнего Верховского района.

Верховский район относится к восточным районам Орловской области, расположенной в европейской части России на Среднерусской возвышенности, в центре Русской равнины. Его площадь 1,1 тыс. кв. км. Центр района – поселок Верховье.

Толчком к развитию п. Верховье послужило строительство железной дороги Орел – Елец, Орел – Мармыжи, которое началось от Ельца до Орла в 1863 году. Основным железнодорожным узлом в силу своего географического положения стал п. Верховье, где было построено депо.

С верховской землей связана судьба великого русского композитора Николая Андреевича Римского-Корсакова.

В настоящее время Верховский район – один из крупнейших районов области, на территории которого проживает 23,5 тыс. человек.

Верховский район – сельскохозяйственный. Здесь создана многоукладная экономика. В районе работают 15 сельскохозяйственных предприятий различных организационно-правовых форм, 33 крестьянско-фермерских хозяйства занимаются производством продукции полей и ферм. Создано три садоводческих общества.

В районе расположено ЗАО «Славянское» – одно из самых высокоразвитых, высокорентабельных предприятий в области.

Историю нашего родного края хранят и приумножают историко-краеведческие музеи поселка Верховья и села Русский Брод. Их материалы имеют большое познавательное значение для жителей района и его гостей.

На юго-востоке области, в 123 километрах по железной дороге от г. Орла, в нижнем течении реки Любовши, по взгорью и в ее пойме раскинулось большое старинное село Русский Брод – пожалуй, единственное с таким названием в России. Древняя русско-бродская земля. С давних времен по берегам реки Любовши селились люди. Шли годы. Одни племена вытеснялись другими, и в первом тысячелетии здесь уже

© Е.В. Соломина

проживали люди из родовых поселений восточнославянского племени вятичей. С установлением феодального строя земля эта входила в состав Рязанского княжества. С того времени в правление Ивана Грозного (1533–1584) Любовша, как и реки Труды, Кшень, Сосна, Олым, становятся южными пограничными рубежами Московского государства. На бывшем Новосильском тракте в 25 км от Ливен стоит село Русский Брод, а несколько дальше вверх и вниз по реке Любовше – селения Татарский Брод, Юрты. Географические названия связаны с различными событиями и фактами. Одни – с конкретной исторической эпохой и теми событиями, которые теперь сохранились в их названиях: Русский Брод, Татарский Брод, Юрты, Колчанка, Становое. Все они указывают на события того времени, когда крымские татары часто вторгались в пределы Российского государства и с ними шла упорная борьба.

Названия деревень Колчанка, а их две – нижне-жерновская и коньшинская – указывают на родственную связь со словами «колчан», «колчанник», что означает «кобура для стрел воина, вооруженного луком».

Село Становое получило свое название от слова «стан», что означало административную единицу уезда, а также сторожевую охрану на приграничных, порубежных территориях. Стан обычно разбивался на возвышенном месте и укреплялся повозками, реже – рвом, земляным валом. Действительно, село стоит на высоком месте, а купол его церкви Михаила Архангела виден из других сел и деревень. До 1928 года, до периода образования районов, это село было большим центром Становской волости Ливенского уезда.

По сведениям за 1866 год, село Становое значилось казенным. Его крестьяне никогда не были государственными и принадлежали казне.

Село тогда насчитывало 121 двор, и в нем проживали 515 жителей мужского и 540 жителей женского пола, то есть на каждый двор в среднем приходилось по 8–9 человек. На старых и теперь на новых географических картах село значится как Архангельское, по названию сельского храма во имя Михаила Архангела. В старые времена многие большие села в нашей округе назывались именно по сельским храмам. Рождественское (Корытинка), Архангельское (Теляжье), Борисоглебское (Пеньшино), Спасское (Русский Брод), Троицкое (Скорятино), Покровка (Демидово), Дмитриевское (Васильевка) – многие эти названия потеряны в памяти народной. Одно из таких сел на карте Орловской области издания 1990 г. сохранило церковное название – Архангельское, но его называют теперь не Становое, не Архангельское, а село Коньшино, по нему и Коньшинский сельский Совет. Название фамильное. По-видимому, первым поселенцем этих мест был некто Коньшин.

На территории Русско-Бродского сельского Совета по обе стороны реки раскинулась деревня Кобзевка. Когда-то она называлась Кобозеевка, была казенной, имела 11 дворов и немного жителей обоего пола. Многие селения в нашей округе назывались по их владельцам. Так, село Русский Брод на протяжении полутора веков называли Лаврово. Оно было владельческим, и его крестьяне принадлежали помещикам Лавровым. Село Татарский Брод принадлежало помещику Башкатову – потомку татарского мурзы. И фамилия его – татарского происхождения, от слова «башка», что значит «голова». Эту деревню теперь чаще называют Башкатовкой.

По фамилии владельца графа Скарятина названа железнодорожная станция – Скорятино.

Село Красное названо было так за его своеобразную красоту. Старинное слово «красный» означало «красивый». К селу подступал Гусаревский лес, в самом селе был большой выгон. В центре села на открытом возвышении у дороги стояла церковь Крещения, построенная в 1760–1770 годах. Это высокое кирпичное здание, доминировавшее над окружающим ландшафтом, – один из лучших памятников Орловской области.

В 1843 году этот храм был возобновлен владельцем села Д.Я. Скарятиным. Церковь Крещения с. Красное, церковь Михаила Архангела с. Коньшино, церковь Бориса и Глеба с. Пеньшино, церковь Рождества Богородицы с. Ровнец вошли в книгу «Архитектурные памятники Орловской области». В настоящее время село Красное знаменито тем, что оно является родиной двух братьев – Героя Советского Союза Чернышева Василия Ефимовича и Героя Социалистического Труда Чернышева Григория Ефимовича.

Фамильных деревень и сел в нашем крае сравнительно много, и о них мы еще узнаем, но значительное число селений названы по рекам, на которых они расположены: Труды, Трудки, Верхняя и Нижняя Любовша, Вышний и Нижний Жерновец, Большой и Малый Синковец, Большой и Малый Кривец, Корытинка, Теляжье.

От географического места расположения идут и другие названия сел и деревень: Борки (бор – хвойный лес), Каменка (на Каменной горе), Осинник (у осинового леса).

Есть деревни-переселенцы. Они появились в результате переноса и переезда с одной территории на другую. На территории Васильевского сельского Совета, недалеко от Шатилово и Крутого, по взгорью раскинулась небольшая деревня Хохловка. Такое название появилось сразу после ее основания переселенцами с Украины. Здесь в украинской семье родился Шумейко Николай Артемьевич – Герой Советского Союза. Переселенческими были населенные пункты Новой Деревни: одна выстроилась по реке Любовше, другая – по реке Труды. Сюда переселялись люди из окрестных деревень на вольные земли, особенно бурно застраивались они во времена Столыпинской реформы. Названия соответствуют их новому рождению.

В селе Васильевское-Сухотино стояла церковь Трисвятская. Она называлась так в честь трех Святителей – Василия Великого, Григория Богослова и Иоанна Златоуста. Сейчас ее чаще называют церковью Всесвятской. В 1899 году здесь функционировала церковно-приходская школа. Она помещалась в собственном здании, а заведующим и законоучителем в ней был священник Г. А. Никольский. Теперь на карте Орловской области, изданной в 1990 г., название того села несколько видоизменилось и обозначено как Сухотиновка. А другое село в нашем районе осталось на карте как Васильевское.

От села Сухотино ниже по реке Синковец по правой ее стороне на старой карте обозначался населенный пункт по названию Постоялые дворы Синковец, а выше – Верховье-Галичье. Постоялые дворы Синковец стояли на большой дороге – Новосильском тракте.

Долгое время деревня Огороженное была владением помещиков Скарятиных. В конце прошлого столетия Огороженное принадлежала помещице Скарятиной.

Без рек и водоемов жизнь сельских жителей не представлялась возможной. Территорию местности прорезали долины многих рек и речек. Весь водосбор относится к бассейну реки Дон.

К западу от Верховья водосбор рек относится к бассейну реки Оки. Таким образом, водораздел бассейнов этих двух рек расположен на территории Верховского района.

Самой протяженной рекой в нашем крае является река Труды. В исторических документах она упоминается с таким названием. Река Труды берет начало недалеко от поселка того же названия в Верховском районе и протекает по территории Верховского, Покровского и Ливенского районов, а там, у села Речица, впадает в реку Сосну. За свою многовековую службу людям река и получила свое меткое название – Труды. Сколько плотин и водяных мельниц, крупорушек и пенькотрепален стояло на этой реке! Последняя водяная мельница прекратила свою работу на этой реке в начале 60-х годов в поселке Быки Верховского района, а вместе с нею не стало и самой деревни.

Значительными притоками реки Труды являются реки Синковец, Жерновец и Любовша.

Любовша берет свое начало в Новодеревеньковском районе за поселком Судбищи и протекает по территории Новодеревеньковского, Краснозоренского и Верховского районов. По территории Верховского района река Любовша протянулась более чем на 20 км и впадает слева в реку Труды у деревни Юрты Ливенские. Притоками Любовши являются небольшие речки Большой, Малый Кривец, Корытнов ручей, Тарасов Колодезь и Костомаров ручей. Корытнов ручей – правый приток Любовши – получил нарицательное название за своеобразную глубокую долину, похожую на корыто. Малый Кривец – левый приток Любовши – такое название получил также за конкретные природно-естественные признаки: Малый – потому, что к северу от него находится река Большой Кривец, а Кривец – потому, что долина реки имеет форму с многочисленными изгибами и карстовыми впадинами и бегут ее воды и вкривь, и вкось.

Все реки, протекающие по территории Верховского района, питаются за счет атмосферных осад-

ков и грунтовых вод. Самый высокий уровень их весной, во время таяния снегов. Реки располагаются на известняках.

Река Любовша – одна из живописных рек. В районе Русского Брода она извилиста, узкая часть долины сменяется более широкой. Река обрамлена крутыми, обрывистыми, а местами утесистыми берегами, поросшими разнообразной растительностью, очень красиво цветущей в конце весны и начале лета.

Русско-бродские окрестные места – поля, леса и луга – не отравлялись ядохимикатами, так как в значительной части они имеют гористую местность, лежащую к югу и юго-востоку. Одна из гор называется Музалевская – от названия одноименного поселка, расположенного у ее подножия. Сто и более лет назад эта гора называлась Земская, так как лежащие на ней поля были собственностью земского начальника, местного помещика Ивана Евгеньевича Лаврова.

Вторая гора расположена по обе стороны Ливенской дороги. Название ее уже забыто, а она когда-то была Масленная: здесь были самые лучшие, как «масло», черноземные земли. Между этими горами находится ложбина.

Третья гора называлась Юртовская. Она тоже отделялась от Масленной ложбиной, по обе стороны которой расположились поселки Рассвет и Осинник.

За свой особый ландшафт, своеобразную и живописную красоту Русский Брод еще в прошлом веке стали называть «Орловской Швейцарией».

Соловьиный край! Красивая долина реки в самом селе, где раскинулся зеленый луг, окаймленный холмами, поросший деревьями и цветущим кустарником, особенно сиренью.

Русский Брод был селом-садом. Пять огромных садов общей площадью примерно в 50 десятин были посажены еще в XIII веке помещиками Лавровыми. Это были сады с разнообразными сортами яблонь и груш, с плантациями косточковых–слив, вишен и терновника. А кругом располагались липовые, каштановые, кленовые и еловые аллеи. Сады имели каменные и кирпичные ограды. Суровой зимой 1941–1942 годов сады частично вымерзли.

Село российское! Кто бы ни посещал его, всегда обращал свои взоры к храму Божиему. При встрече с ним любой человек православной веры крестится. Церковь украшала село. Село славилось и гордилось своим храмом, его колокольным звоном, который раздавался на многие версты вокруг. И как бы ни были далеко от села, люди с утонченным слухом узнавали по звуку большого колокола, в чьем храме слышен Божий глас. В ближайших селах от Русского Брода в 1871 году насчитывалось 11 церквей, а в уездном городе Ливны их было 8.

Село Нижний Жерновец – одно из красивейших мест Верховского района. Его история уходит в глубь веков.

В исторической литературе Нижне-Жерновский край упоминается еще во времена Ивана Грозного. По рекам Любовша и Труды проходили порубежные земли, за которыми лежало необъятное «Дикое поле», а потом начиналось Крымское государство.

Крупные села на Орловщине и в других губерниях чаще всего были владельческими. Село Нижний Жерновец долгое время принадлежало помещикам Апушкиным. Здесь находилась господская усадьба. При волости в селе Нижний Жерновец еще в середине 90-х годов прошлого столетия был открыт приемный покой.

В конце XIX – начале XX века по течению реки Труды на ее левой стороне возникло новое поселение – деревня Новая. Из многих деревень переселялись люди на новые земли. На берегу была построена мельница, обслуживавшая всю округу.

По воспоминаниям старожилов, это было нелегкое для крестьянина время.

Родное село – деревня Новая – стоит в живописном месте, на горке, а внизу протекает река Труды.

На правом берегу реки Труды, там, где сливается с нею Любовша, раскинулось в ее пойме и по взгорью российское село Пеньшино. До сих пор жива легенда о том, что такое название оно получило от двух слов: «пень» и «шина». Говорят, что здесь когда-то жил мастеровой человек.

Село Пеньшино состояло из многих деревушек и поселков с порой замысловатыми названиями: Сабачановка, Хваталовка, Оводовка, Осиновый, а за реками Любовша и Труды раскинулись деревни Юрты Ливенские, Юрты Малоархангельские. Подобные названия деревни получили потому, что на стыке этих двух рек проходила граница между

Ливенским и Малоархангельским уездами Орловской губернии и одна из деревень находилась на территории Ливенского, а другая – на территории Малоархангельского уездов.

По сведениям за 1866 год, село Пеньшино значилось владельческим. Оно принадлежало помещику Д.Я. Скарятину и состояло из 51 крестьянского двора, где проживали 858 человек, из них 412 душ мужского и 446 душ женского пола.

В селе Пеньшино на реке Труды стояла мельница. Она была построена приблизительно в 1840 году и прослужила людям почти 100 лет.

История села Пеньшино хранит в себе имена и бывших его жителей: Николая Матвеевича Петрикеева, Ивана Михайловича Петрикеева.

О самых первых поселениях на корсунской земле ни документов, ни воспоминаний не сохранилось. Что привело людей в овражистую и лесистую местность, остается только предполагать.

История села начинается примерно со второй половины XVIII столетия. В то время имение принадлежало генералу в отставке, тайному советнику, попечителю Киевского округа Зернову. В Корсуни было одно из его поместий. В поместье барская семья приезжала каждый год, обычно в конце весны – начале лета, проводила здесь немного времени и опять возвращалась в город.

Интерес к истории своей малой родины закономерен. Люди хотят знать прошлое свое края, чтобы осмыслить и понять настоящее.

Ливенский уезд, куда входило село Ровнец XVII века, был по территории очень больших размеров. Это нынешние земли Ливенского, Краснозоренского, Должанского, Малоархангельского, Колпнянского, Покровского и большей части Верховского районов Орловской области, Советского района Курской области и Долгоруковского района Липецкой области.

Село Ровнец было одним из самых больших в Ливенском уезде, где в 1866 году значилось 209 крестьянских дворов, в которых проживало около 1700 человек – 824 мужчины и 862 женщины.

Ровнец – родина Героя Советского Союза Николая Герасимовича Губанова, 1901 года рождения.

Название села происходит от протекающей здесь одноименной реки –Теляжье Колодезя, а с момента постройки часовни и позднее Архангельской церкви село получило название Архангельское. В последней четверти XVII века оно находилось на территории Красного стана Ливенского узда.

История свидетельствует, что, когда в 1778 году в Орловской губернии образовался новый Малоархангельский уезд, село Теляжье влилось в него. Во всей округе не было большего села, чем Теляжье.

Теляжье значилось селом казенным и владельческим. В конце прошлого и в начале нашего века в Теляжье находились владения помещиков Нелёлова, Соболевой, Покровских, а от устья Колодезя вниз по реке Труды раскинулось имение Стаховича.

В любом уголке России есть такие места, любоваться которыми можно всю жизнь. В настоящее время Верховский район – один из крупнейших районов области.

Библиографический список

1. Природа Орловского края. – Орел, 1925.
2. Революционное движение в Орловской губернии в период первой русской революции 1905–1907 годов. – Орел, 1957.
3. Орловская губерния в период иностранной военной интервенции и гражданской войны (1918–1920 гг.). – Орел, 1963.
4. Орловская область в годы Великой Отечественной войны (1941–1948 гг.).
5. Сборник документов и материалов. Книжное издание. – Орел, 1960.
6. Орловская область. Историко-экономический очерк. – Тула, 1977.
7. Природные богатства Орловского края. – Орел, 1976.

E.V. SOLOMINA
FROM THE HISTORY OF TOPONYMS OF VERKHOVSKY REGION

The data about the history of toponyms of Verkhovsky region are given in the article. The formation and development of Verkhovsky region are considered.

Key words: ***toponym, toponymy of Verkhovsky region, history Verkhovsky region.***

***Л.Н. ТРОФИМЕЦ**, кандидат географических наук, ст. научный сотрудник, доцент кафедры географии факультета естественных наук Орловского государственного университета*
Тел. (4862)-73-71-82; trofimetc_l_n@mail.ru
***И.П. БАРАНОВ**, старший специалист Института биологического приборостроения с опытным производством РАН, г. Пущино*
Тел. (4967) 736944 CEK-MO@rambler.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАРТ ПЛАСТИКИ РЕЛЬЕФА И СТРУКТУРНЫХ ЛИНИЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВТОРИЧНОГО ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЦЕЗИЯ-137 В БАССЕЙНЕ ВЕРХНЕЙ ОКИ

Приводятся результаты анализа влияния овражно-балочных лесополос на первичное распределение цезия-137. Использование карт пластики рельефа и структурных линий земной поверхности показало, что вторичное перераспределение цезия-137 обусловлено процессами смыва и аккумуляции на склоновых поверхностях.

Ключевые слова: ***морфоизографа, гребневые и килевые линии, крутизна, активность цезия-137.***

Исследования водной эрозии почв основываются на учете строения рельефа. В зарубежных и отечественных работах расчеты потерь почвы в результате эрозии осуществляются по так называемому «универсальному уравнению эрозии» (USLE): E=RЧKЧLSЧCЧP, где E – смыв почвы с единицы площади за год (модуль смыва); R – фактор осадков, представляющий собой среднемноголетнее значение эрозионного потенциала осадков, характеризующего эрозионную способность дождей; K – фактор эродируемости (смываемости) почвы, численно равный модулю смыва с площадки длиной 22,1 м при прочих равных условиях; LS – фактор рельефа. Фактор длины склона L представляет собой отношение смыва со склона некоторой длины к смыву со склона длиной 22,1 м при прочих равных условиях; S – фактор уклона, представляющий собой отношение смыва со склона некоторой крутизны к смыву со склона с уклоном 9% при прочих равных условиях; C – фактор растительного покрова или хозяйственно-агрономический фактор, численно равный отношению среднего смыва с поля за ротацию севооборота к смыву с поля, содержащемуся по бессменному пару при равенстве прочих условий; P – фактор превентивных практик. Он представляет собой отношение смыва с поля, на котором применяются противоэрозионные меры, к смыву с поля, на котором противоэрозионные меры не применяются, а обработку почвы и посев ведут вдоль склона [12–14].

В НИЛ эрозии почв и русловых процессов была разработана методика оценки эрозионной опасности пахотных земель, основанная на двух эмпирических уравнениях: переработанном варианте USLE (для случая ливневых осадков) и для условий талого стока – модифицированной методике ГГИ (Ларионов, 2000) [3].

© Л.Н. Трофимец, И.П. Баранов

Бастраковым Г.В. предложен метод расчета среднегодового смыва почвы, основанный на учете сопротивления размыву почв и горных пород [1].

На пахотных склонах широко применяется почвенно-морфологический метод оценки степени смытости почв. Этот метод требует знаний мощности несмытых почв на эталонных участках и продолжительность распашки.

Стационарные наблюдения за смывом на стоковых площадках наиболее точно позволяют измерить потери почвы, но метод трудоемок и сопряжен с решением проблемы распространения выводов о смыве на другие участки.

Радиоцезиевый метод при его применении для пахотных склонов требует знаний запаса цезия-137 на опорном эталонном участке. В этом случае сравнение запаса на искомом участке распахиваемого склона с эталонным дает возможность рассчитать величину смытого объема почвы.

На территориях с высоким уровнем чернобыльского загрязнения при применении радиоцезиевого метода возникает проблема корректного определения опорного значения активности цезия-137. В случае невозможности воспользоваться плакорным водораздельным участком как эталонным (такие участки, как правило, распаханы) допускается использовать участок возле лесополосы, не затронутый антропогенной деятельностью (Беляев, 2004) [2]. Но в этом случае возникает проблема корректного определения опорного (эталонного) значения запаса (активности) цезия-137.

Считается [6], что поступление цезия-137 на земную поверхность происходило в течение первых двух недель после аварии на ЧАЭС и в большинстве случаев связано с одним-двумя случаями выпадения дождей, что обусловило вариабельность территориального распределения изотопа. Фактически определение эталонного запаса означает адекватное установление первичного загрязнения радионуклидами в 1986 году. Для установления статистически достоверного значения величины эталонного запаса рекомендуется отбирать несколько проб в пределах опорного участка и рассчитывать коэффициент вариации запаса изотопа.

Не умаляя важности статистической оценки достоверности расчета активности цезия-137 на опорном участке, мы считаем, что подобные расчеты следует проводить для участков, где выпадение изотопа из атмосферы происходило в сравнительно однородных условиях. Представляется, однако, что такие участки возможно найти лишь в слабо пересеченной местности. В нашем случае, когда объектом исследования являлся участок склоновой поверхности водосбора реки Сухая Орлица, осложненный балкой, овражно-балочной лесополосой, ложбиной и полезащитной лесополосой (рис.1), говорить об однородности условий выпадения изотопа не приходится. Более того, как будет показано ниже, экспериментально установлено существенное различие активности цезия-137 в различных частях лесополос, участки под которыми заведомо не распахивались и не испытывали существенного воздействия современных геоморфологических процессов. Как справедливо указывает Маркелов [6], возможны более высокие (или более низкие) опорные значения запаса, обусловленные неравномерностью выпадения дождя (или пылевыпадений), вместе с которыми изотоп поступил на поверхность почвы в 1986 году. Такая неравномерность может быть вызвана влиянием препятствий в виде лесонасаждений, оказавших воздействие на поле, скорости ветра на участке.

В работе Трофимец, 2010 [10] было показано, что отмечается более высокая активность радиоактивных выпадений на подветренной стороне овражно-балочной лесополосы. В таблице 1 приведены данные о распределении активности цезия-137 вдоль овражно-балочной лесополосы.

Из данных таблицы 1 видно, что различия в активности цезия-137 на наветренной и подветренной сторонах овражно-балочной лесополосы весьма существенны. При этом большую роль играет ориентация склонов. Именно она определила большую вариабельность активности цезия-137 на левом склоне балки за лесополосой (0,62 в таблице 2).

В таблице 2 приводятся значения дисперсии, среднего и коэффициента вариации активности цезия-137 на опорных участках, расположенных вдоль овражно-балочной лесополосы (вне зоны антропогенного воздействия).

Из таблицы 2 следует вывод, что на подветренной стороне правого склона балки (за лесополосой) и на подветренной стороне левого склона



Рис. 1. Космоснимок участка поля на правом склоне долины р. Сухая Орлица

Таблица 1 – Распределение активности цезия-137 вдоль овражно-балочной лесополосы (на наветренной и подветренной сторонах правого и левого склонов балки)

Подветренная сторона правого склона балки северной экспозиции (за лесополосой)		Наветренная сторона правого склона балки южной экспозиции (перед лесополосой)		Подветренная сторона левого склона балки северной экспозиции (за лесополосой)		Наветренная сторона левого склона балки южной экспозиции (перед лесополосой)	
№ точки	Цезий-137, Бк/кг	№ точки	Цезий-137, Бк/кг	№ точки	Цезий-137, Бк/кг	№ точки	Цезий-137, Бк/кг
100.1.6	167,2	100.26.1	145,1	100.11.1	154,6	100.10.1	270
100.1.7	270,8	100.27.1	158	100.12.1	218,5	100.10.2	61,7
100.1.8	231,8	100.28.1	194,6	100.13.1	169,8	100.10.3	208,1
100.1.9	228,7	100.29.1	188,5	100.14.1	481,6	100.10.4	86,7
100.1.10	359,2	100.30.1	132,4	100.15.1	109,6	100.10.5	117,2
100.1.11	186,9	100.31.1	132,4	100.16.1	151,5	100.10.6	107,9
100.1.12	290,2	100.32.1	165,4	100.18.1	151,5	100.10.7	209,6
100.1.13	315,2	100.34.1	138,3	100.20.1	177,5	100.10.8	24,4
		100.35.1	153,6	100.21.1	160,1		
		100.36.1	118,5	100.22.1	168,9		
		100.37.1	193,3	100.23.1	176		
				100.24.1	160		

Примечание: при назначении наветренного направления принято направление с юга на север. Балка ориентирована истоком на юго-запад.

Таблица 2 – Оценка вариации активности цезия-137 (Бк/кг) на опорных участках

Параметры	Наветренная сторона правого склона балки (перед лесополосой)	Подветренная сторона правого склона балки (за лесополосой)	Наветренная сторона левого склона балки (перед лесополосой)	Подветренная сторона левого склона балки (за лесополосой)
Среднее	156,4	256,2	135,7	190,0
Дисперсия	698,6	4219,2	7159,9	9047,6
Коэффициент вариации	0,17	0,25	0,62	0,50

балки (за лесополосой) активность цезия-137 выше (256,2 Бк/кг и 190 Бк/кг соответственно), нежели на наветренных участках склонов перед лесополосами (156,4 Бк/кг на правом и 135, 7 Бк/кг на левом склоне балки). Объясняется это более ранним таянием снега и, соответственно, большим смывом в условиях интенсивного протекания процесса таяния на склонах южной экспозиции. Проведенные нами замеры величины смыва в пределах нижней части склонов балки весной 2011 года показали, что смыв в нижней части склона южной экспозиции составил 1,5 см, в то время как на нижней части склона северной экспозиции смыв не был отмечен вовсе.

Следует также отметить, что различия между средними значениями активности на наветренной и подветренной сторонах овражно-балочной лесополосы на правом склоне балки достигают 39%, на левом склоне – 29%. Вариация активности цезия-137 на левом склоне балки в целом больше, чем на правом, и превышает 50%.

Вывод отсюда один: эталонные значения активности цезия-137 должны рассчитываться конкретно для локальных участков с учетом влияния лесополосы как препятствия, создающего дополнительное трение при ветропереносе и тем способствующего формированию локальных зон повышенной концентрации загрязнителей (в данном случае радионуклидов).

В результате был сделан вывод в пользу принятия за **эталонные** значения активности цезия-137 на **нераспахиваемых** участках перед овражно-балочной лесополосой на правом склоне балки (**непосредственно за полем**) и за лесополосой непосредственно **перед полем** на левом склоне балки. Активность цезия-137 с внутренней стороны балки является завышенной для принятия ее в качестве эталонной для оценки величины смыва с распахиваемого участка. Завышенные значения активности объясняются особенностями ветрового переноса вдоль тальвега балки.

Говоря об эталонном значении активности, следует определиться, какие погрешности характерны для измерений активности с помощью спектрометра Гамма-плюс. Анализ показал, что эмпирический путь оценки величины возможной погрешности вполне приемлем для цели нашего исследования.

Для того чтобы оценить степень значимости отмеченных различий в активности цезия-137, был проведен анализ погрешности определения активности цезия-137 на спектрометре Гамма-плюс. В таблице 3 приводится фрагмент данных сравнения результатов измерений активности цезия-137 в двух повторностях и процентное отклонение (к максимально измеренной активности). Как следует из таблицы, в преобладающем числе случаев отклонения находятся в пределах 10%. Вместе с тем возможны погрешности измерений до 15–17%. Мы намеренно привели в таблице выборку, включившую малые значения активности. Именно в случае малых величин активности возможно существенное искажение результатов анализа. Данные проведенного анализа позволили с определенной долей погрешности утверждать, что при разнице в значениях активности цезия-137 в точке отбора пробы и на опорном участке более 10–15% можно с уверенностью констатировать, что в данной точке зафиксирован смыв (намыв) почвы.

Вторым шагом в исследовании является установление локального эталонного значения активности цезия-137 на наветренной стороне лесополосы на правом склоне балки и подветренной стороне лесополосы на левом склоне балки (повторим, оба участка расположены с наружной стороны относительно балки).

Таблица 3 – Анализ погрешности измерений активности цезия-137 на спектрометре Гамма-плюс

№ п/п	Измеренная активность, Бк/кг		Разница, Бк/кг	Погрешность (в % к максимально измеренной активности)
	1	2		
1	156,5	171,3	–14,8	–8,6
2	127,1	113	14,1	11,1
3	112,9	117,2	–4,3	–3,7
4	142,7	157,7	–15	–9,5
5	66,5	62	4,5	6,8
6	42,7	44,2	–1,5	–3,4
7	111,2	129,3	–18,1	–14,0
8	140,1	164,6	–24,5	–14,9
9	170,5	190	–19,5	–10,3
10	52,4	50,1	2,3	4,4
12	114,7	121,8	–7,1	–5,8
13	156	158,1	–2,1	–1,3
14	116,6	121,8	–5,2	–4,3
15	59	63,7	–4,7	–7,4
16	135,8	148,4	–12,6	–8,5
17	240	225	15	6,2
18	141,5	142,1	–0,6	–0,4
19	197,9	214,7	–16,8	–7,8
20	118,2	110,8	7,4	6,3

Рекомендации исследователей, работающих в этом направлении, сводятся к следующему (Маркелов, 2004) [6]. Если количество образцов статистически характеризуется как недостаточное, то устанавливается область значений активности изотопа, соответствующих определенному доверительному интервалу с выбранной степенью точности (обычно равной или сопоставимой с ошибкой определения активности изотопа на приборе). Все точки с активностью изотопа, находящейся внутри этого интервала, характеризуются отсутствием смыва или аккумуляции (или их равенством), то есть могут считаться относительно стабильными. В таблице 4 приведен пример из работы Маркелова. Из данных таблицы следует, что при коэффициенте вариации значений запаса цезия на опорном участке 0,20 и среднем запасе 378,1 Бк/м^2, все измеренные значения, укладывающиеся в интервал 337,5 – 418,7 Бк/м^2, будут считаться в пределах опорного значения запаса цезия-137 и ни о смыве, ни об аккумуляции речи не должно идти. Если же отмечается определенный тренд в значениях запаса на опорном участке, то следует назначать локальное значение опорного запаса для конкретного локального участка.

Будучи согласными с выводами автора и выбрав в качестве опорных участков те, что расположены вдоль овражно-балочных лесополос со стороны поля, мы натолкнулись на проблему выбора конкретных локальных значений эталонной активности цезия-137 для отдельных участков пахотного склона.

Таблица 4 – Пример расчета для назначения опорного значения запаса цезия-137 (по данным Маркелова, 2004)

Количество точек измерений	Диапазон значений, кБк/м^2	Средний запас, кБк/м^2	Коэффициент вариации	Доверительный интервал (ошибка 10%), кБк/м^2	Достаточное количество измерений
9	295,6–504,7	378,1	0,20	337,5–418,7	14

Как корректно вычленить локальные эталонные участки? Эту проблему мы попытались решить на основе морфометрического анализа склоновых поверхностей.

На рисунке 2 видно, что участок исследования может быть представлен серией понижений и повышений (Степанов, 2003), которые вычленяются при помощи морфоизографы (линии нулевой кривизны).

Исследования Степанова, 2003 [8] показали, что, действительно, свойства почв различны в областях повышений и понижений. Связано это с разным количеством приходящей солнечной радиации и с разным проявлением силы гравитации (силы тяжести) на склонах различной конфигурации. На рис. 3 показаны участки понижений, где происходит конвергенция потока смываемого (намываемого) вещества, и участки повышений, где происходит дивергенция (расходимость) движущегося потока. На вогнутых по профилю участках склонов крутизна уменьшается сверху вниз (рис. 3, слева на участке конвергенции). То есть если расположенные выше части склона круче, то находящиеся там частицы могут двигаться быстрее расположенных ниже. Вследствие этого потоки испытывают относительное замедление на одних участках и, наоборот, ускоряются на других.

На рис. 4 приведен фрагмент карты потоковой структуры рельефа экспериментального участка водосборной поверхности реки Сухая Орлица, построенной на основе применения морфоизографы (линии нулевой кривизны поверхности) по Степанову (Степанов, 2003).

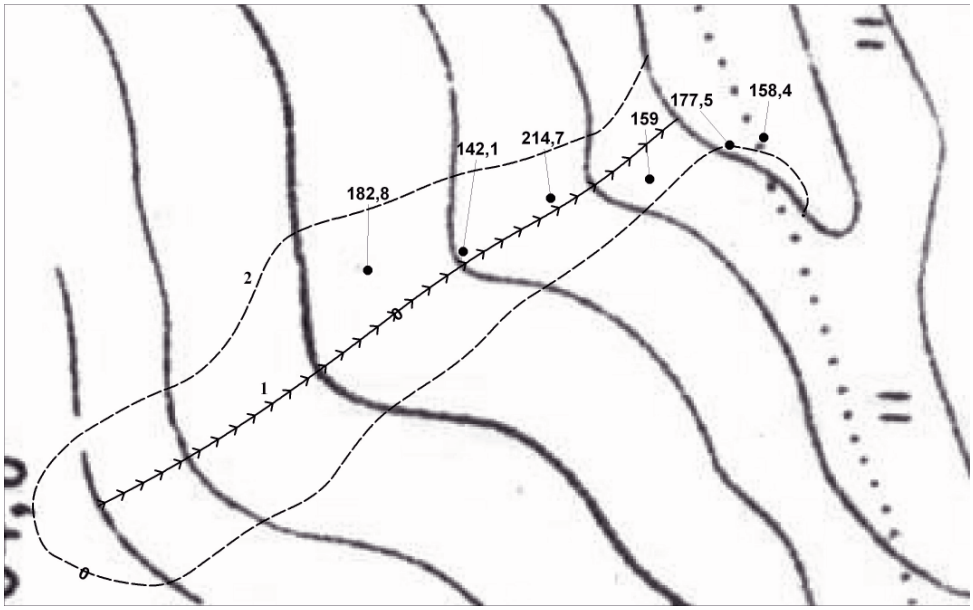


Рис. 2. Фрагмент карты с «волнами» изогипс и точками отбора проб почвы (числа у точек – активность цезия-137); 1 – тальвег области понижения; 2 – морфоизографа

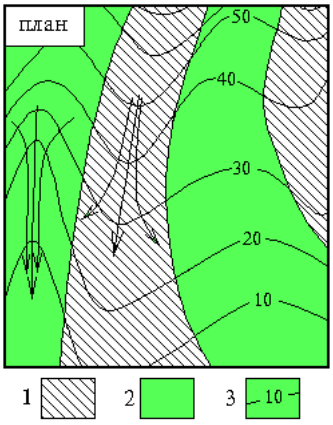


Рис. 3. Два механизма аккумуляции вещества на склоновых поверхностях. Условные обозначения: 1 – области дивергенции, 2 – области конвергенции, 3 – горизонтали; линия, разграничивающая области дивергенции и конвергенции, – морфоизографа (линия нулевой кривизны)

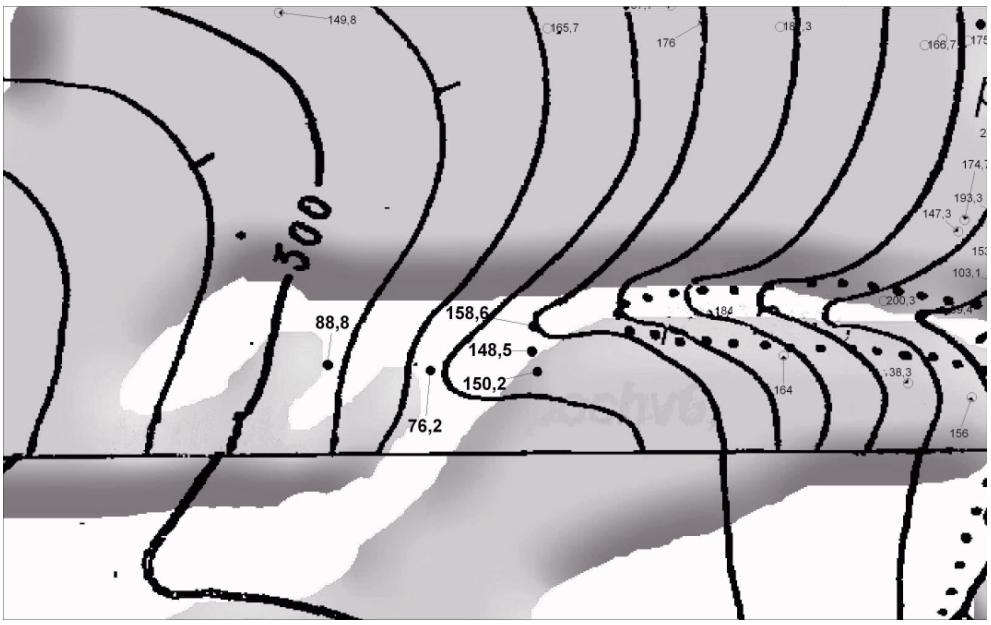


Рис. 4. Фрагмент морфоизографной карты потоков вещества почвы, построенной на основе учета точек нулевой кривизны (морфоизографы). Числа у точек – активность цезия-137.

На рисунке 4 белым цветом изображены области понижений в рельефе (килевые участки, в данном случае – ложбина), темным цветом изображены гребневые участки (области повышений). В областях понижений должен наблюдаться намыв почвы, смытой с повышенных участков. А поскольку цезий-137 перемещается при вторичном (после 1986 года) перераспределении вместе с почвой, то очевидно, что в областях аккумуляции почвенных частиц, смытых в понижения рельефа, должны отмечаться повышенные значения активности цезия-137. На самом деле картина вторичного распределения радионуклида сложнее. Рассмотрим это утверждение на примере распахиваемого участка ложбины.

Из рисунка 4 становится очевидным, что в нашем случае в области понижения смыв фиксируется радиоцезием в верховье ложбины (точки с активностью цезия-137 88,8 Бк/кг и 76,2 Бк/кг). На этом участке крутизна достигает 3,5°. Ниже, по мере продвижения по распахиваемой части ложбины к ее задернованным склонам, крутизна снижается до 2,5°–2,7° (что можно видеть по увеличению расстояния между горизонталями) и смыв сменяется аккумуляцией (активность изотопа возрастает до 158 Бк/кг). То есть вывод, который можно сделать, следующий. Использование метода пластики рельефа в случае анализа вторичного перераспределения радионуклида цезия-137 должно дополняться анализом структурных элементов земной поверхности, а именно: следует в пределах потоковых структур (понижений и повышений) выделять структурные линии (килевые и гребневые линии). Далее следует построить продольный профиль склона с тем, чтобы найти точки перегиба и обозначить линии выпуклых и вогнутых перегибов. Как мы выяснили на примере ложбинного участка, при переходе от выпуклого участка склона к вогнутому смыв сменяется аккумуляцией. И, наконец, для формализованного описания процесса смыва следует произвести расчет морфометрических величин МВ (то есть числовых характеристик рельефа – крутизны склоновой поверхности, ее горизонтальной кривизны и проч. (Шарый, 2005) [11]). МВ позволят в пределах однородных участков по условиям формирования почв обнаружить влияние локальных условий рельефа непосредственно на перемещение вещества почвы в конкретных условиях увлажнения и антропогенного преобразования поверхности. Как было показано выше, в области формирования почвенных разностей, свойственных областям понижений, увеличение горизонтальной кривизны будет свидетельствовать о переходе в зону

тальвега, где будет преобладать ручейковый смыв. В этом случае естественно ожидать большого смыва и, соответственно, малых значений активности цезия-137. При уменьшении горизонтальной кривизны мы попадем в зону преимущественно аккумуляции, где перемещение вещества будет носить плащеобразный характер и вовсе не обязательно сопровождаться интенсивным смывом и, соответственно, снижением активности цезия-137.

Следует обратить внимание на то, что в прошедшие после Чернобыля годы смыв был невелик, поэтому анализ активности цезия-137 на территориях с активностью менее 1 Ки/км^2 представляет определенные трудности. Если посмотреть на карту активности изотопа, построенную нами для изучаемого экспериментального участка (в статье не приводится), то можно увидеть, что основная масса численных значений активности (60%) укладывается в диапазон от 147 до 185 Бк/кг. Это создает некоторую неопределенность в оценке степени эрозионной опасности участков пахотного склона, так как основная часть экспериментальных данных укладывается в вариацию в пределах 21% (относительно максимального значения активности). То есть можно утверждать, что даже для такой сложнопересеченной местности, какой является экспериментальный участок водосбора р. Сухой Орлицы, различия между значениями активности цезия-137 находятся практически в 50% случаев в пределах ошибки его измерения на Гамма-спектрометре. В таких случаях подтверждением значимости выявленных закономерностей следует признать факт систематического превышения активности цезия-137 в зонах понижений (аккумуляции) над участками повышений (зонами преобладания смыва).

Ситуация усугубляется тем обстоятельством, что за послечернобыльский период смыв с зяби, превысивший 1 мм, отмечался всего лишь в девяти годах из 25 (36%). То есть период, выбранный для анализа (1986–2010 гг.), отличался малой интенсивностью эрозионных процессов. Выброс чернобыльских радионуклидов в 1986 году произошел, когда сток талых вод и обусловленный ими смыв с зяби уже закончился. Смыв с зяби и уплотненной пашни в последующем 1987 году был невелик (коэффициент стока с зяби составил 0,18). Об этом свидетельствуют данные Новосильской ЗАГЛОС (таблица 5). Следовательно, на склоновой поверхности небольшой в целом крутизны (какой является исследуемый участок) не могли проявиться в полной мере различия в гравитационных процессах в пределах областей понижений (конвергенции) и повышений (дивергенции), повлиявших на первичное распределение цезия-137 в 1986 – 1987 годах. Что же касается вторичного перераспределения изотопа, то здесь имеется большая вероятность обнаружения определенных закономерностей. Из таблицы 5 очевидно существенное сокращение интенсивности протекания эрозионных процессов в период весеннего талого стока на пахотных склонах. Вместе с тем замечено Трофимец, 2009 [9], что в последние десятилетия в многоводные по осадкам годы повторяемость числа дней с летними осадками не менее 10 мм сместилась с июля на сентябрь (повторяемость дней в сентябре с осадками более 10 мм выросла в 3 – 6 раз). Этот факт свидетельствует о возросшей активизации эрозионных процессов из-за возможного смыва в летне-осенний период на пахотных склонах.

Сложность анализа вторичного распределения активности цезия-137 обусловлена, таким образом, по меньшей мере двумя обстоятельствами. Во-первых, непросто адекватно оценить первичное распределение радионуклида в 1986 году. Как показано в работе Трофимец, 2010 [10], на исследуемом участке первичное распределение изотопа существенно дифференцировано (что объясняется в том числе влиянием лесонасаждений на пылевыпадения в 1986 году). Связано это и со сложным строением поверхности. Сопротивление, которое оказывает рельеф выносу радионуклидов, усиливается на участках пересечения структурных линий рельефа.

Оно максимально там, где килевые линии (светлые участки «понижений») и гребневые линии (темные участки «повышений») пересекаются, особенно под прямым углом (Ласточкин, 2002) [4]. Это наиболее ярко проявляется при переходе от выпуклых к вогнутым участкам (при спуске к днищу балки или к пойме реки). Наименьшее сопротивление рельефа потоку радионуклидов отмечается там, где гребневые и килевые элементы имеют согласованное простирание. Следовательно, тре-

Таблица 5 – Осредненные показатели коэффициента стока с зяби за послечернобыльский период (по материалам Г.П. Сурмача, А.Т. Барабанова, Н.Е. Петелько, А.И. Петелько, Е.Я. Тубольцева, В.А. Ивановой, О.В. Богачевой, В.П. Борца, Е.А. Гаршинева)

1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998–2002	2003	2004–2010
0.18	0.18	0	0.51	0.05	0	0.22	0.31	0.	0.4	0.02	0	0.25	0

бования к выбору участков для расчета эталонного значения активности цезия-137 следующие: 1 – участок должен находиться вне зоны антропогенного воздействия; 2 – в случае невозможности его нахождения на водораздельной поверхности это может быть наветренный участок перед лесополосой со стороны поля (выпадения со стороны балок много выше из-за особенностей ветрового режима в пересеченной местности); 3 – не следует назначать эталонные участки на небольших полях между лесополосами (наши исследования [9] подтвердили выводы Тобратова [5], что пылевыпадения максимальны на небольших полях между массивами древесной растительности); 4 – не следует назначать эталонные участки у основания склона долины реки (здесь налицо максимальный угол пересечения структурных линий рельефа); 5 – при назначении транссект для изучения эрозионных процессов на пахотных склоновых поверхностях следует предварительно на топографической карте (или по космоснимку) выбрать с помощью морфоизографных построений по возможности однородный участок склона и отбор проб осуществлять вдоль этой потоковой структуры (понижения или повышения). В этом случае появится возможность отследить или локальные экстремумы активности радиоизотопа, связанные с особенностями выпадений 1986 года, или же будет получена зависимость особенностей вторичного перераспределения активности в зависимости от «чистого» влияния морфометрических характеристик (МВ) на процессы смыва и аккумуляции за исследуемый период. В нашем случае удалось получить некоторые предварительные выводы по назначению эталонных участков для нашего экспериментального склона. На рисунке 2 эталонное значение цезия-137 для локальной области понижения в рельефе принято равным 177,5 Бк/кг (интегральная проба отобрана у овражно-балочной лесополосы со стороны распахиваемого склона). Обращает на себя внимание вариабельность активности цезия-137 в пределах потоковой структуры (понижения) на рис. 2. Это неудивительно, так как мы работали с топографической картой масштаба 1:10000.

Вариабельность цезия-137 на рассматриваемом участке связана с чередованием зон повышений и понижений, не отраженных в рельефе на приведенной карте 10000 масштаба. Подтверждением того, что на участке имеет место чередование локальных повышений и понижений, служат показатели содержания K_2O в почве. Исследования Марусовой, 2005 [7] установили, что максимальные значения подвижного калия приурочены к областям повышений. В нашем случае имеет место следующее сочетание активности изотопа и содержания K_2O в почве (таблица 6).

Таблица 6 – Уточнение наличия локальных понижений и повышений по содержанию K_2O (в зоне понижения на карте масштаба 1: 10000 на рис. 2)

Точка	100.20.1 (эталон)	100.20.2	100.20.3	100.20.4	100.20.5	100.20.6
Цезий-137, Бк/кг	177,5	158,4	159	214,7	142,1	182,8
K_2O мг/100 г	9,6	6,8	11,2	9,1	9,1	5
Уточнение локального положения	повышение	понижение	повышение	повышение	повышение	понижение

Особенности климатических условий послечернобыльских лет характеризовались невысоким увлажнением, а следовательно, и смывом. Это создает дополнительные трудности при проведении анализа. Заглубление максимума активности цезия-137 у основания нераспахиваемого склона балки составляет всего 4 см. Это значит, что аккумуляция составила 2–4 см. Такие низкие показатели свидетельствуют о незначительных потерях почвы в результате смыва на пахотных склонах за период после 1986 года. Следовательно, можно с уверенностью утверждать, что на участках невысоких уклонов в пределах распахиваемых склонов (за исключением распахиваемых верховий ложбин и склонов крутизной более 3°) можно искать связи активности цезия-137 с особенностями геохимических проявлений. Иначе говоря, можно предположить, что вариабельность цезия-137 будет зависеть от положения в рельефе исследуемого участка, которое, в свою очередь, сформирует локальный геохимический барьер, обусловивший накопление (или вынос) изотопа. В данном случае приведенный выше анализ содержания K_2O подтвердил и это предположение.

Вывод. Оценка вторичного перераспределения цезия-137 может быть произведена с учетом анализа влияния на перераспределение загрязнителя морфологических параметров рельефа, характеризующих гравитационную экспозицию выделенных потоковых структур. Изучение эрозионных процессов с использованием радиоцезиевого метода должно проводиться при условии непременного учета микрорельефа склоновых поверхностей. В противном случае может оказаться необъяснимым факт существенных различий активности цезия-137 на рядом расположенных участках. Сегодня это обстоятельство в большинстве исследований объясняется вариабельностью радиоактивных выпадений в 1986 году.

Библиографический список

1. Бастраков Г.В. Эрозионная устойчивость рельефа и противоэрозионная защита земель. – Брянск: Изд-во БГПИ, 1993. – 260 с.
2. Беляев В.Р. Влияние изменений природной среды на эрозионно-аккумулятивные процессы в овражно-балочной сети //Автореферат канд. дис. – М.: МГУ, 2004. – 24 с.
3. Ларионов Г.А. Разномасштабная оценка и картографирование природной опасности эрозии почв // Эрозия почв и русловые процессы. Вып. 12. – М.: Изд-во МГУ, 2000. – С. 49–62.
4. Ласточкин А.Н. Системно-морфологическое основание наук о Земле (геотопология, структурная география и общая теория геосистем). – СПб.: Изд-во НИИХ СПбГУ, 2002. – 762 с.
5. Мажайский Ю.А., Тобратов С.А., Дубенок Н.Н., Погожин Ю.П. Агроэкология техногенно загрязненных ландшафтов. – Смоленск: Маджента, 2003. – 384 с.
6. Маркелов М.В. Современные эрозионно-аккумулятивные процессы в верхних звеньях гидрографической сети лесной и лесостепной зон //Автореферат канд. дис. – М.: МГУ, 2004. – 24 с.
7. Марусова Е.А. Влияние природных и антропогенных факторов на свойства пахотных серых лесных почв южного Подмосковья //Автореферат канд. дис. – М.: МГУ, 2005. – 23 с.
8. Степанов И.Н. Пространство и время в науке о почвах. Недокучаевское почвоведение. – М.: Наука, 2003. – 400 с.
9. Трофимец Л.Н. Метеорологический потенциал атмосферы в изменяющихся условиях увлажнения //Ученые записки Орловского государственного университета. – № 2. – 2009. – С. 168–175.
10. Трофимец Л.Н. Изменчивость активности цезия-137 в почвах склоновых ландшафтов бассейна реки Сухая Орлица // Ученые записки Орловского государственного университета. – № 4. – 2010. – С. 266–271.
11. Шарый П.А. Оценка взаимосвязей рельеф–почва–растения с использованием новых методов в геоморфометрии //Автореферат… на соискание уч. степени канд. биол. наук. – Тольятти, 2005. – 25 с.
12. Sutherland R.A. Caesium-137 soil sampling and inventory variability in reference locations: a literature survey // Hydrological processes, vol. 10, 1966. pp. 43–53.
13. Sutherland R.A. Examination of Caesium-137 areal activities in control (uneroded) locations. // Soil technology. 1991. V. 4. P. 33–50.
14. Wishmeier W.H., Smith D.D. Predicting rainfall erosion losses – a guide to conservation planning. //USDA, Handbook № 537, 1978, 58 p.

TROFIMETZ L.N., BARANOV I.P.

APPLICATION OF BOTH MAP OF RELIEF PLASTICS AND MAP OF STRUCTURAL LINES OF THE EARTH SURFACE FOR THE PURPOSE OF THE ESTIMATION OF CS-137 DERIVED REDISTRIBUTION

On the base of experimental investigation the ravine forest shelter-belts influence upon Cs-137 initial distribution were established. Maps of relief plastics and structural lines of the earth surface were used in order to reveal Cs-137 derived redistribution dependence upon processes of hillside wash-out and accumulation.

Key words: **zero-curvature lines, ridged and thalweg lines, steepness, Cs-137 activity**

***А.Н. ЗАГОРОДНИХ**, кандидат технических наук*
***С.А. КОПЫЛОВ**, старший преподаватель кафедры безопасности жизнедеятельности (г. Орел)*
Тел. 8(4862) 77-48-78

ОЦЕНКА ДОСТАТОЧНОСТИ МЕР ПО СНИЖЕНИЮ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ РИСКА СТОЛКНОВЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПРИ ВИЗУАЛЬНОМ ОТРАЖЕНИИ ПРОЦЕССА ИХ ТОРМОЖЕНИЯ

Этап обобщенной процедуры оценки достаточности существующих и предлагаемых мероприятий по обеспечению транспортной безопасности рекомендуется осуществлять в последовательности, изображенной на рис. 1, т.е. отвечая на вопросы в ромбах, двигаясь по ним сверху вниз либо слева направо, проверяя наличие или предлагая решения, указанные в прямоугольниках правой части, с уменьшением приоритета (предполагаемой результативности) по мере движения сверху вниз, в порядке возрастания их номера.

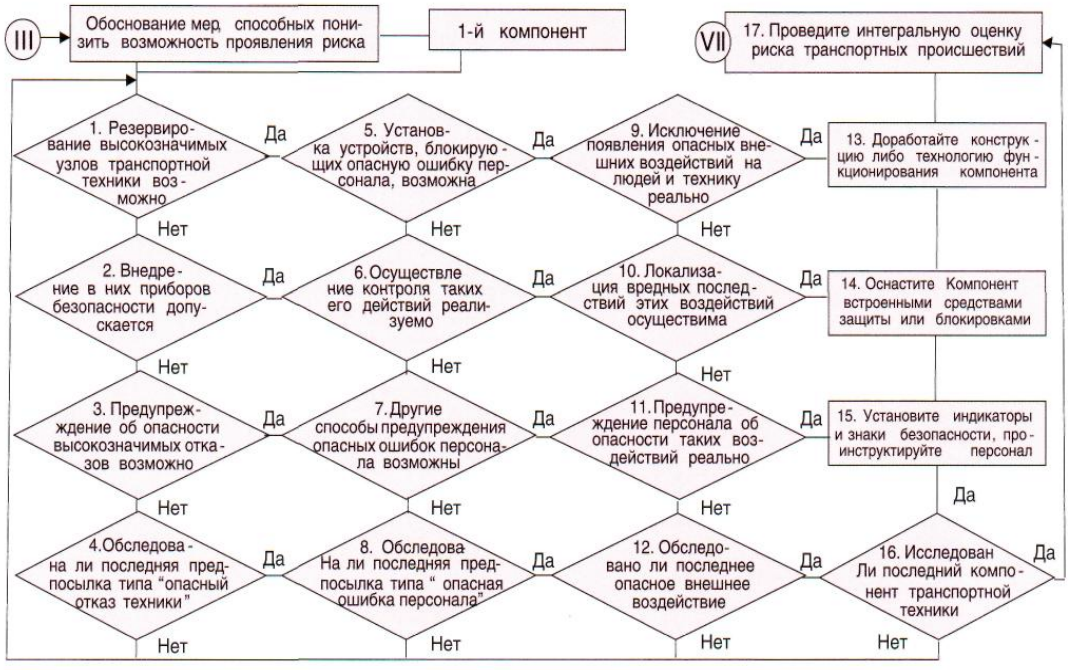


Рис. 1. Проверка результативности реально возможных способов предупреждения риска

Оценку и обоснование достаточности различных способов предупреждения всех выявленных предпосылок и снижения риска транспортных происшествий в целом целесообразно проводить с помощью имеющихся статистических данных

© А.Н. Загородних, С.А. Копылов

и экспертных суждений. Полученные при этом результаты желательно выражать лингвистическими или численными оценками, руководствуясь шкалой «мера возможности» и другими рекомендациями.

Шкала «мера возможности» является аналогом шкалы метода Файна и Кинни (США), который принят странами Европейского союза для определения риска [1], где он определяется как:

Риск = воздействие · вероятность · эффект (последствия).

В нашем случае определение риска столкновения транспортных средств при визуальном отражении процесса их торможения (R) оценивалось экспертами при штатном устройстве сигнализации процесса торможения и новом устройстве на основе числовых значений критериев, изложенных в табл. 1, по формуле:

$$\mathbf{R = M_w \cdot M_r}, \qquad (1)$$

где $\mathbf{M_w}$ – «мера возможности»;

$\mathbf{M_r}$ – «мера результата» $\mathbf{M_r = U \cdot T}$,

здесь **U** – размеры ущерба, **T** – время до проявления события.

Для экспертов на основе дерева причин был разработан специальный опросник, содержащий краткие формулировки 10 функциональных качеств устройств, которым соответствует их применение для визуального отражении процесса торможения транспортных средств при различных условиях эксплуатации с целью предотвращения их столкновения при движении друг за другом:

1. Яркость светового сигнала.
2. Видимость.
3. Обзорность.
4. Инерционность системы.
5. Устойчивость к помехам.
6. Период срабатывания с начала торможения.
7. Зависимость от психо-физиологического состояния водителя.
8. Интервал (время) работы.
9. Сложность технического обслуживания.
10. Экономические показатели (затраты на установку).

Таблица 1 – Экспертные оценки показателей транспортного риска

Лингвистическая оценка показателей транспортного риска:			Число
«мера возможности»	«мера результата»		
	размеры ущерба	время до проявления	
Совершенно невозможно	Очень, очень низкий	Бесконечно долго	0,0
Практически невозможно	Очень низкий	Почти бесконечно долго	0,1
Допустимо, но маловероятно	Низкий	Исключительно медленно	0,2
Отдаленно возможно	Ниже среднего	Очень медленно	0,3
Необычно, но возможно	Средний	Медленно	0,4
Неопределенно возможно	Выше среднего	Неопределенно быстро	0,5
Практически возможно	Серьезный	Быстро	0,6
Вполне возможно	Очень серьезный	Очень быстро	0,7
Наиболее возможно	Высокий	Исключительно быстро	0,8
Достоверно возможно	Очень высокий	Почти мгновенно	0,9
Абсолютно достоверно	Очень, очень высокий	Практически мгновенно	1,0

Первоначально группа экспертов, хорошо знающих процесс вождения автотранспорта, ранжирует весь перечень эксплуатационно значимых качеств устройств по степени их важности для безопасного выполнения работы водителя. Блок-схема прогноза на основе экспертных опросов показана на рис. 2.

Формирование группы экспертов – важнейшая составляющая экспертного метода. Не останавливаясь подробно на вопросах персонального подбора, затронем только количественную сторону, а именно число экспертов. Известно, что при прогнозировании в целях минимизации расходов на прогноз стремятся привлекать минимальное число экспертов при условии обеспечения ошибки результата прогнозирования не более ***E***, где $\mathbf{0 < E < 1.}$

Поэтому рекомендуемое число экспертов может быть определено по формуле:



Рис. 2. Блок-схема прогноза на основе экспертных опросов

$$N_{\min} = 2{,}5 + \frac{1{,}5}{E}. \qquad (2)$$

При подстановке предельных значений E находим:

$$N_{\min}(E=0) \to \infty,$$
$$N_{\min}(E=1) = 4.$$

Таким образом, минимальное количество экспертов равно 4. Для определения максимальной численности экспертной группы используется неравенство:

$$N_{\max} \le 3 \cdot \sum_{i=1}^{n} \frac{K_i}{2 \cdot K_{\max}}; \qquad (3)$$

где K_i – компетентность i-го эксперта, рассчитываемая на основе анкеты самооценки;

K_{max} – максимально возможная компетентность по используемой шкале компетентности экспертов.

В целях получения достоверных данных и оптимальности затрат нами было принято число экспертов, равное 10.

Статистический анализ результатов опроса предусматривает проведение двух взаимосвязанных процедур: традиционной статистической обработки в виде средних значений, дисперсий и т. п., а также оценки всей экспертной группы – степени согласованности, взаимосвязи и других показателей мнений экспертов. Оценка группы экспертов проводится с использованием части полученных статистических оценок. Если последние не удов-

летворяют соответствующим критериям, то в блок-схеме предусмотрена корректировка, которая приводит, в частности, к изменению состава экспертов и повторной процедуре опроса.

Методика статистической обработки данных включает следующие этапы:

– Определение для каждого фактора суммы рангов:

$$\sum_{j=1}^{m} a_{ij} = a_{i1} + a_{i2} + \ldots + a_{im}, \qquad (4)$$

где a_{ij} – ранг, присвоенный j-м экспертом i-му фактору;

m – число экспертов.

– Определение средней величины суммы рангов:

$$\bar{a} = \frac{\sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{m} a_{ij}}{k}, \qquad (5)$$

где k – число факторов.

– Определение суммы квадратов отклонений:

$$S = \sum_{i=1}^{k} (\sum_{j=1}^{m} a_{ij} - \bar{a})^2. \qquad (6)$$

– Определение коэффициента конкордации W, позволяющего оценить степень согласованности мнений экспертов (при отсутствии равных рангов):

$$W = \frac{12 \cdot S}{m^2 \cdot k \cdot (k^2 - 1)}. \qquad (7)$$

Если W существенно отличается от нуля, то можно полагать, что между оценками экспертов существует определенное согласие.

Оценка неслучайности согласия мнений экспертов производится с помощью критерия Пирсена по величине $\chi^2 = \sqrt{S}$ при числе степени свободы $n = k - 1$ и заданном уровне значимости α:

$$\chi_m^2(n, \alpha) < \chi^2, \qquad (8)$$

где $\chi_m^2(n, \alpha)$ – табличное значение.

В случае соблюдения неравенства с доверительной вероятностью $P = 1 - \alpha$ можно утверждать, что мнения экспертов относительно вероятности факторов согласуются не случайно.

Представленный вариант получения прогноза на основе экспертных оценок является универсальным и в случае использования баллов или числовых значений может заканчиваться построением.

Результаты экспертной оценки транспортного риска по функциональным показателям качества устройств с использованием лингвистических и численных оценок (табл. 1) приведены в табл. 2, в таблице 3 показаны результаты статистической обработки [2].

Таблица 2 – Результаты экспертной оценки транспортного риска

Наименование показателя	Новое устройство				Штатная система			
	M_w	U	T	R	M_w	U	T	R
1. Яркость светового сигнала	0,6	0,2	0,4	0,048	0,6	0,2	0,4	0,048
2. Видимость	0,7	0,4	0,5	0,14	0,7	0,4	0,5	0,14
3. Обзорность	0,4	0,4	0,5	0.08	0,4	0,4	0,5	0,08
4. Инерционность системы	0,1	0,2	0,2	0,004	0,6	0,4	0,6	0,144
5. Устойчивость к помехам	0,2	0,2	0,4	0,016	0,1	0,2	0,2	0,004
6. Период срабатывания с начала торможения	0,1	0,2	0,3	0,006	0,7	0,6	0,3	0,126
7. Зависимость от психофизиологического состояния водителя	0,1	0,1	0,1	0,001	0,9	0,6	0,6	0,324
8.Интервал (время) работы	0,3	0,1	0,3	0,009	0,3	0,4	0,4	0,048
9. Сложность технического обслуживания	0,5	0,4	0,4	0,08	0,4	0,4	0,4	0,064
10. Экономические показатели (затраты на установку)	0,5	0,4	0,4	0,08	0,2	0,2	0,4	0,016

Таблица 3 – Результаты статистической обработки экспертных оценок

Показатель	Новое устройство	Штатная система
Среднее	0,0464	0,0994
Стандартная ошибка	0,014894	0,029394
Медиана	0,032	0,072
Мода	0,08	0,048
Стандартное отклонение	0,047098	0,092952
Дисперсия выборки	0,002218	0,00864
Эксцесс	-0,19071	3,551065
Асимметричность	0,821127	1,68319
Интервал	0,139	0,32
Минимум	0,001	0,004
Максимум	0,14	0,324
Сумма	0,464	0,994
Счет	10	10
Наибольший (1)	0,14	0,324
Наименьший (1)	0,001	0,004
Уровень надежности (95,0%)	0,033692	0,066494

Анализ данных таблицы показывает преимущество нового разработанного нами устройства. Так, суммарный показатель риска столкновения транспортных средств при визуальном отражении процесса их торможения (R) нового устройства более чем в два раза ниже штатной системы.

Библиографический список

1. Белов П.Г. Предварительный анализ транспортного риска с применением качественных показателей // Транспортная безопасность и технологии. – 2007. – № 1. – С. 12–17.
2. Виноградов Ю.С. Математическая статистика и ее применение в текстильной и швейной промышленности. – М.: Легкая индустрия, 1970.

***А.В. ПАВЛИКОВА**, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник ВНИИ соцразвития села ФГОУ ВПО ОрелГАУ*
***А.Л. КУЗНЕЦОВ**, кандидат технических наук, заведующий лабораторией ВНИИ соцразвития села ФГОУ ВПО ОрелГАУ*

О НЕОБХОДИМОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АВТОНОМНЫХ СИЗОД ПРИ РАБОТЕ С ПЕСТИЦИДАМИ И НАПРАВЛЕНИЯХ ИХ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

В работе анализируется ассортимент автономных дыхательных аппаратов, обосновывается необходимость их применения на работах с пестицидами. Определены преимущества и недостатки отдельных видов и марок автономных СИЗОД. Рекомендованы марки дыхательных аппаратов для работ с применением пестицидов. Обозначены направления совершенствования автономных СИЗОД.

Ключевые слова: ***условия труда, пестициды, агрохимикаты, растениеводство, интоксикация, средства индивидуальной защиты органов дыхания, автономные дыхательные аппараты.***

Работа в пыльных условиях всегда связана для человека с рисками, поскольку пыль – носитель большого числа различных веществ, среди которых могут быть не только токсичные, но и радиоактивные вещества. И если пыль представлена такими ядами, как пестициды, ее воздействие однозначно признается опасным. По статистике, основной причиной профессиональных отравлений работников сельского хозяйства является именно воздействие пестицидов – около 1/4 всех зарегистрированных случаев интоксикаций, диагностируемых преимущественно в растениеводстве (до 60% всех случаев) [1].

Интенсивное применение пестицидов неблагоприятно влияет на условия труда, экологическую обстановку и уровень здоровья сельского населения. При хронической интоксикации пестицидами возникает токсическое повреждение нервной системы, характеризующееся дегенеративно-дистрофическими и сосудистыми изменениями. Психопатологическая симптоматика может включать депрессию, шизофренический синдром, чувства страха и раздражительности. При обследовании работников выявляются заболевания желудочно-кишечного тракта, язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки, а также частые случаи заболеваний печени и желчных путей. Прямой контакт работающих с пестицидами увеличивает частоту повреждения хромосом в соматических клетках [2].

Чаще агрохимикаты, применяемые в сельском хозяйстве при опылении, опрыскивании, протравливании семян и других работах, попадают в организм через дыхательные пути, поскольку токсичные вещества специально диспергируются и распыляются в зоне обработки в концентрациях, гибельных для вредителей и болезней растений. По статистическим данным различных стран, до 90% всех профессиональных отравлений являются результатом ингаляции вредных веществ воздуха рабочей зоны.

© А.В. Павликова, А.Л. Кузнецов

В этой связи особое значение имеет применение средств индивидуальной защиты (СИЗ) органов дыхания (СИЗОД), обладающих высоким уровнем защитных свойств. Известно, что подобным свойством защиты обладают изолирующие СИЗОД, с помощью которых органы дыхания человека изолируются от окружающей среды, а воздух для дыхания поступает из чистой зоны (шланговые дыхательные аппараты) или от источника дыхательной смеси, являющегося составной частью СИЗОД (автономные дыхательные аппараты). Такие СИЗОД рассчитаны на применение в случаях недостаточного содержания кислорода, а также в случаях неизвестного состава вредных веществ и/или когда не обеспечивается защита фильтрующими СИЗОД. Однако «Типовыми отраслевыми нормами бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты», определяющими номенклатуру обязательных средств защиты, они напрямую не рекомендуются.

В этой связи необходимо пересмотреть существующий подход к выбору СИЗОД для работы с применением пестицидов, ужесточив требования к уровню их защиты, а также совершенствовать их характеристики.

С целью обеспечения наиболее надежной защиты работающих следует рекомендовать использование преимущественно автономных дыхательных аппаратов. В первую очередь потому, что на уровень защиты данных СИЗОД не будет оказывать влияние ресурс его фильтрующего или поглощающего блока. Во-вторых, автономность дыхательной системы позволяет использовать данные СИЗОД на работах вне помещения, обеспечивать более свободное перемещение, чем при работе с шланговыми изолирующими аппаратами.

В настоящее время автономные СИЗОД широко распространены, но больше в сферах жизнеобеспечения – для аварийно-спасательных и восстановительных работ в шахтах и на предприятиях химической промышленности, а также для работы пожарников, подводников и других специальных служб.

Рассмотрим характеристики отдельных видов автономных СИЗОД. Следует отметить, что большую часть ассортимента СИЗОД составляют регенеративные кислородные дыхательные аппараты, основанные на замкнутой системе обращения воздуха, принцип действия которых заключается в том, что выдыхаемый человеком воздух освобождается от диоксида углерода, пополняется кислородом и вновь поступает в дыхательные пути человека. Однако имеются автономные СИЗОД с открытой дыхательной системой, когда отработанный воздух выдыхается полностью и не используется в повторном цикле дыхания, а также известны полузамкнутые аппараты, в которых отработанный воздух используется частично. По способу резервирования кислорода автономные дыхательные аппараты делят на группы со сжатым, жидким и химически связанным кислородом и сжатым воздухом.

Дыхательные аппараты **с химически связанным кислородом** отличаются тем, что в них кислород находится в гранулированном продукте на основе надпероксидов щелочных металлов (KO_2, NaO_2) и выделяется при реакции поглощения продуктом диоксида углерода и водяных паров. К таким дыхательным аппаратам относится большое число разновидностей СИЗОД. Они содержат источник газообразного кислорода в виде регенеративного патрона, дыхательный мешок с клапаном избыточного давления, дыхательную маску и элементы газораспределения (шланги, клапаны и пр.), соединенные с возможностью обеспечения циклов “вдох–выдох”. После вдоха следует выдох газа из легких, при этом возникающее в маске, шланге и клапанной коробке повышенное давление приводит к открытию клапана выдоха при закрытом клапане вдоха. Выдыхаемый газ передается в регенеративный патрон, вступает там во взаимодействие с кислородобразующим веществом и по воздуховоду вместе с вновь образовавшимся газообразным кислородом переносится в дыхательный мешок. В фазе вдоха давление в маске, шланге и клапанной коробке уменьшается, клапан выдоха закрывается, клапан вдоха открывается, и обогащенный кислородом газ из дыхательного мешка через клапанную коробку и шланг поступает в легкие.

К недостаткам известных дыхательных аппаратов описанного типа можно отнести сравнитель-

но небольшое время защитного действия, определяемое количеством кислородгенерирующего реагента в регенеративном патроне приемлемых габаритов.

В дыхательном аппарате [3] добились увеличения продолжительности времени защитного действия при том же количестве реагента в регенеративных патронах за счет введения регулятора интенсивности генерации и/или расхода газообразного кислорода путем изменения проходного сечения дросселя (увеличение сечения приводит к уменьшению сопротивления току выдыхаемого газа по сравнению с сопротивлением регенеративного патрона, к уменьшению тока выдыхаемого газа через этот патрон и к снижению интенсивности генерации газообразного кислорода) в соответствии с потребностями эндогенно дышащего человека. Эндогенным называется дыхание с пониженным потреблением кислорода атмосферного воздуха за счет развития механизма выработки молекул кислорода непосредственно в легких человека. После нескольких месяцев ежедневных кратковременных тренировок для развития эндогенного дыхания потребление кислорода атмосферного воздуха у людей в состоянии покоя уменьшается до 10–15% от средней нормы потребления нетренированного организма. Время дыхания тренированного человека в условиях даже полной блокировки тока кислорода из регенеративного патрона может составить десятки минут.

Известными на рынке марками, реализующими принцип химически связанного кислорода, использующимися для защиты работающих, являются следующие.

Самоспасатель изолирующий противопожарный СИП-1 является средством защиты одноразового применения и предназначен для защиты органов дыхания, зрения и головы при самостоятельной эвакуации из помещений во время пожара или при других аварийных ситуациях от кратковременного воздействия открытого пламени, от любых вредных веществ и при недостатке кислорода в воздухе. От аналогичных самоспасателей отличается расположением дыхательного мешка вокруг шеи, а не на груди, что позволяет переносить грузы. Конструкция предотвращает отрыв полумаски от лица, а также потерю дыхательной смеси из мешка при наклонах, падении, столкновении с препятствиями.

Самоспасатели промышленные изолирующие СПИ-20 и СПИ-50 также оснащены безразмерной лицевой частью типа колпака, который предохраняет волосы от загорания при воздействии пламени и искр. Портативный дыхательный аппарат ПДА-3 и портативное дыхательное устройство ПДУ-3 могут быть использованы в химической и металлургической промышленности на участках повышенной опасности, где имеется вероятность возникновения аварии, связанной с выбросом вредных веществ. Они оснащены безразмерной лицевой частью (маской) с переговорным устройством и гофрированной трубкой. Шахтные самоспасатели ШСС-Т и ШС-20М имеют загубник, носовой зажим и герметичные очки с незапотевающими пленками.

Все перечисленные аппараты оснащены регенеративными патронами, пусковыми устройствами и дыхательными мешками. Пусковое устройство обеспечивает запуск регенеративного патрона при включении аппарата. Наибольшим временем защитного действия – 60 мин. при средней физической нагрузке и наибольшей массой (2,7 кг) обладает самоспасатель ШСС-Т, рассчитанный на применение от –20 до +40°С. Наименьшее время защиты у марок данного типа аппаратов составляет 15 мин., наименьшая масса – 1,7 кг. Нижняя граница диапазона температур может достигать – 35°С, верхняя – до +50°С.

В настоящее время наибольшее распространение получили дыхательные аппараты **со сжатым кислородом**. В них в качестве резервуара для хранения кислорода используется стальной баллон с запорным вентилем. К преимуществам этого типа аппаратов относятся экономное расходование запаса кислорода, высокое удельное время защитного действия (на 1 кг массы), благоприятные условия дыхания, готовность к применению и др.

Кислородно-изолирующие противогазы удобны для работы в любых загазованных помещениях, однако сложность их устройства, значительный вес и необходимость зарядки баллонов кислородом делают их менее употребительными по сравнению с обычными. Такие противогазы снабжаются ле-

гочным автоматом, при помощи которого можно значительно увеличить приток кислорода для дыхания, если обычного поступления будет недостаточно; включение легочного автомата производится глубоким вдохом. Кроме того, на случай выхода из строя редуктора или легочного автомата кислород может подаваться в дыхательный мешок по байпасу редуктора, включаемого нажатием кнопки на редукторе.

К данным СИЗОД относится противогаз КИП-8, предназначенный для защиты органов дыхания и зрения человека в течение двух часов при выполнении работ, связанных с тушением пожаров в непригодных для дыхания средах. Вместимость баллона – 1 л, вес противогаза – 10 кг.

Регенеративные дыхательные аппараты **с жидким кислородом** отличаются тем, что в них сжиженный газ хранится в металлическом резервуаре, стенки которого снаружи покрыты слоем теплоизолирующего материала, не теряющего своих свойств при низкой температуре. Сжиженный кислород заливают в резервуар непосредственно перед началом работы, в течение всего времени защитного действия он испаряется и поступает в воздуховодную систему (1 л жидкого кислорода образует 850 л газообразного, или в четыре раза больше, чем такой же объем газообразного кислорода). Главным достоинством таких аппаратов является обеспечение оптимальных микроклиматических условий дыхания как при нормальной, так и при высокой температуре окружающей среды за счет того, что жидкий кислород используется и в качестве холодильного агента благодаря его испарению (температура кипения – 183°С).

Изолирующий регенеративный респиратор Р-30 применяется при выполнении горноспасательных и технических работ в угольных шахтах, а также на предприятиях других отраслей промышленности. Респиратор Р-30 по сравнению с применяемыми аппаратами подобного типа имеет широкий температурный диапазон применения, меньшие габаритные размеры и массу, низкую стоимость эксплуатации. Респиратор комплектуется мундштучным приспособлением или дыхательной маской. Технические характеристики респиратора: время защитного действия – 4 ч; запас кислорода в баллоне – 400 л; габаритные размеры – 450 х 375 х 165 мм; масса снаряжённого аппарата – 11 кг.

Респиратор УРАЛ-10 во многом характеризуется сходными показателями. Дополнительно следует указать полезный объем дыхательного мешка – не менее 5 л и отличия габаритных размеров – 465х390х170 мм и массы респиратора – не более 12,8 кг.

Изолирующие дыхательные аппараты **на сжатом воздухе** обладают большими преимуществами по сравнению с кислородными аппаратами, связанными с простотой конструкции, надежностью и удобством в эксплуатации, отсутствием химических поглотителей и кислорода. Использованная в них открытая схема дыхания позволяет полностью исключить возможность скопления в нем диоксида углерода. Недостатком таких аппаратов является их относительно большая масса при сравнительно небольшом времени защитного действия. Среди аппаратов, в комплект которых входят баллоны со сжатым воздухом, известны следующие марки.

Аппараты АП-2000 стандарт, АП-96 М, АП-98-7К, АИР-98МИ, ПТС+90D предназначены для индивидуальной защиты органов дыхания и зрения человека от вредного воздействия токсичных и задымленных сред. В комплект аппарата входят баллоны со сжатым воздухом, панорамная маска и устройство для ношения баллонов за спиной. Аппараты способны создавать избыточное давление в подмасочном пространстве. В аппаратах предусмотрена возможность подключения дополнительной (спасательной) маски.

Максимальная вместимость баллонов составляет: для одного – 9 л, для баллонов в паре – по 6 л при максимальном времени защиты 60–108 мин. и массе снаряжённого аппарата 10,2–15,6 кг, что соответствует марке ПТС+90D. Минимальный объем одного баллона – 6 л, двух – по 4 л с обеспечением времени защиты 35–45 мин. у марки АП-96 М.

Полузамкнутый тип циркуляции воздуха присущ ребризерам — дыхательным аппаратам для подводного плавания, в которых четко установленное конструкцией количество смеси удаляется из дыхательного контура при каждом выдохе (обычно от 8 до 25% объема выдоха) и вместо

удаленной из баллона поступает равное количество свежей.

Следует также отметить, что в технику для подводного плавания активно внедряется электронное управление. Так, в ребризерах электронная система управления включает в себя датчик парциального давления кислорода, электронную схему, которая анализирует содержание кислорода в смеси и дает сигнал электрическому клапану добавить чистый кислород в дыхательный контур до оптимального уровня. Преимущества такой схемы ясны: возможность работы с газовыми смесями (а не чистым кислородом), максимально возможная экономия смеси и большая автономность. Наиболее известные представители такого типа дыхательных автоматов Buddy Inspiration, CIS Lunar.

Можно сделать вывод, что для работ с применением пестицидов и агрохимикатов следует рекомендовать к проведению производственных испытаний из ассортимента аппаратов на химически связанном кислороде самоспасатель промышленный изолирующий СПИ-50, т.к. его характеристики, такие как время защитного действия, масса, стоимость, представлены в наилучшем сочетании и, что важно, при их использовании защищены кожные покровы лица и органы зрения. Среди кислородно-изолирующих противогазов с использованием сжатого кислорода может быть использован любой противогаз, при этом необходимо стремиться к выбору марки с большей продолжительностью защиты. Учитывая, что эргономика кислородно-изолирующих противогазов не соответствует представлениям о комфорте, а их стоимость достаточно высока, имеет смысл ориентироваться на респираторы, использующие жидкий кислород, такие как Р-30 и Урал-10. Эти марки способны наибольшее время среди анализируемых СИЗОД обеспечивать защиту – в течение 4 часов. Однако требуется дополнительно использовать маски для защиты лица и органов зрения.

Поскольку замкнутые и полузамкнутые дыхательные системы лишены возможности полного обновления воздуха свежими порциями, состав воздуха в этих системах излишне обогащается продуктами выделения. Это говорит о преимущественном использовании автономных аппаратов, основанных на принципе открытых систем, в том числе и при работах с пестицидами. В настоящее время аппараты с открытой схемой дыхания представлены марками с высоким уровнем эргономики, оснащенными регулирующими и сигнальными устройствами. Аппарат АП-2000 в силу того, что в нем впервые предусмотрена возможность установки устройства для быстрой дозарядки баллона сжатым воздухом перепуском из транспортного баллона при наличии маски для защиты лица и органов зрения, рекомендуется рассматривать для преимущественного использования.

На основании вышеизложенного выявлены направления совершенствования существующих автономных дыхательных аппаратов. Рассмотрим их более подробно.

Как известно, атмосферный воздух представляет собой смесь газов с содержанием азота 78,04%, кислорода 20,93%, аргона около 1%, углекислого газа 0,03% и малых доз водорода, гелия, неона, криптона и ксенона. В нем микроорганизмы не размножаются, а некоторое время сохраняются. Все это является основанием предположить о связи комфортности потребления воздуха в дыхательном автономном аппарате, связанном с возможностью его представления в составе из компонентов, наиболее близком к естественному. Согласно [4] воздействие кислорода на организм человека сопряжено с различными негативными последствиями – проявлением кислородного отравления в легочной и судорожной формах, а также «подпиткой» кариеса и других заболеваний ротовой полости.

Таким образом, кроме кислорода в воздушную смесь для работающих с пестицидами и другими агрохимикатами следует вводить азот и даже инертные газы, например гелий. В связи с тем, что физиологическая активность компонентов воздуха, кроме кислорода, еще недостаточно глубоко исследована и эти компоненты, т.е. азот и гелий, вводятся в качестве механического носителя кислорода, тем не менее их физиологическая активность при этом не исключается, и необходимо акцентировать актуальность проблемы биологической ценности компонентов воздуха. Известно об использовании трехкомпонентных дыхательных

смесей для дайверов, в составе которых 25% кислорода, 15% гелия и 60% азота.

Как известно, продукты дыхания являются в медицине объектами, состав которых может дать информацию о том или ином заболевании человека. Существует значительный объем публикаций по анализу микробиологического состава воздуха, например [7]. Поэтому для аппаратов замкнутого и полузамкнутого цикла следует вести работы по поиску мер для очищения выдыхаемого воздуха от максимально возможного количества компонентов, а не только от углекислого газа. Поэтому мы осуществляем подбор каталитически активных систем в характере доокисления продуктов дыхания. Так, исследуется в качестве катализатора доокисления шихта на основе песка, соды, мела, в которую вводятся соли тяжелых металлов, в т.ч. платины, в очень малых количествах (10^{-3}%). Лигируя шихту аналогично способу [5], которая при температуре 1300°С превращается в керамику, и обрабатывая ее солями платины, получаем катализатор, работающий эффективно к следовым количествам CO, которые доокисляются при температуре, близкой к нормальной.

В этой связи необходимо также осуществлять поиск альтернативных путей получения компонентов «искусственного воздуха», т.е. поиск безвредных и легкоразлагаемых химических соединений, из которых получаются кислород и азот, для создания нормальных условий их состава в воздушной смеси. Для этого нами предлагается использовать персульфат натрия, поскольку он не обладает взрывчатостью. Нами также начаты исследования по созданию химических генераторов кислорода, получаемых при окислении липидов, в частности жиров в токе озона. Преимущество этого вида пероксидов состоит в том, что они более регулируемы под действием органических катализаторов, в т.ч. ферментов. Область исследования в этом направлении является новой, поскольку процесс получения пероксидов в биологических средах наиболее перспективен и является управляемым, если его проводить при температурах, близких к температуре жидкого азота, в поле ультрафиолетовых лучей в атмосфере озона.

Указанное направление работы только начато, и о существенных результатах рано еще говорить. Однако получены результаты, свидетельствующие о том, что при фотохимическом распаде озона в липидной матрице происходит стабилизация перекисных радикалов R-O-O, которые формируются в более стабильные соединения, в т.ч. в форме пероксидов или диокситанов, при разложении которых выделяется кислород.

О формировании пероксидов при окислении липидов при обычных температурах хорошо известно. При низких температурах, вплоть до температуры жидкого азота (–170°С), происходит термическая стабилизация пероксида, которая и определяет возможность своеобразного химического консервирования кислорода для дыхания в автономных аппаратах.

Кроме этого в конструкцию автономного дыхания нами предлагается ввести систему повышения концентрации отрицательных ионов кислорода, которая крайне необходима в данных условиях согласно [6], за счет введения микросхемы, управляющей работой этой системы.

Библиографический список

1. Бухвостова С.Л. Влияние применения пестицидов на здоровье работников сельскохозяйственного производства [Текст] // С.Л. Бухвостова, Т.В. Ковалева. – Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции «Требования безопасности к пестицидам и агрохимикатам». – Орел: Издательство ОрелГАУ, 2008.
2. Гавриченко А.И. Уменьшение риска при обращении пестицидов и агрохимикатов [Текст] // А.И. Гавриченко, Л.Д. Водяшкина, А.М. Кормин. – Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции «Требования безопасности к пестицидам и агрохимикатам». – Орел: Издательство ОрелГАУ, 2008.
3. Изолирующий дыхательный аппарат. Описание изобретения к патенту. Номер публикации патента: 2168339. Рег. номер заявки: 2000108949/12. – Электрон. дан. – Режим доступа: http://www.sibpatent.ru/
4. Медицинские проблемы подводных погружений [Текст] // Под ред. П.Б. Беннета, Д.Г. Элиота. – М.: Медицина, 1988.
5. Наноструктурированные катализаторы для топливных элементов. – Электрон. дан. – Режим доступа: http://www.chimfak.rsu.ru/

6. Чижевский А.Л. Космический пульс жизни [Текст] // А.Л. Чижевский. – М.: Мысль, 1995.
7. Ющук Н. Helicobacter pylori. – Электрон. дан.// Н. Ющук, И. Маев, Т. Лапина, Е. Степанов. – Режим доступа: http://www.mgzt.ru/

A.V. PAVLIKOVA, A.L. KUZNETCOV

ABOUT THE NECESSITY OF AUTONOMOS MIDRO (MEANS OF INDIVIDUAL DEFENCE OF RESPIRATORY ORGANS) APPLICATION AT WORK WITH PESTICIDES AND THE DIRECTIONS OF THEIR PERFECTION

In this work the assortment of autonomous respiratory devices is analyzed, the necessity of their application at work with pesticides is proved. Advantages and disadvantages of certain kinds and sorts of autonomous MIDRO are defined. Some trademarks of respiratory devices for works with application of pesticides are recommended. Directions of autonomous MIDRO perfection are designated.

Key words: ***working conditions, pesticides, agrochemicals, plant growing, intoxication, means of an individual defence of respiratory organs, autonomous respiratory devices.***

Г.А. СИМОНОВ, *доктор сельскохозяйственных наук*
ГНУ СЗНИИМЛПХ Россельхозакадемии
Тел.: 8-915-002-59-97; Gennadiy0007@mail.ru
В.С. НИКУЛЬНИКОВ*, кандидат сельскохозяйственных наук,*
профессор Орловского государственного университета
Тел.: (4862) 47-60-54; 8-910-305-21-71
В.С. ЗОТЕЕВ*, доктор биол. наук, профессор*
ФГОУ ВПО «Самарская ГСХА»
Тел.: 8 (84663) 46-2-46

БОРЩЕВИК СОСНОВСКОГО – ЗЛОСТНЫЙ ЗАСОРИТЕЛЬ ПОЛЕЙ

Показаны отрицательные свойства борщевика Сосновского для человека и животных.

Ключевые слова: ***растение, семена, всходы, ядовитые вещества, борщевик Сосновского, фурокумарины, фитоэстрогены.***

На земле давно известен борщевик Сосновского – многолетнее растение семейства сельдерейных. Родовое название Heracleum он получил за гигантский рост и большую зеленую массу. На территории России из 40 произрастающих видов наиболее широкое распространение получил именно борщевик Сосновского.

Это растение отличается хорошей зимостойкостью, переносит заморозки до –7^{0}С, под глубоким снегом – до –35–45^{0}С. Засухоустойчив, переносит жару до +37^{0}С. Борщевик Сосновского имеет стержневой корень, с возрастом он достигает мощного развития, радиус распространения корневой системы может достигать в ширину до 150 см и в глубину до 300 см. В первый год жизни образует розетку из прикорневых округлой формы листьев на длинных черешках. Во второй и последующие годы розетка состоит из перисто-лопастных крупных листьев, до 100–150 см длиной и 60–70 см шириной, сверху голых, снизу опушенных. В год цветения растения образуют стебель высотой до 2–3,5 м и выше. Стебель одиночный, прямостоячий, толстый, полый, бороздчатый, сверху густо шероховато-опушенный. Соцветие – сложный многолучевой зонтик. Плод у борщевика – дробная двусемянка, при созревании распадается на два плодика, называемых семенами. Одно растение дает до 8 тыс. семян, что способствует широкому его распространению.

Цветет один раз (монокарпик) с 2–5-летним циклом развития, после цветения и плодоношения отмирает. Цветение наступает со второго года жизни. Период цветения длится 36–40 дней. Цветки двудомные, собраны в соцветия. Опыление происходит с помощью насекомых. Помимо перекрестного опыления отмечается и самоопыление, при этом одно изолированное растение дает целую популяцию.

Созревание семян наступает, как правило, в конце лета. Вызревшие семена опадают недалеко от материнского растения, но чем выше растение борщевика, тем дальше могут оказаться его семена. При высоте растений более двух метров большая часть семян осыпается в радиусе четырех метров.

Новые семена осенью не прорастают, им необходим период покоя. Всходы из семян и побеги от корневых почек появляются рано весной, со сходом снега, когда

© Г.А. Симонов, В.С. Никульников, В.С. Зотеев

другие травы еще не растут. Семена численностью до нескольких тысяч штук на 1 м^2 дружно всходят с глубины не более 8–10 см. Они могут сохраняться в почве 2–3 года, не теряя всхожести. Есть данные, что часть семян сохраняет всхожесть до 5–8 лет.

В середине прошлого века борщевик Сосновского считался перспективной кормовой культурой из-за его неприхотливости к возделыванию, засухоустойчивости и высокой урожайности зеленой массы.

Позже было выявлено, что это растение из-за высокой фитотоксичности небезопасно для человека и животных, поэтому возделывание его было поставлено под вопрос. Благодаря высокой плодовитости и способности к размножению самосевом борщевик Сосновского превратился в злостного засорителя полей и огородов. В настоящее время он заселяет все новые и новые территории, причиняя ущерб людям и сельскому хозяйству. Это стало проблемой для Московской области, где он был в первые культивирован на кормовые цели для животных, а также для Вологодской, Камчатской и других областей и регионов страны.

Способы распространения семян борщевика Сосновского очень разнообразны, их могут переносить люди на одежде, животные – на шкуре. Прилипая на автомобильные покрышки, семена таким образом могут переноситься из одного места в другое на значительные расстояния. Например, зимой семена из соцветий разносятся ветром по замерзшей почве на дальние расстояния. Очень быстро растения борщевика распространяются по берегам водоемов, так как семена течением воды переносятся на большие расстояния во время весеннего паводка.

Все это способствует захвату новых земельных площадей. Особенно густо борщевик разрастается на заброшенных полях, среди кустарников, вокруг силосных траншей и животноводческих ферм, вокруг старых усадеб и складских помещений.

Точную цифру площади, которую успел захватить борщевик в Московской области и др., трудно определить. Для уточнения ареала распространения борщевика необходимо проводить масштабные обследования на выявление растений, их численности и занимаемой площади.

Опыт показывает, что там, где применяют весь комплекс агротехнических, механических, химических мер в борьбе с борщевиком, удается както сдерживать его распространение и уменьшить его количество.

Например, за последние годы в Чагодощенском районе Вологодской области площадь, занимаемая борщевиком, снизилась с 207 до 91 га.

Сок борщевика опасен для человека и животных в период цветения и образования семян. Особенно вреден в период цветения, в жару, когда с листьев активно испаряются эфирные масла.

Опасность его в том, что сок растения содержит ядовитые вещества – *фурокумарины*. Особенно чувствительны к действию *фурокумаринов* блондины.

При попадании сока на кожу человека под влиянием света и солнечных лучей усиливается её пигментация, что вызывает дерматиты, протекающие по типу ожогов. Даже если контакт с соком или растением произошел в темное время суток, при облучении кожи на следующий день клинические симптомы будут такими же, как и при поражении кожи днем с одновременным облучением.

Ежегодно из-за неосторожного обращения с борщевиком страдают люди. При соприкосновении с борщевиком болевые ощущения сначала могут отсутствовать. Боль появляется спустя несколько часов и даже суток. При легкой форме пораженные участки тела начинают зудеть, краснеть, ощущение зуда и жжения достигает максимума через 2–3 дня. Наблюдается отечность кожи, через две недели она начинает шелушиться. На теле остаются темные пигментные пятна, сохраняющиеся до 2–6 месяцев, в более тяжелых случаях и на всю жизнь. Самые сильные фитоожоги борщевик вызывает, соприкасаясь с влажным телом в жаркие солнечные часы.

При более серьезных осложнениях отмечается повышение температуры, появление озноба, слабости и головной боли. В течение 5–6 суток образуются пузыри с серозным содержимым, которое через неделю всасывается; пузыри опадают. Образуется коричневая корка, на теле остаются пигментные пятна. В тяжелых случаях возможен летальный исход.

Борщевик Сосновского небезопасен и для жи-

вотных, которым они могут питаться. В растениях содержатся биологически активные вещества – *фитоэстрогены*, которые могут вызывать расстройство воспроизводительной функции у животных, а также ожоги некоторых тканей поверхности тела, например носовое зеркало, соски, вымя.

В связи с этим возделывание его ограничили, а в настоящее время совсем прекратили. Более того, из-за способности борщевика к размножению самосевом и выше указанных биологических особенностей он превратился в злостного засорителя полей.

Его стремительное распространения озадачивает. Нарушается биологическое равновесие в агробиоценозах. Там, где растет борщевик, резко уменьшается количество других видов растений. Высокие стебли и большие листья позволяют ему захватывать лучшие места в борьбе за солнечный свет. Отмечаются места, где численность взрослых растений доходит до 15 штук на 1 м^2. При такой плотности растений земли становятся непригодны для использования и опасны для здоровья людей и животных.

Поэтому меры борьбы с борщевиком Сосновского должны быть комплексные:

- выявить распространение борщевика на территории области, региона с составлением карты его местонахождения;
- провести разъяснительную работу среди населения об опасности распространения этого вида сорняка.

Основываясь на картах засорённости местности, выполнить необходимые механические, агротехнические и химические методы борьбы с этим сорняком. Лишь в этом случае можно добиться желаемого результата по уничтожению этого злостного растения и вернуть в севооборот земли для возделывания культурных растений.

Эти рекомендации по борьбе с борщевиком Сосновского могут быть эффективны на территории России.

Библиографический список

1. Медведев П.Ф., Сметанникова А.И. Кормовые растения европейской части СССР. – Ленинград, 1981. – С. 38–39.
2. Фисюнов А.В. Сорные растения. – М.: Колос, 1984. – С. – 34.
3. Сациперова И.Ф. Борщевики флоры СССР – новые кормовые растения. – Ленинград, 1984. – С. 223.
4. Шадрина О.В., Нефедова Н.И., Зенькевич С.В. Рекомендации по борьбе с борщевиком Сосновского на территории Вологодской области. – Вологда, 2008. – 24 с.

G.A. SIMONOV, V.S. NIKULNIKOV, V.S. ZOTEEW

HERACLЙUM SOSNYWSKYI INVADES NEW AND NEW TERRITORIES

The negative features of Heraclйum sosnywskyi for people and animals are described.

Key words: ***plant, seeds, sprouting, toxins, Heraclйum sosnywskyi, furocoumarins, phytooestrogen.***

Д.Н. СКОВОРОДНИКОВ, *кандидат сельскохозяйственных наук, директор научно-образовательного центра биотехнологии Брянской ГСХА*

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КЛОНАЛЬНОГО МИКРОРАЗМНОЖЕНИЯ РЕМОНТАНТНЫХ ФОРМ МАЛИНЫ

В работе продемонстрирована схема клонального микроразмножения элитных форм и перспективных сортов ремонтантной малины, применяемая в селекционном процессе на Кокинском опорном пункте Всероссийского селекционно-технологического института селекции и питомниководства. Предложены приемы, позволяющие до минимума сократить сроки тиражирования ценных генотипов малины, используемых в селекционном процессе.

Ключевые слова: ***клональное микроразмножение, малина ремонтантная, фитогормоны.***

Биотехнологические способы размножения растений все чаще применяются в селекционных программах при создании новых сортов ряда сельскохозяйственных культур. Размножение растений *in vitro* (клональное микроразмножение) дает ряд преимуществ перед традиционными способами вегетативного размножения: получение генетически однородного посадочного материала; высокий коэффициент размножения; освобождение растений от вирусных, грибных и бактериальных заболеваний; быстрое тиражирование ценных клонов растений, трудно размножаемых в обычных условиях; возможность проведения работы в течение круглого года [6].

За рубежом метод клонального микроразмножения стал рутинным при тиражировании ценного селекционного материала малины в некоторых селекционных программах [7, 8].

Применение биотехнологических приемов в селекционном процессе нашло место на Кокинском опорном пункте ВСТИСП (Брянская обл.), где уже более 15 лет ведется работа в этом направлении. Необходимость использования клонального микроразмножения возникла в связи с трудностью размножения ценных форм ремонтантной малины при первичной оценке элит и размножении перспективных сортов [2]. В ходе проведения работы были оптимизированы все этапы клонального микроразмножения ремонтантной малины [3, 1, 4, 5]. Итогом полученных исследований стало введение в культуру *in vitro* за исследуемый период и размножение около 250 генотипов ремонтантной малины.

Методика исследования

Объектами исследования являлись элитные формы и сорта ремонтантной малины сложного межвидового происхождения, полученные под руководством академика РАСХН, профессора И.В. Казакова.

В качестве источников эксплантов служили пазушные почки, изолированные в осенний период (сентябрь-октябрь) от однолетних побегов. Сегменты стебля с почкой стерилизовали в 0,1% растворе сулемы ($HgCl_2$) в течение 3 минут с последующей пятикратной промывкой в стерильной дистиллированной воде. Культивирование пер-

© Д.Н. Сковородников

вичных эксплантов и последующее размножение осуществляли на модифицированной среде Мурасиге-Скуга [10] с увеличенной в три раза концентрацией хелата железа.

На этапе введения в культуру *in vitro* в качестве источника цитокинина вводили 6-бензиламинопурин (6-БАП) 0,5 мг/л, тидиазурон (TDZ) в концентрации 0,05–0,2 мг/л, N-(2 хлор-4-пиридил)-N-фенилмочевина (CPPU) в концентрации 0,2–1 мг/л. При размножения растений изучали влияние цитокининов 6-БАП в концентрациях 0,5–2 мг/л и TDZ в концентрации 0,05, 0,1 и 0,2 мг/л.

На этапе укоренения использовали ½ часть минеральной среды Мурасиге-Скуга. В качестве индукторов ризогенеза в среду вводили ИУК или ИМК. Использовали различные способы воздействия: введение ауксинов непосредственно в питательную среду в концентрации 0,5–0,75 мг/л; кратковременная обработка в течение нескольких секунд в водном растворе ауксина в концентрации 1000 мг/л с последующей посадкой их на среды без гормонов или в субстрат, минуя стадию укоренения в пробирке.

Результаты и обсуждения

Селекционная оценка ремонтантных форм малины по основным хозяйственно-ценным признакам проводится в период плодоношения гибридных сеянцев – в конце лета, начале осени. Из нескольких тысяч растений выделяются ценные формы, представляющие собой единичные растения, которые передаются в научно-образовательный центр биотехнологии для ускоренного тиражирования *in vitro*. За один год от одного исходного образца получают от 50 до 100 растений, по урожаям которых дается оценка испытываемых форм в сравнении со стандартом и выделяются элиты для представления их в качестве нового сорта.

Процесс клонального микроразмножения растений состоит из ряда последовательных этапов: 1) введения в культуру *in vitro*; 2) этапа собственно размножения; 3) укоренения размноженных побегов и 4) переноса укорененных растений в нестерильные условия [9].

Продолжительность и период проведения каждого из этапов при размножении ремонтантных форм малины в НОЦ биотехнологии Брянской ГСХА представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Продолжительность этапов клонального микроразмножения ремонтантных форм малины

Этапы клонального микроразмножения	Сроки проведения	Продолжительность этапа, мес.
1. Введение в культуру in vitro	сентябрь–ноябрь	1,5–2
2. Этап собственно размножения	ноябрь–февраль	(1–1,5) x n*
3. Укоренение	март-апрель	1–1,5
4. Высадка и адаптация растений	апрель-май	2

*Примечание: n – число субкультивирований

Исходя из приведенной схемы размножения, можно заключить, что с момента введения в культуру *in vitro* растений малины и до их адаптации к нестерильным условиям требуется как минимум 4,5 месяца. Такой короткий срок культивирования возможен лишь при исключении этапа собственно размножения и теоретически осуществим при максимальном использовании первичных эксплантов малины.

Зная время, затрачиваемое на каждый этап размножения, и регенерационный потенциал генотипа, можно программировать выход посадочного материала. При использовании рекомендуемой схемы клонального размножения (табл. 1) на этап собственно размножения *in vitro* отводится 2–3 субкультивирования в течение осенне-зимнего периода.

В программировании выхода посадочного материала малины применительно к каждому этапу размножения требуется использовать поправочные коэффициенты, связанные со следующими возможными потерями: контаминацией и неприживаемостью эксплантов, неукореняемостью черенков, гибелью материала при адаптации растений к нестерильным условиям.

С учетом перечисленных потерь мы рекомендуем для получения посадочного материала ма-

лины в количестве 500 растений за период с сентября по май вводить в культуру около 100 первичных эксплантов. Для элитных форм это количество, как правило, на порядок ниже и ограничивается тем, что отобранные элиты представлены штучными экземплярами. Нередко в лабораторию для размножения поступает по одному черенку всего лишь несколькими пазушными почками.

Изолирование эксплантов малины проводится в осенний период, сразу после проведения селекционной оценки. К этому времени большинство почек у малины дифференцированы по цветочному типу и при их культивировании на стандартных средах (0,2–0,5 мг/л 6-БАП) отмечается гибель большей части материала. Увеличения приживаемости эксплантов и регенерации растений при введении в культуру в осенний период удалось достичь, используя в качестве источника цитокинина производные дифенилмочевины – тидиазурон и CPPU, которые в низких концентрация (0,1–0,2 мг/л) оказались более эффективнее фитогормонов пуринового ряда.

Введение растений малины осенью имеет свои преимущества перед весенним введением в культуру *in vitro*: дает возможность начать размножение растений in vitro сразу после проведения селекционной оценки; в загущенных посадках сеянцев малины интересующий селекционера генотип легко обнаружить при его плодоношении; при изолировании крупных нераспустившихся почек, сформировавшихся на однолетних побегах, быстрее происходит регенерация растений, пригодных для черенкования; плотные ороговевшие почечные чешуи надежно защищают ткани от повреждения антисептиками при стерилизации.

Используемая модифицированная среда Мурасиге-Скуга с увеличенной концентрацией хелата железа в сочетании с 6-БАП в концентрациях 1–2 мг/л позволила удовлетворительно размножать большинство генотипов малины. Применение производных дифенилмочевины увеличивало коэффициент размножения в нескольких раз [1]. Однако использование препаратов этой группы ведет к появлению ряда нежелательных свойств – гипероводненности тканей, деформации стеблей и листьев.

Установлено, что при клональном микроразмножении малины генотип оказывается иногда одним из лимитирующих факторов, влияющих на пролиферацию побегов в культуре in vitro [11]. В нашей работе среди ряда поступающих элитных форм ремонтантной малины встречались трудно размножаемые генотипы (15-220-2, 16-67-1), у которых коэффициент размножения, т.е. количество образовавшихся побегов с одного микрочеренка, за период культивирования соответственно составлял 1,7–1,9. Использование простого черенкования (по междоузлиям) не давало положительного результата – жизнеспособными оставались только верхушки растений, базальные же черенки не образовывали дополнительных побегов и со временем усыхали. Трудность размножения таких генотипов была обусловлена тем, что наряду с низким коэффициентом размножения они имели укороченные побеги с малым количеством междоузлий. Применение производных дифенил мочевины не дало положительного результата для не поддающихся регенерации генотипов (Вовк, 2000).

Таким образом, при планировании процесса клонального микроразмножения растений требуется учитывать генотипические особенности используемых элитных образцов и сортов. Нами установлено, что за одно субкультивирование ремонтантных форм малины образуется в среднем 3–4 дополнительных побега (Сковородников, 2004).

Традиционно для индукции ризогенеза микрочеренков малины используются ауксины ИУК, ИМК и реже НУК. При использовании для корнеобразования ИУК оптимальной является концентрация 0,5 мг/л. Однако некоторые генотипы на средах с ИУК укореняются лишь на 30–40%, и для них более эффективна ИМК (0,5 мг/л).

Для некоторых плохо укореняемых генотипов ремонтантной малины предложен метод укоренения без инкубации на средах с ауксинами. После обмакивания основания стебля в концентрированный раствор ауксинов (1 мг/л) растения переносятся на безгормональную среду МС/2, что приводит к высокому уровню индукции ризогенеза – до 100%.

Перспективное направление в получении посадочного материала малины – укоренение микропобегов длиной до 2 см непосредственно в субстрате, минуя стадию укоренения в пробирке. Для индукции ризогенеза применяли ИМК в концентрации 1 г/л в течение 1 с.

Высадка размноженных растений и их адаптация к нестерильным условиям являются заключительным и наиболее ответственным этапом, который определяет значительную часть успеха размножения растений *in vitro.* В связи с рядом особенностей пробирочных растений, таких как слабое функционирование устьичного аппарата, отсутствие кутикулярного слоя и корневых волосков, может наблюдаться значительная потеря высаженного в субстрат материала. Нами установлено, что на приживаемость растений малины большое влияние оказывают следующие факторы: тип субстрата и его pH, влажность и температура воздуха.

В настоящее время в лаборатории применяется готовый субстрат; растения высаживаются в мини-парники, представляющие собой пластиковые кассеты, помещенные в поддоны и накрытые прозрачной крышкой, обеспечивающей высокую влажность среды.

После одного-двух месяцев адаптации в минипарничках растения малины распикируются в ящики и помещаются в парники, покрытые тканым материалом, для адаптации к естественным условиям, солнечному освещению. В этих условиях отмечается быстрый прирост побегов по сравнению с растениями, культивируемыми в помещении.

Заключение

Совершенствование каждого этапа клонального микроразмножения позволило сократить сроки размножения новых сортов и элитных форм ремонтантной малины. Ежегодно от 10 до 15 новых генотипов успешно размножаются в НОЦ биотехнологии Брянской ГСХА и выдаются селекционерам для дальнейшего изучения в количестве 2–3 тыс. растений. Оптимизация процесса размножения *in vitro* позволила сократить сроки создания ремонтантных сортов малины в 1,5–2 раза.

Библиографический список

1. Вовк В.В. Оптимизация селекционного процесса и ускоренное размножение межвидовых ремонтантных форм малины методом in vitro // Дис. ... канд. с.-х. наук. – Брянск, 2000. – 20 с.
2. Казаков И.В. Использование метода микроклонального размножения для ускорения селекционного процесса и производства посадочного материала малины / И.В. Казаков, С.Н. Евдокименко, В.Л. Кулагина, И.В. Денисов // Использование биотехнологических методов для решения генетико-селекционных проблем. – Мичуринск, 1998. – С. 20–22.
3. Нам И.Я., Заякин В.В., Вовк В.В., Казаков И.В. Оптимизация метода клонального микроразмножения для ускоренной селекции межвидовых ремонтантных форм малины // Сельскохозяйственная биология. – 1998. – № 3. – С. 51–56.
4. Озеровский А.В. Микроклональное размножение селекционных форм ремонтантной малины с использованием новых регуляторов роста // Дис. ... канд. с.-х. наук. – Брянск, 2007. – 18 с.
5. Сковородников Д.Н., Заякин В.В., Нам И.Я., Казаков И.В. Особенности начального этапа клонального микроразмножения ремонтантной малины in vitro // Сельскохозяйственная биология. – 2004. – Т. 3. – С. 109–114.
6. Шевелуха В.С., Калашникова Е.А., Дягтерев С.В. и др. Сельскохозяйственная биотехнология. – М.: Высшая школа, 1998. – С. 416.
7. Hall, H., Hummer, K.E., Jaimieson, A., Jennings, S., Weber, C. 2009. Plant Breeding Reviews: Raspberry Breeding and Genetics. New Jersey: Wiley Blackwell. 32:39-382.
8. Jin-Hu Wu, Shirley A. Miller, Harvey K. Hall and Pauline A. Mooney // Factors affecting the efficiency of micropropagation from lateral buds and shoot tips of Rubus Plant Cell, Tissue and Organ Culture Vol. 99, № 1, 17–25.
9. Murashige T. Manipulation of organ culture in plant tissue cultures. Botanical Bulletin Academia Sinica. 1977. V.18. P. 1–24.
10. Murashige T. & Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures // Physiologia Plantarum. 1962. V.15. № 13. P. 473–497.
11. Reed B.M. Multipllication of Rubus germplasm in vitro a screen of 256 accessions. // J. Amer. Soc. Hort. Sci. 1990. V.44. № 3. P. 141–148.

D.N. SKOVORODNIKOV

RESULTS OF THE USE MICROPROPAGATION REMONTANT FORMS RASPBERRY

In this paper we demonstrate the scheme of micropropogation elite forms and promising varieties of raspberries remontant used in breeding. We propose techniques that allow to minimize time to terminate the replication of valuable genotypes raspberries used in the selection process.

Ю.Г. ШЕСТАКОВ, *доцент, кандидат технических наук ФГОУ ВПО «Орловский государственный аграрный университет»*
Тел. 8(4862) 77-77-92
Е.В. ПОЛЕХИНА, *старший преподаватель, кандидат технических наук ФГОУ ВПО «Орловский государственный аграрный университет»*
Тел. 8(4862) 77-77-92

ОБУЧЕНИЕ ОХРАНЕ ТРУДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБЩИХ ПОЛОЖЕНИЙ И ПРИНЦИПОВ ОБУЧЕНИЯ

В статье отражена классическая теория обучения, применяемая при обучении охране труда, а также требования к обучающему и обучаемому.

Ключевые слова: ***законы обучения, принципы обучения, обучение охране труда, обучающий, обучаемый.***

Обучение охране труда является неотъемлемой частью профессиональной подготовки и переподготовки всех работников независимо от стажа их работы, характера и степени опасности производства.

Во всех отраслях, при всех видах обучения, в том числе и охране труда, используются заповеди классической теории обучения, составленные из закона единства учебной и обучающей деятельности и принципов обучения. В принципах обучения заключен исторический и педагогический опыт, общественный смысл. Они с точки зрения современной науки аксиоматичны и декларативны, не имеют доказательной основы. Однако в научно-методических основах обучения охране труда они совершенно необходимы главным образом в силу их определенности и аксиоматичности.

Закон единства учебной и обучающей деятельности рассматривает учебный процесс как взаимосвязанную и взаимозависимую деятельность педагогов и учащихся (рис.1). При этом исходят из того, что в основе обучения лежит дидактический тре-

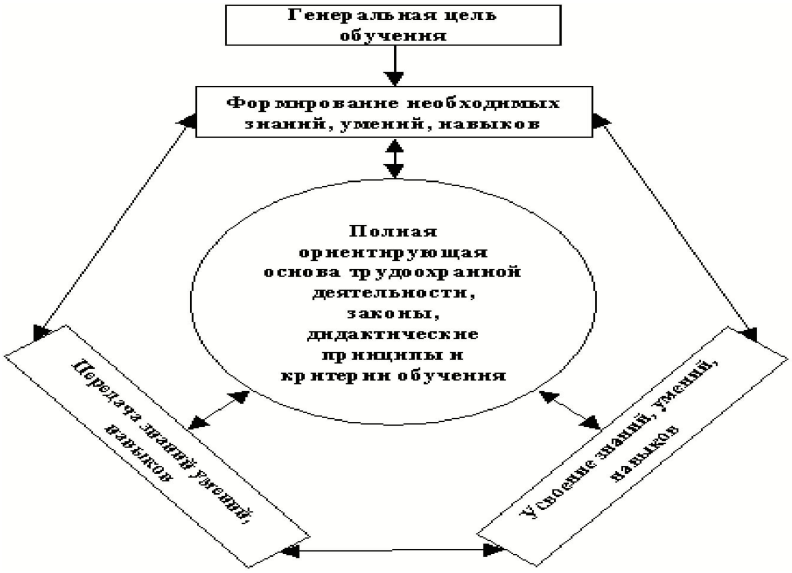


Рисунок 1 – Система формирования знаний, умений, навыков

© Ю.Г. Шестаков, Е.В. Полехина

угольник, связывающий передачу знаний, усвоение знаний и построение системы формирования знаний, а сущность обучения слагается из его целей и задач, стоящих перед теми или иными группами обучаемых (ступенями обучения). Высшей целью обучения охране труда является устранение опасных действий, неосторожности и беспечности среди всех работников сельскохозяйственного производства.

В задачи учебного процесса входят: сообщение обучаемым определенных знаний по охране труда; развитие интереса и мотивации к обучению, приобретению знаний, навыков и умений по обеспечению безопасности и оздоровлению условий труда; развитие навыков анализа и синтеза; формирование научно обоснованных взглядов и убеждений на повышение эффективности труда за счет предупреждения травматизма и профилактики профзаболеваний.

Основной закон обучения обусловливает роль функции преподавателя. При обучении охране труда в роли преподавателя могут выступать практически все работники, проводящие обучение: главные специалисты – при вводных инструктажах; непосредственные руководители работ – при других видах инструктажей; работники службы охраны труда, органов надзора, научных и учебных учреждений, специалисты и руководители разного уровня – при курсовом обучении и только при обучении в учебных заведениях – преподаватели (педагоги).

Преподаватель в учебном процессе определяет пути, формы, средства и методы приобретения знаний обучаемыми. Он облечен высшей формой доверия. Все его действия и рекомендации рассматриваются как правильные, целесообразные, обоснованные.

Закон единства учения и обучения рассматривается применительно ко всем видам и формам учебного процесса, в том числе и к таким, при которых изучение того или иного предмета ведется обучаемыми самостоятельно, путем самообразования. Педагог в этих случаях рассматривается косвенно – через учебники, пособия, средства и методы обучения.

При обучении охране труда сущность обучения несколько иная, чем это выражено в общих положениях рассмотренного закона. Преподаватель по охране труда не только сообщает работникам некоторую информацию, но и определяет пути, средства и методы приобретения знаний. Он прежде всего направляет образовательный и творческий потенциал, является активным участником формирования профессиональных знаний и умений работников по обеспечению безопасности и оздоровлению условий труда.

К преподавателю по охране труда предъявляются требования непременного сочетания высококвалифицированной специальной подготовки и педагогической деятельности с высоким творческим потенциалом. Такое сочетание свойств специалиста, педагога и творческого работника является необходимым условием обучения по охране труда, так как оно позволяет ставить на службу охраны труда не только то, что является содержанием программ, но и все новое и прогрессивное, что имеется в науке, технике, производстве.

Чтобы обучать охране труда всесторонне развитых, технически образованных рабочих и специалистов, владеющих профессиональным мастерством, способных без аварий и травм осваивать новую технику, технологию и совершенствовать их, преподаватель по охране труда должен сам обладать этими качествами, быть примером для обучаемых. Он должен всегда быть в курсе всех вопросов безопасности и оздоровления условий труда, чтобы правильно ответить на все вопросы обучаемых. Профессиональное мастерство преподавателя по вопросам безопасности не может ограничиваться рамками программы. Знания и умения его должны быть значительно шире и глубже. Поэтому преподавателю необходимо систематически работать над повышением своей квалификации, совершенствовать мастерство, следить за достижениями науки и передового опыта в области охраны труда. Этому должны способствовать специальное обучение преподавателей и обобщение опыта на соседних участках. Эффективность педагогической деятельности является одним из важнейших качеств преподавателя. Главным признаком педагогического мастерства является умение научить обучаемых тому, что знает и умеет сам педагог, что требуют инструкции, санитарные нормы, ГОСТы ССБТ. Для педагогического

мастерства недостаточно только высоких профессиональных знаний и высокого уровня умений выполнять безопасные приемы работы. Преподавателю необходимы еще и знания педагогики, психологии, методики обучения.

Умение скрывать свою активную роль и позицию, маскировать прямое педагогическое воздействие, использовать все возможные каналы параллельного действия (коллектив, обстановка, настрой, организация работы) – также одни из признаков высокого педагогического мастерства.

Преподаватель, обладающий высоким педагогическим мастерством, умеет заранее продумать и спланировать свое педагогическое воздействие на обучаемых. Он тщательно подбирает наиболее целесообразные примеры обеспечения (нарушения) требований безопасности и производственной санитарии, учитывает особенности восприятия обучаемых, возможные затруднения и имеющиеся ошибки, намечает способы предупреждения, осуществляет тесную взаимосвязь теории и практики, заблаговременно готовит необходимое оборудование, инструменты, приборы, плакаты, инструкции. При формировании новых знаний и умений принимает во внимание опыт обучаемых.

Содержательность преподавателя по охране труда может быть выражена в виде следующей множественной модели:

$$P_S = F\{Z_{С.П.}; И_{С.П.}; \varphi(Z_i; И_i); S_p(P_i)\}, \quad (1)$$

где Z – функция многих переменных (специальных и педагогических знаний),

$И$ – функция многих переменных (специальных и педагогических умений),

$\varphi(Z_i; И_i)$ – функция обобщения, определяет степень связи элементов Z_i; ($Z_i \in Z$) и $И_i$; ($И_i \in И$) на множестве элементов Z и И;

$S_P(P_i)$ – функция выбора правильного решения P_i на множестве возникающих решений при i ситуации S.

$$P_i \to \frac{d_i l_i}{n_i g_i}; d_i \in D; l_i \in L; n_i \in N; g_i \in G., \quad (2)$$

где d_i – метод обучения;

l_i – цели обучения;

n_i – показатель условий среды, в которой ведется обучение;

g_i – показатель состояния обучаемого.

Классы составляющих модели рассматриваются в синтезе. Эта модель не просто сумма множеств, а синтез слагаемых, где каждый из элементов оказывает на другие взаимное влияние и своим содействием усиливает их.

Использование системно-структурного анализа модели позволяет определить содержательность преподавателей на всех уровнях и при всех формах обучения.

Подобные модели целесообразно применять и для определения содержательности обучаемых (рабочих, специалистов и руководящих работников).

Характерными в стиле работы специалистов, выполняющих функции преподавателей по охране труда, должны быть глубокий, всесторонний анализ явлений, процессов, операций, приемов работы на основе достижений науки и техники; принципиальность в решении всех задач по устранению недостатков по безопасности труда; высокая организованность, строжайшая дисциплина, требовательность к себе и обучаемым.

К числу моделируемых показателей относятся и такие, о которых говорят, что они в деятельности педагога само собой разумеющиеся. Сюда можно отнести умение слушать и слышать, видеть, терпение, хладнокровие, умение владеть собой в любой ситуации, уважать достоинство работников, педагогический такт, труд, упорство и т.д. Преподаватели с такими показателями пользуются заслуженным авторитетом у обучаемых. Отношение слушателей к преподавателю по охране труда заметно влияет на соблюдение требований безопасности. Если обучаемые работники почувствуют, что к своим обязанностям преподаватель по охране труда относится формально, не заинтересован в обеспечении безопасности слушателей как на работе, так и во время учебы, сам допускает при исполнении своих обязанностей нарушения требований безопасности, производственной санитарии, противопожарной техники или делает ошибки при изложении учебного материала, эффективность обучения в лучшем случае будет сведена на нет, в худшем – обучение будет способствовать развитию у обучаемых негативных предубеждений.

Разработка рациональных методов обучения специалистов массовых профессий невозможна

без рассмотрения некоторых общих положений и принципов классической теории обучения.

Начало общей теории обучения уходит к Платону и Аристотелю. Я.А. Коломенский сформулировал принципы обучения: сознательность, последовательность, наглядность.

Дидактику совершенствовали и дополняли Д. Локк, Ж. Руссо, Д. Гельвеций, И. Гербард и др. Значительный вклад в теорию обучения внесли Н.А. Добролюбов, Д.И. Писарев, А.И. Герцен, К.Д. Ушинский.

Общая теория обучения сформулирована трудами А.В. Луначарского, П.П. Блонского, С.Т. Шацкого, И.А. Каирова, П.И. Шимбирева, Б.П. Есипова, Н.К. Гончарова, М.А. Данилова, И.Т. Огородникова, Ф.Ф. Королева и др.

Исследователями в области педагогики и теории обучения разработаны основные принципы теории обучения, в которых заключен исторический и педагогический опыт, общественный смысл. Они с точки зрения современной науки аксиоматичны и декларативны, имеют достаточно четкие определения и формулировки. Применяя метод сходства, можно заключить, что при обучении охране труда следует придерживаться следующих принципов:

– научности;
– систематичности и последовательности;
– связи теории с практикой;
– сознательности;
– соединения индивидуального и коллективного;
– единства конкретного и абстрактного;
– доступности;
– целенаправленности в обучении;
– индивидуального подхода к обучаемым;
– прочности знаний.

Степень научно-теоретической и практической сложности учебного материала, его объем, формы и методы обучения определяют меру эффективности обучения:

$$Д = \frac{I_z}{I_n}, \qquad (3)$$

где I_z – информация, превращающаяся в знания;
I_n – вся поступившая информация.

Однако эта мера всегда носит эмпирический характер, она субъективна. Избыток информации сверх возможностей ее переработки в знания, нагромождение лишнего, как известно, не способствуют пониманию вопроса, а тормозят его.

Обучение охране труда и дальнейшая профессиональная деятельность требуют от обучаемых умелого оперативного и сознательного использования усвоенных знаний. Теоретические сведения должны иметь научный и практический смысл их применения.

При изучении вопросов охраны труда характерным должно быть не запоминание всех правил и инструкций, а изучение элементов нормообразования, требований и принципов обеспечения безопасности и здоровых условий труда.

Исходя из современных задач обучения охране труда работников массовых профессий, принцип прочности знаний не обладает условиями достаточной четкости и всеобщности. Иногда запоминание отдельных актов обучения должно быть прочным, иногда не столь прочным, а иногда – совсем не прочным. Более соответствующим будет принцип надежности обучения. Надежность в решении задач обучения в теоретическом плане рассматривается как вероятность того, что работник по окончании обучения будет действовать безопасно, проявлять осторожность и осмотрительность, чувство ответственности за личную и коллективную безопасность. В то же время необходимо отметить, что надежность обучения и подготовки специалистов не требует специального выделения в виде принципа, так как надежность является непременным условием системы обучения и включается в принцип системности.

Для закрепления знаний преподавателю необходимо выполнять следующие требования:

– учебный материал преподносить просто, ясно, наглядно;
– давать такой объем новых знаний на занятии, чтобы он не превышал реальных возможностей обучаемых;
– стремиться к тому, чтобы каждое занятие способствовало накоплению новых знаний и навыков, повторению и закреплению ранее полученных;
– добиваться выполнения приема и учебного задания обучаемым с точки зрения безопасности не хуже, чем он делал это раньше, тем

более если он способен и может сделать его лучше;
- обеспечивать обязательное понимание обучаемыми смысла заучиваемых положений, правил, инструкций, требований, а не механического заучивания;
- осуществлять систематический и эффективный контроль (выявление) усвоенных знаний, умений и навыков и при этом давать объективные оценки;
- поддерживать высокую дисциплину, четкую организацию занятий, показывать личный пример и образцовый показ соответствующего безопасного приема перед учащимися.

Таковы в основных чертах принципы обучения охране труда в сельском хозяйстве.

Библиографический список

1. Куралесин Н.А. Возможные направления модернизации существующей примерной программы дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» [Текст] / Н.А. Куралесин, В.В. Кузнецов // Материалы IV Всероссийского совещания заведующих кафедрами вузов по вопросам образования в области безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды. – Москва, 2009. – С. 240 – 245.
2. Белов С.В. Состояние и совершенствование российского образования и подготовки научных кадров в области безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды [Текст] / С.В. Белов, Я.Г. Готлиб, Б.Е. Прусенко // Научно-практический и учебно-методический журнал «Безопасность жизнедеятельности». – М., 2007. – № 12. – С. 40–45.
3. Шестаков Ю.Г. Современные информационные технологии в преподавании инженерных дисциплин и курса безопасности жизнедеятельности [Текст] / Ю.Г. Шестаков, И.А. Хуснутдинов, Н.Б. Горбачев, П.В. Галаган // Организация и методическое обеспечение самостоятельной работы студентов в условиях её значительного увеличения. Сборник статей. – ОрелГАУ, 2005.

U.G. SHESTAKOV, E.V. POLEKHINA

TEACHING OF LABOUR PROTECTION WITH USING THE GENERAL PROVISIONS AND PRINCIPLES OF TEACHING

The article reflects the classical theory of learning, used for teaching of labour protection, as well as requirements for the teacher and the learner.

Key words: ***law teaching, learning principles, teaching of labour protection, teacher, learner.***

РЕДАКЦИОННО-ИЗДАТЕЛЬСКАЯ КОЛЛЕГИЯ ЖУРНАЛА «УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ ОРЛОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА»:

АВДЕЕВ Ф.С. (главный научный редактор) — доктор педагогических наук, профессор, ректор Орловского государственного университета, председатель докторского диссертационного совета по методике математики и профессиональному образованию, действительный член Международной академии информатизации, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации;

ПУЗАНКОВА Е.Н. (заместитель главного научного редактора) — доктор педагогических наук, профессор, проректор по научной работе Орловского государственного университета, директор Орловского филиала Института содержания и методов обучения Российской академии образования, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации;

БЕЛЕВИТИНА Т.М. — ответственный редактор журнала «Ученые записки Орловского государственного университета»;

ДУДИНА Е.Ф. (ученый секретарь редакционной коллегии) — кандидат филологических наук, начальник научно-исследовательского сектора Орловского государственного университета;

АЛЕКСЕЕВ А.П. — доктор философских наук, профессор, заведующий кафедрой гуманитарных дисциплин философского факультета Московского государственного университета;

ЗАЙЧЕНКОВА М.С. — доктор филологических наук, профессор, заведующая кафедрой русского языка как иностранного, председатель докторского диссертационного совета по русскому языку и методике его преподавания Орловского государственного университета, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации;

ЗОЛОТАРЕВ Ю.В. — доктор медицинских наук, профессор, директор медицинского института Орловского государственного университета, отличник здравоохранения;

ИВАНОВ А.Е. — доктор исторических наук, профессор, ведущий научный сотрудник Института российской истории РАН;

ИЗОТОВ В.П. — доктор филологических наук, профессор, декан филологического факультета, директор НИИ филологии Орловского государственного университета;

ИСАЕВА Н.И. — доктор психологических наук, профессор, декан факультета психологии Белгородского государственного университета;

КАПУСТИН А.Я. — доктор юридических наук, профессор, декан юридического факультета, заведующий кафедрой международного права Российского университета дружбы народов, вице-президент Российского отделения Ассоциации международного права;

КОЛЕСНИКОВА А.Ф. — доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры почвоведения и прикладной биологии, директор НИИ естественных наук Орловского государственного университета, заслуженный деятель науки РСФСР, действительный член Международной Российской экологической академии;

ЛЬВОВА С.И. — доктор педагогических наук, профессор, заведующая лабораторией обучения русскому (родному) языку Института содержания и методов обучения Российской академии образования;

МИНАКОВ С.Т. — доктор исторических наук, профессор, председатель докторского диссертационного совета по истории России Орловского государственного университета, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации;

МИХЕИЧЕВА Е.А. — доктор филологических наук, профессор, заведующая кафедрой русской литературы XX–XXI веков и истории зарубежной литературы Орловского государственного университета, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации;

ОСКОТСКАЯ Э.Р. — доктор химических наук, профессор, заведующая кафедрой химии Орловского государственного университета, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации;

ПАХАРЬ Л.И. — доктор философских наук, профессор Орловского государственного университета; академик Академии социальных наук, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации;

ПИВЕНЬ В.Ф. — доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой теоретической физики и математического моделирования Орловского государственного университета, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации;

РЕПИН О.А. — доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой Самарского экономического университета;

СЕДОВ Е.Н. — доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик Российской академии сельскохозяйственных наук, заслуженный деятель науки РФ, заведующий отделом селекции семечковых культур ВНИИСПК;

СЕРЕГИНА Т.В. — кандидат философских наук, профессор, декан философского факультета, директор НИИ проблем провинциальной культуры Орловского государственного университета;

ТЕР-МИНАСОВА С.Г. — доктор филологических наук, профессор, декан факультета иностранных языков и регионоведения Московского государственного университета, почетный доктор Бирмингемского и Нью-Йоркского университетов;

ТЫРТЫШНИКОВ Е.Е. — доктор физико-математических наук, профессор, член-корреспондент Российской академии наук, заместитель директора Института вычислительной математики Российской академии наук;

УМАН А.И. — доктор педагогических наук, профессор Орловского государственного университета, действительный член Международной педагогической академии;

ШАБАНОВ Н.К. — доктор педагогических наук, профессор кафедры теории и методики преподавания изобразительного искусства Курского государственного университета, член Союза дизайнеров России, член Международной ассоциации изобразительных искусств им. И.А. Пюнеско.

РЕДАКЦИОННО-ИЗДАТЕЛЬСКАЯ КОЛЛЕГИЯ СЕРИИ «ЕСТЕСТВЕННЫЕ, ТЕХНИЧЕСКИЕ И МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ»

АВДЕЕВ Ф.С. (главный научный редактор) — доктор педагогических наук, профессор, ректор Орловского государственного университета, председатель докторского диссертационного совета по методике математики и профессиональному образованию, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации, действительный член Международной академии информатизации, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации;

ПУЗАНКОВА Е.Н. (заместитель главного научного редактора) — доктор педагогических наук, профессор, проректор по научной работе Орловского государственного университета, директор Орловского филиала Института содержания и методов обучения Российской академии образования, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации;

БЕЛЕВИТИНА Т.М. — ответственный редактор журнала «Ученые записки Орловского государственного университета»;

ДУДИНА Е.Ф. (ученый секретарь редакционной коллегии) — кандидат филологических наук, начальник научно-исследовательского сектора Орловского государственного университета;

ВЕТРОВ В.В. — кандидат педагогических наук, профессор, зав. кафедрой геометрии и методики преподавания математики Орловского государственного университета, почетный работник высшего профессионального образования;

ВИШНЕВСКИЙ В.И. — доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой внутренних болезней медицинского института Орловского государственного университета;

ГОРПИНИЧ А.Б. — доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой общей хирургии и анестезиологии медицинского института Орловского государственного университета, член-корреспондент Российской академии естественных наук;

ЗАРУБИН А.Н. — доктор физико-математических наук, профессор, зав. кафедрой математического анализа и дифференциальных уравнений Орловского государственного университета, заслуженный деятель науки Российской Федерации, действительный член Международной педагогической академии;

ЗАТОЛОКИН В.Д. — доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой анатомии человека, оперативной хирургии и топографической анатомии, заслуженный деятель науки РСФСР;

ЗОЛОТАРЕВ Ю.В. — доктор медицинских наук, профессор, директор медицинского института Орловского государственного университета, отличник здравоохранения;

КАЛЕКИН А.А. — кандидат технических наук, профессор, зав. кафедрой технологии и предпринимательства Орловского государственного университета, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации, заслуженный деятель науки Российской Федерации;

КОЛЕСНИКОВА А.Ф. — доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры почвоведения и прикладной биологии, директор НИИ естественных наук Орловского государственного университета, заслуженный деятель науки РСФСР, действительный член Международной экологической академии;

ЛАДНОВА Г.Г. — доктор биологических наук, профессор, зав. кафедрой экологии и общей биологии Орловского государственного университета, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации, академик Академии социальных наук;

ПУЗИНА Т.И. — доктор биологических наук, профессор, зав. кафедрой ботаники Орловского государственного университета, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации, заслуженный деятель науки Российской Федерации;

ОСКОТСКАЯ Э.Р. — доктор химических наук, профессор, зав. кафедрой химии Орловского государственного университета, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации;

ПИВЕНЬ В.Ф. — доктор физико-математических наук, профессор, зав. кафедрой теоретической физики и математического моделирования Орловского государственного университета, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации;

САРАЕВА А.М. — кандидат педагогических наук, доцент, зав. кафедрой географии Орловского государственного университета;

СНИМЩИКОВА И.А. — доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой иммунологии и специализированных клинических дисциплин медицинского института Орловского государственного университета;

ФЕДОТОВА И.Э. — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, зав. кафедрой почвоведения и прикладной биологии Орловского государственного университета.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЬИ

В начале статьи помещаются инициалы и фамилия автора (авторов), название статьи, аннотация на русском языке объемом 40–50 слов.

Статья объемом 4–15 страниц формата А4 должна быть набрана в текстовом редакторе Microsoft Word в формате *.rtf шрифтом Times New Roman Cyr, размером 14 pt, через один интервал, возможен формат *.pm6 или *.pm65.

Параметры документа: верхнее поле — 25 мм, нижнее — 25 мм, правое — 25 мм, левое — 25 мм. Нумерация страниц проставляется от центра, внизу страницы. Формулы помещаются в текст с использованием формульного редактора Microsoft Equation (Вставка — Объект — Создание — Microsoft Equation). Символы можно вставлять с помощью операции в Word (Вставка — Символ). Диаграммы располагаются в тексте с использованием программы Microsoft Excel (Вставка — Объект — Создание — Диаграмма Microsoft Excel). Рисунки и графики должны иметь четкое изображение и быть выдержаны в черно-белой гамме, лучше применять штриховку (Формат автофигуры — Цвета и линии — Цвет — Способы заливки — Узор). Схемы создаются с помощью панели инструментов Рисование. Фотографии и рисунки в формате *.tif или *.jpg должны иметь разрешение не менее 300 dpi и прилагаться отдельными файлами.

Библиографические списки и затекстовые примечания оформляются в соответствии с ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления».

В конце статьи должна быть надпись: статья публикуется впервые, ставится дата и подпись автора (авторов). Подпись автора сканируется, сохраняется в формате *.tif или *.jpg и вставляется в файл. Инициалы и фамилия автора (авторов), название статьи и аннотация должны быть переведены на английский язык и размещены в конце статьи. Здесь же помещаются сведения об авторе (авторах) — ученая степень, ученое звание, должность, кафедра, вуз, электронный адрес и контактные телефоны*.

Обязательным условием для публикации статьи является наличие в ней ключевых слов (5–6 наименований).

В редакционную коллегию статья передается качественно распечатанной на бумаге формата А4 и в электронном виде одним файлом на дискете 3,5' (CD-диске).

За ошибки и неточности научного и фактического характера ответственность несет автор (авторы).

Поступившие в редакцию материалы возврату не подлежат.

ВНИМАНИЕ: статьи лиц, не имеющих ученой степени, заверяются также их научными руководителями.
Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ
ОРЛОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

СЕРИЯ «ЕСТЕСТВЕННЫЕ, ТЕХНИЧЕСКИЕ И МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ»
№ 3

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФФС 77-29955 от 17.10.2007
Включен в каталог «Издания органов НТИ» ОАО Агентство «Роспечать»
(почтовый индекс: 66005)

Ответственный редактор: *Белевитина Т.М.*
Компьютерная верстка: *Канатникова Л.Т.*
Дизайн обложки: *Никифоров А.В.*
Корректура: *Гудкова А.А.*

Подписано в печать 30.05.2011 г. Формат 60x84 1/8. Печать оперативная. Бумага офсетная.
Гарнитура Times New Roman, Lazurski. Усл. печ. л. 39,42. Тираж 1000 экз. Заказ № 45.

Отпечатано с готового оригинал-макета в редакционно-издательском отделе
ГОУ ВПО «Орловский государственный университет»
302026, г. Орел, ул. Комсомольская, 95. Тел./факс (4862) 74-45-08