

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ
ОРЛОВСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

№ 4

Орел – 2010

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ ОРЛОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

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: e.puzankova@univ-orel.ru

ISSN 1998-2739

© Коллектив авторов, 2010

© Орловский государственный университет, 2010

ПОЖЕЛАНИЕ ДОРОГИМ КОЛЛЕГАМ

*Я пожелать хочу коллегам,
Чтоб Новый год встречать со снегом,
Чтоб в прошлое ушли тревоги
И не болели руки-ноги.*

*И чтобы сердце не скулило,
И чтоб всегда оно любило,
И чтоб любимыми мы были,
И чтобы близких не забыли.*

*И чтоб дела нам – только в радость,
А что не так – так только малость,
Чтобы обиды забывались,
Чтоб ненадолго расставались.*

*И чтоб дальнейших встреч хотелось,
И чтоб душою не старелось,
И чтоб успех не только снился,
А каждый сам его добился.*

*И чтобы рейтинг – не помеха,
А в нашем деле – только вежа,
Чтобы начальство к нам – с вниманьем,
А мы в ответ – с большим стараньем.*

*И чтоб в науке преуспели –
Добились все, чего хотели,
Чего б нам только ни желалось,
Пусть и трудом, но доставалось.*

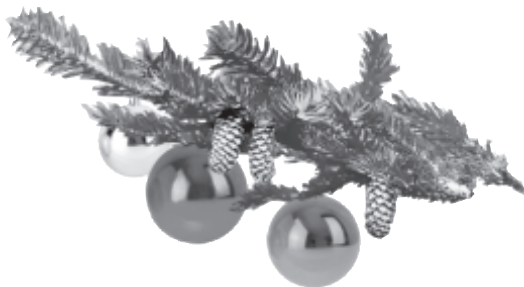
*В учебной нашей чтоб работе
Всё было на высокой ноте,
Чтоб в воспитании студентов
Нам было много комплиментов.*

*И на волне любого круга
Чтоб понимали мы друг друга,
Чтоб было всё красивой песней,
Чтоб на одном дыханье – вместе.*

*И чтобы нам по воле Бога
Была счастливою дорога,
А к ней бы красок нам всю гамму,
И та дорога будет к храму.*

*Чтоб защищались аспиранты
И зарабатывались гранты,
Чтобы учебники писались,
А после грифом издавались.*

А.И. УМАН, доктор педагогических наук, профессор
Орловского государственного университета, действительный
член Международной педагогической академии



СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

Д.Н. Никольский	Математическое моделирование плоских фильтрационных течений в областях с границами и полупроницаемыми включениями	7
Г.В. Рыжаков, А.В. Сетуха, И. Ссатуф	О численном решении краевой задачи Неймана на экране методом вихревых рамок с использованием неравномерной сетки	12

ФИЗИКА

О.И. Марков	Кинетические свойства носителей заряда сплавов Bi-Sb-Gd	20
О.И. Марков, Ю.В. Хрипунов	Некоторые аспекты металлографических исследований монокристаллов висмут-сурьма . . .	27
Ю.С. Федяев	Исследование плоскопараллельной эволюции границы раздела жидкостей различных вязкостей в анизотропной однородной пористой среде	33

ХИМИЯ

С.В. Гришин, Ю.Е. Мамонтова, О.А. Каверин, Ю.А. Стекольников	Моделирование конструкции резервного источника тока	42
Э.Р. Оскотская, Е.Н. Грибанов, Н.Н. Басаргин	Физико-химическое исследование процесса сорбции ванадия (IV) полимерными сорбентами . .	45
Э.Р. Оскотская, С.В. Чепелев, В.В. Кудинова, Н.Н. Басаргин	Влияние третьего компонента на процесс сорбции катионов Ni^{2+} полистирол-(4-азо-1')-2'-окси-5'-нитробензолом	50
Н.И. Бондарев, О.В. Решетняк, А.М. Носов	Влияние спектрального состава света видимой области и ультрафиолетовой радиации на развитие растений <i>stevia rebaudiana bertonii</i> in vitro и биосинтез в них стевииол-гликозидов	55

БИОЛОГИЯ

А.А. Ванькова, Л.А. Свиридова, Л.В. Васильева	Поведение интродуцированной популяции <i>Acholeopasma laidlawii</i> в почве	63
О.Г. Волобуева	Взаимодействие микро- и макросимбионта в бобово-ризобияльной системе при использовании биопрепаратов	71
А.С. Гуревич	Влияние на растения картофеля обработки сульфатом меди и ауксином	77
А.Ф. Дулин	Различия глубины покоя семян некоторых дальневосточных видов сем. <i>Asteraceae</i>	82
Н.А. Зейслер, Е.Ю. Бахтенко, Н.П. Карсункина	Структурно-функциональные особенности видов овса в связи с устойчивостью к засухе . .	86
А.Ф. Колесникова, И.Э. Федотова	Влияние качества репродукционных почек на формирование хозяйственно-биологических признаков вегетативного потомства сортов вишни обыкновенной (<i>PRUNUS CERASUS</i> L.)	92

П.В. Кочкарёв, В.Р. Кочкарёв	Эколого-природные аспекты лугов и пастбищ	98
В.Л. Ланцев, С.Ю. Веровская, Т.И. Пузина	Влияние салициловой кислоты на водоудерживающую способность и рост растений <i>solanum tuberosum</i> , подвергнутых почвенной засухе	108
М.В. Липовецкая	Исследовательская деятельность в профессиональном самоопределении учащихся школ	118
Т.И. Пузина, Н.С. Власова, Я.С. Манюхин	Влияние деструктивного агента микротрубочек колхицина на фотосинтетическую активность <i>solanum tuberosum</i>	112
А.В. Рябов, В.А. Пономарев	Повреждения и отклонения в окраске оперения у врановых птиц в населенных пунктах Восточного Верхневолжья	123
С.А. Салмин	Действие абсцизовой кислоты на ранние стадии формирования корневой системы у проростков кукурузы	130
Л.М. Семёнова, С.В. Капровой	Половое воспитание: «за» и «против»	139
В.Н. Чеснокова, И.А. Варенцова, О.А. Голубина	Оценка адаптационных возможностей организма студентов на начальном этапе обучения в вузе по данным донозологических исследований в условиях северного региона	143
Т.А. Цуцуна	Особенности анатомического строения вегетативных органов <i>Lotus pedunculatus</i> Cav. с учетом его индивидуального развития	150
О.В. Шкодкина	Адаптация школьников к профильному обучению в условиях малого города	159

МЕДИЦИНА

А.Г. Алексеев	Возрастные изменения в меланинсодержащих структурах волосяных фолликулов кожи височной области головы у мужчин	165
А.Г. Алексеев	Методические подходы к изучению фолликулярных меланоцитов кожи височной области у человека	170
Н.В. Белякова	Химиопрофилактика туберкулеза у больных ВИЧ-инфекцией в пенитенциарных учреждениях	174
М.В. Горелова	Послойное распределение Ki-67- и p53-позитивных клеток в эпидермисе волосистой части головы у мужчин в постнатальном онтогенезе	180
Е.Т. Жиликова, М.А. Халикова, О.О. Новиков, М.Ю. Новикова, Э.Ф. Степанова, Д.А. Фадеева	Совершенствование процесса выбора новых составов лекарственных форм с помощью компьютерных технологий	185
И.В. Ильина	Значение системогенеза культуры здоровья для общественной и индивидуальной профилактики	196
И.В. Ильина	Применение социально-медицинской работы для управления процессом оптимизации качества жизни	202
А.В. Мамошин, А.В. Борсуков	Клинические возможности комплексной ультразвуковой томографии в ранней дифференциальной диагностике различных форм острого деструктивного панкреатита	209
А.В. Мамошин, А.В. Борсуков, А.Б. Горпинич, П.Ю. Васильев, А.Л. Альянов, Р.П. Шаталов	Диагностические возможности контролируемой ультразвуковой томографии при панкреонекрозе	213

<i>А.В. Мамошин, А.В. Борсуков, А.Б. Горпинич, П.Ю. Васильев, А.Л. Альянов, Р.П. Шаталов</i>	Ультразвуковая диапневтика острого деструктивного панкреатита	218
<i>А.В. Мамошин, А.В. Борсуков, К.В. Сезонов</i>	Возможности эндовакцинальной ультразвуковой диагностики гнойных жидкостных осложнений острого деструктивного панкреатита	224
<i>Е.Н. Науменко, Е.Т. Жиликова, М.А. Халикова, О.О. Новиков, М.Ю. Новикова, Д.И. Писарев, Л.М. Даниленко</i>	Анализ современного рынка противовоспалительных лекарственных средств для местного лечения проктологических заболеваний	229
<i>М.А. Некрасов</i>	Душевная болезнь русского писателя В.М. Гаршина	233
<i>И.Н. Рогачёв</i>	Изучение эффективности препарата митомицин в увеличении длительности гипотензивного эффекта лазертрабекулопунктуры у больных глаукомой	238
<i>О.С. Саурина, О.М. Пригоряну, Л.Л. Киселева, Л.Н. Чернякова</i>	Оценка состояния здоровья населения Орловской области с использованием гис-технологий	241
<i>И.А. Снимщикова, И.А. Шманева, О.В. Ильина, Е.П. Новикова</i>	Эффективность топической иммунотерапии при кандидозных вульвовагинитах	251
<i>И.А. Филина</i>	Выявление процесса формирования психологической, теоретической и практической готовности студентов к профессиональной деятельности провизора	256
<i>С.М. Яцун, Н.В. Лунева</i>	Анализ эффективности методов объективного контроля диагностически значимых характеристик кожного покрова	260
ГЕОГРАФИЯ		
<i>М.И. Суетин</i>	Энергетический потенциал почвенного плодородия Орловской области	263
<i>Л.Н. Трофимец</i>	Изменчивость активности цезия-137 в почвах склоновых ландшафтов бассейна реки сухая Орлица	266
СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО		
<i>Д.В. Елисеев, А.Н. Загородних</i>	Экспериментальные исследования работы системы скрепер–толкач в производственных условиях	272
<i>А.Л. Кузнецов, А.В. Павликова, Л.А. Кузнецова</i>	Охрана труда в студенческих отрядах	282
<i>Ф.С. Авдеев, Е.Н. Алексеева, Н.А. Ильина, Е.Н. Пузанкова, Т.В. Сущенко</i>	Программа взаимодействия ГОУ ВПО «Орловский государственный университет» и Центра для одаренных детей и молодежи в рамках ассоциации	285
Редакционно-издательская коллегия журнала «ученые записки орловского государственного университета»		296
Редакционно-издательская коллегия серии «Естественные, технические и медицинские науки»		297
Требования к оформлению статьи		298

МАТЕМАТИКА

Д.Н. НИКОЛЬСКИЙ, кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры информатики, докторант
E-mail: nikolskydn@mail.ru

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЛОСКИХ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ТЕЧЕНИЙ В ОБЛАСТЯХ С ГРАНИЦАМИ И ПОЛУПРОНИЦАЕМЫМИ ВКЛЮЧЕНИЯМИ

Моделирование фильтрационных течений в области, содержащей непроницаемую границу, границу заданного давления и полупроницаемое включение, сведено к численному решению системы интегральных уравнений. Дискретизация системы выполнена методами квадратур и дискретных особенностей. Для решения системы линейных алгебраических уравнений построена итерационная последовательность.

Ключевые слова: граничные задачи теории фильтрации, метод дискретных особенностей.

1. Основные уравнения

Рассмотрим плоскую линейную фильтрацию в однородной пористой среде. Область протекания процесса D ограничена непроницаемой границей L_p , границей L_p с заданным давлением и границами источников C_i , $i = \overline{1, \chi}$. Границу, разделяющую области с различными коэффициентами проницаемости k_1 и k_2 , обозначим L_s . Из закона Дарси $\vec{v} = -\frac{k_s}{\mu} \text{grad}(p - \rho\Pi)$ и уравнения неразрывности $\text{div}\vec{v} = 0$ следует уравнение Лапласа [1]:

$$\Delta\varphi = 0, \quad \varphi = \frac{k_s}{\mu}(\rho\Pi - p), \quad D/L. \quad (1)$$

Здесь $\vec{v}$ – скорость фильтрации, φ – потенциал скорости фильтрации, p – давление, ρ – плотность жидкости, μ – вязкость жидкости, Π – потенциал массовых сил.

На непроницаемой границе L_p выполняется физическое условие непротекания:

$$\left(\frac{\partial\varphi}{\partial n}\right)^+ = 0 \quad \text{на } L_p, \quad (2)$$

а на границе L_p давление изменяется по заданному закону ζ :

$$\varphi^+ = \frac{k_s}{\mu}(\rho\Pi - \zeta) \quad \text{на } L_p. \quad (3)$$

На границе скачкообразного изменения коэффициента проницаемости грунта L_s выполняются условия непрерывности давлений и неразрывности фильтрационного потока:

$$k_2 \varphi^+ = k_1 \varphi^-, \left(\frac{\partial \varphi}{\partial n} \right)^+ = \left(\frac{\partial \varphi}{\partial n} \right)^- \text{ на } L_s. \quad (4)$$

На контурах источников C_i выполняются условия, аналогичные (3):

$$\varphi = \frac{k_s}{\mu} (\rho \Pi - p_i) \text{ на } C_i, \quad (5)$$

где p_i – функции (константы), которые могут быть заданы, а могут подлежать определению.

Решение задачи (1)–(5) ищем в интегральном виде [2]:

$$\varphi = \varphi_0 + G_{L_I} g_{L_I} + G_{L_P} g_{L_P} + G_{L_S} g_{L_S}, \quad (6)$$

где $G_L g = \int_L g(N) \frac{\partial \Phi_1(M, N)}{\partial \vec{n}} dN$ – оператор потенциала двойного слоя, распределенного по границе L с плотностью g ($L \in \{L_I, L_P, L_S\}$), Φ_1 – потенциал нормированного стока с полной мощностью, равной -1 . Получим систему интегральных уравнений и интегральных соотношений:

$$\begin{aligned} (\vec{V}_{L_I} g_{L_I} + \vec{V}_{L_P} g_{L_P} + \vec{V}_{L_S} g_{L_S}, \vec{n}) &= -(\vec{v}_0, \vec{n}) \text{ на } L_I, \\ g_{L_S} - 2\lambda_K (G_{L_I} g_{L_I} + G_{L_P} g_{L_P} + G_{L_S} g_{L_S}) &= 2\lambda_K \varphi_0, \\ \lambda_K &= \frac{k_1 - k_2}{k_1 + k_2} \text{ на } L_S, \\ g_{L_P} + 2(G_{L_I} g_{L_I} + G_{L_P} g_{L_P} + G_{L_S} g_{L_S}) &= \frac{2k_s}{\mu} (\rho \Pi - \zeta) - 2\varphi_0 \\ \text{на } L_P, & \\ G_{L_I} g_{L_I} + G_{L_P} g_{L_P} + G_{L_S} g_{L_S} &= \frac{k_s}{\mu} (\rho \Pi - p_i) - \varphi_0 \\ \text{на } C_i, \quad i = \overline{1, \chi}. & \end{aligned} \quad (7)$$

Последнее выражение из системы (7) может быть использовано либо для вычисления давления на контурах скважин, либо для вычисления мощности источника.

Для вычисления поля скоростей используем выражение:

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{V}_{L_I} g_{L_I} + \vec{V}_{L_P} g_{L_P} + \vec{V}_{L_S} g_{L_S}. \quad (8)$$

2. Дискретная схема

Границы L_I , L_P и L_S зададим множеством точек. Используя метод квадратур и дискретных вихревых пар, выполним дискретизацию системы (7). Получим систему линейных алгебраических уравнений

$$Ag = f, \quad (9)$$

где матрица $A = \begin{pmatrix} A_{II} & A_{IP} & A_{IS} \\ A_{PI} & A_{PP} & A_{PS} \\ A_{SI} & A_{SP} & A_{SS} \end{pmatrix}$ имеет блочную структуру. Дискретное представление операторов G_g и $\vec{V}g$ приведено в [4]. В случае замкнутых L_I и L_P соответствующие блоки матрицы A содержат уравнения для дополнительных регулирующих переменных [2].

Представим систему (8) в виде

$$\begin{aligned} (\tilde{A} + \Delta A)g &= f, \quad \tilde{A} = \begin{pmatrix} A_{II} & 0 & 0 \\ 0 & A_{PP} & 0 \\ 0 & 0 & A_{SS} \end{pmatrix}, \\ \Delta A &= \begin{pmatrix} 0 & A_{IP} & A_{IS} \\ A_{PI} & 0 & A_{PS} \\ A_{SI} & A_{SP} & 0 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

и преобразуем

$$g = \tilde{A}^{-1}(f - \Delta Ag).$$

Последнее выражение используем для построения итерационной последовательности:

$$g^p = \tilde{A}^{-1}(f - \Delta Ag^{p-1}), \quad p = \overline{1, P}. \quad (10)$$

Число итерации P определяется из условия [3]

$$\frac{\|g^p - g^{p-1}\|}{\|g^p\|} \leq \frac{1 - \|\tilde{A}^{-1}\Delta A\|}{\|\tilde{A}^{-1}\Delta A\|} \delta,$$

где δ – заданная точность, а спектральный радиус $\nu(\tilde{A}^{-1}\Delta A) < 1$.

Переход к итерационной последовательности (10) позволяет значительно сократить время решения системы (7). Итерационный алгоритм, во-первых, при больших n выполняется значительно быстрее, во-вторых, идеален для распараллеливания.

3. Результаты расчетов

Найдем поле скоростей, создаваемое источником, расположенным в горизонтальном пласте с произвольными границами L_I , L_P и L_S . Причем на границе L_P давление $\zeta = 0$. Потенциал источника

$$\varphi_0 = \frac{q}{2\pi} \ln r_{M,M}.$$

Так, на рисунках 1, 2 представлены результаты расчетов для параметра $\lambda_k = -0.8$, что соответствует случаю $k_2 = 9k_1$ (более проницаемый грунт внутри). Поэтому на рисунке 1 стрелки, указывающие на течение жидкости, направлены внутрь L_S , а на рисунке 2 внутри контура L_S наблюдаются значения модулей скоростей, большие по сравнению с областью вне контура L_S .

Случай $\lambda_k = 0.8$ соответствует менее проницаемому грунту внутри границы L_S ($k_1 = 9k_2$). Вслед-

ствие этого на рисунке 3 векторы скорости указывают на такое направление течения, при котором частицы жидкости стараются обогнуть менее проницаемое включений. Более темная область внутри L_S на рисунке 4 указывает на малые значения модуля скорости внутри L_S .

Анализируя рисунки 1–4, отметим, что направления векторов скорости на границах L_I и L_P соответствуют граничным условиям (2) и (3). Действительно, частицы жидкости огибают непроницаемую линию L_I и направлены под углом 90° к L_P .

Полученные результаты могут быть использованы для решения различных практических задач в областях с произвольным числом границ. В трехмерном случае расчет можно выполнить с использованием дискретного представления операторов

$G_L g_L$ и $\vec{V}_L g_L$ из [5].

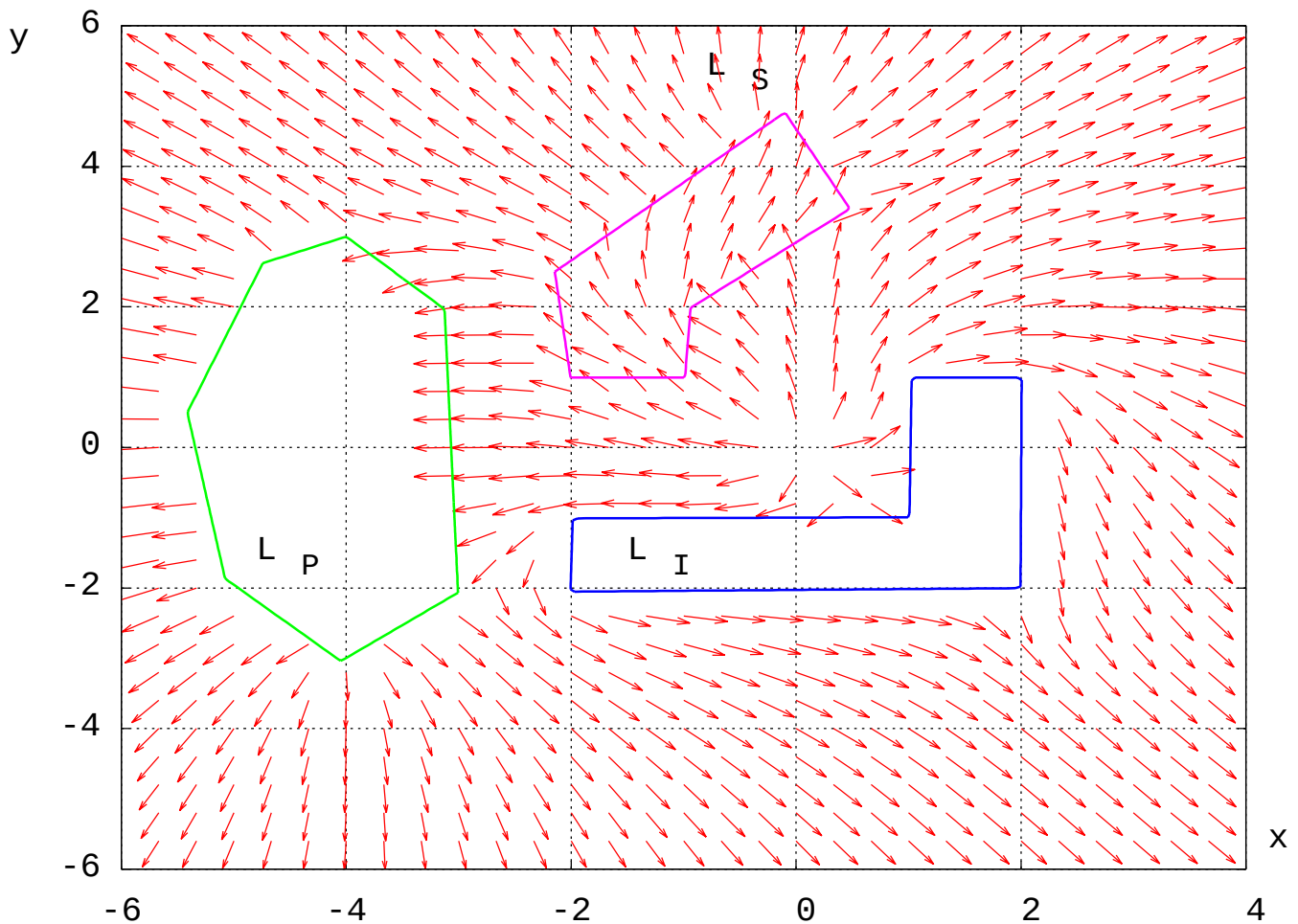
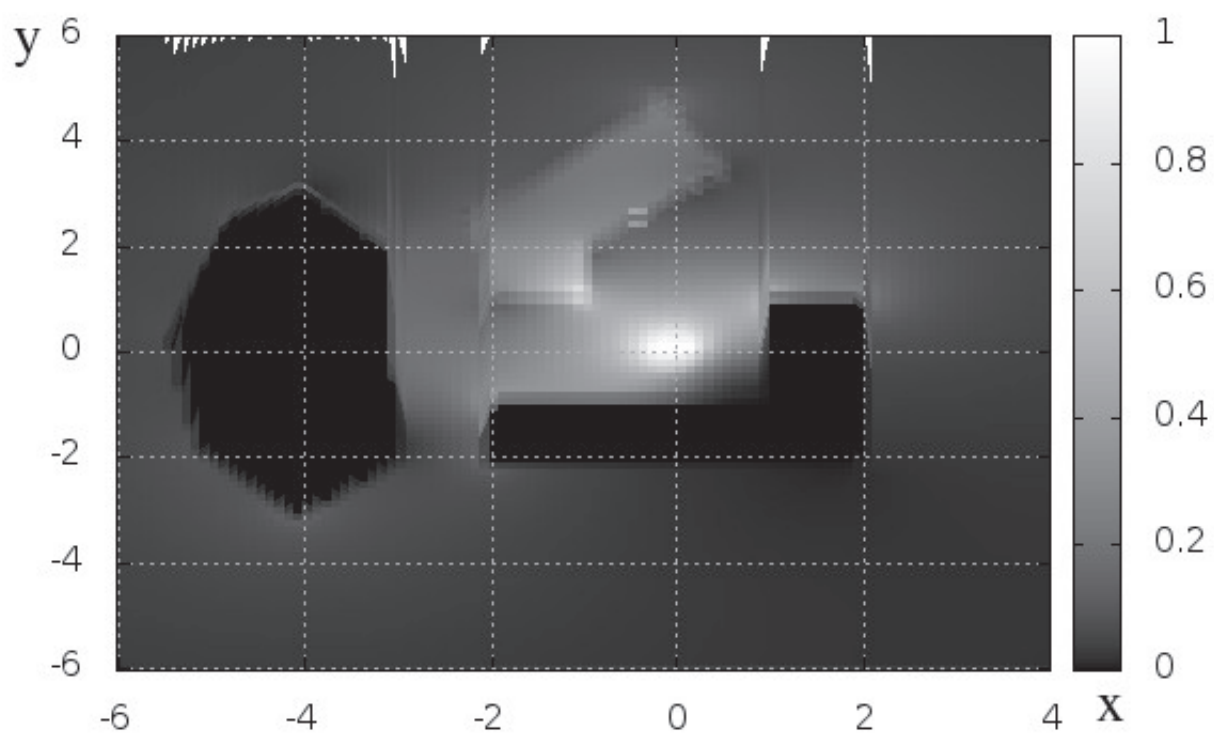
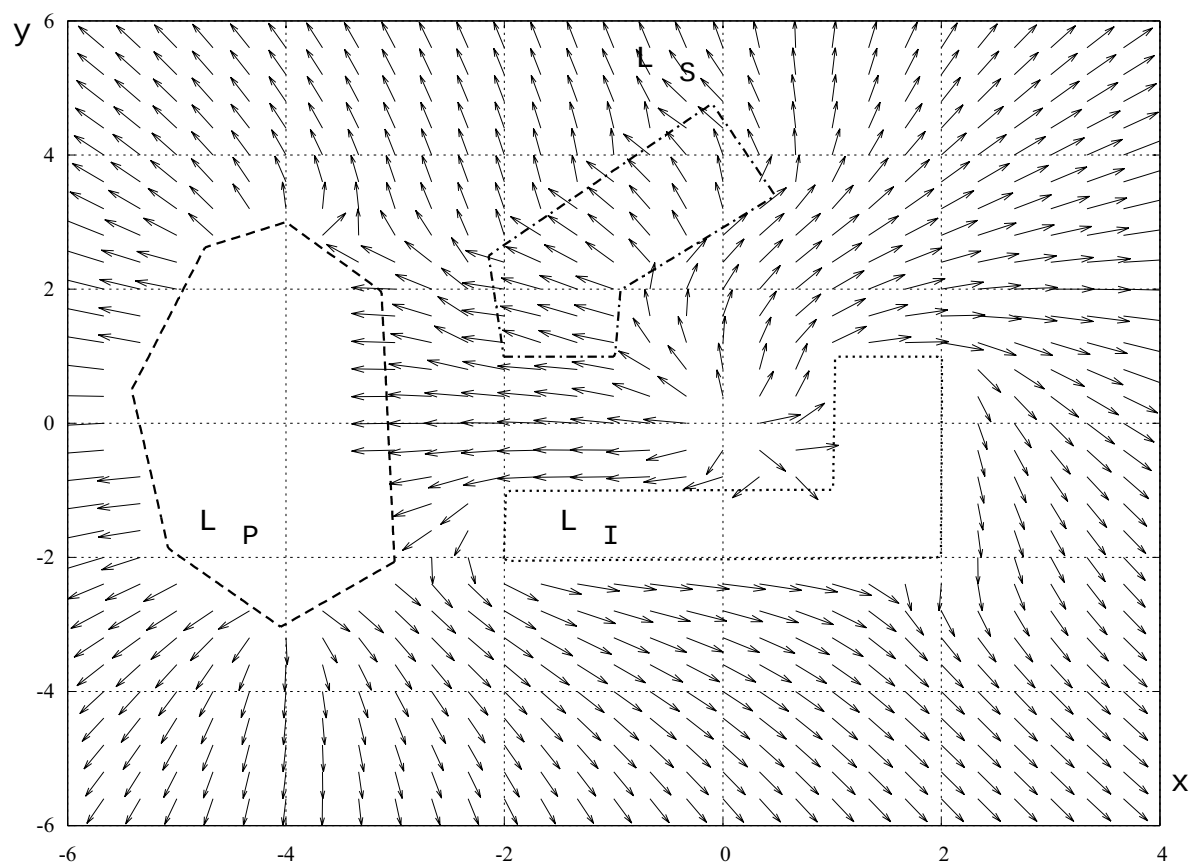


Рис. 1. Поле направлений для $\lambda_k = -0.8$.

Рис. 2. Диаграмма поля скоростей для $\lambda_k = -0.8$.Рис. 3. Поле направлений для $\lambda_k = -0.8$.

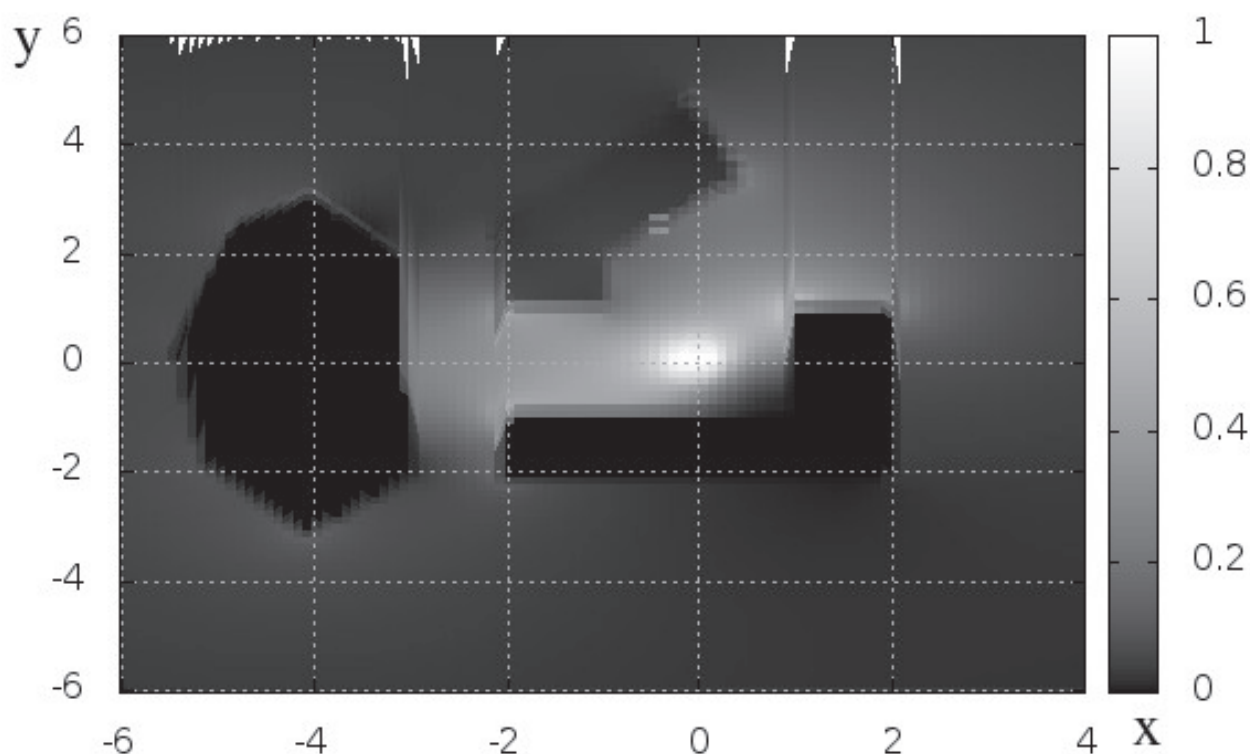


Рис. 4. Диаграмма поля скоростей для $\lambda_k = -0.8$.

Библиографический список

1. Голубева О.В. Курс механики сплошных сред. – М.: Москва, 1971. – 368 с.
2. Лифанов И.К. Метод сингулярных интегральных уравнений и численный эксперимент (в математической физике, аэродинамике, теории упругости и дифракции волн). – М.: ТОО «Янус», 1995. – 520 с.
3. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 636 с.
4. Никольский Д.Н. Регуляризация дискретной схемы для плоской задачи эволюции границы раздела различных жидкостей // Вычислительные технологии, 2010. Т.15. – № 1. – С. 98–104.
5. Никольский Д.Н. Регуляризация дискретной схемы для трехмерной задачи об эволюции границы раздела различных жидкостей // Журнал вычислительной математики и математической физики. – Москва, 2010. – Т. 50. – № 3. – С. 557–562.

D.N. NIKOLSKY

MATHEMATICAL MODELING OF FLAT FILTRATIONAL CURRENTS IN AREAS WITH BORDERS AND SEMINONTIGHT INCLUSIONS

Modeling of filtrational currents in the area containing impenetrable border, border of the set pressure and seminontight inclusion is shown to the numerical decision of system of the integrated equations. System digitization is executed by methods of quadratures and discrete features. For the decision of system of the linear algebraic equations the iterative sequence is constructed.

Key words: *boundary problems of the theory of a filtration, a method of discrete features.*

Г.В. РЫЖАКОВ, кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры высшей математики Военно-воздушной академии
им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина
Тел. 8(499)1442629; gryzhakov@mail.ru

А.В. СЕТУХА, доктор физико-математических наук, доцент,
заведующий кафедрой высшей математики Военно-воздушной
академии им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина
Тел. 8(495)4546731; setyhaav@rambler.ru

И. ССАТУФ, адъюнкт (аспирант) кафедры высшей математики
Военно-воздушной академии им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина
E-mail: bader08@mail.ru

О ЧИСЛЕННОМ РЕШЕНИИ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ НЕЙМАНА НА ЭКРАНЕ МЕТОДОМ ВИХРЕВЫХ РАМОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕРАВНОМЕРНОЙ СЕТКИ

Рассмотрено численное решение граничного интегрального уравнения для плотности потенциала двойного слоя, возникающего при решении краевой задачи Неймана для уравнения Лапласа на плоском экране. В рамках численного метода вихревых рамок для такого уравнения предложена численная схема с регуляризацией, ориентированная на использование неравномерных и неструктурированных разбиений с произвольным выбором точек коллокации внутри ячеек разбиения экрана. Доказана оценка для нормы обратной матрицы системы линейных уравнений, возникающей при дискретизации задачи. Проведены численные исследования, подтверждающие применимость предложенной схемы.

Ключевые слова: краевые задачи, поверхностные потенциалы, интегральные уравнения, сингулярные интегралы, метод вихревых рамок.

1. Постановка задачи

Рассматривается численное решение трехмерной краевой задачи Неймана для уравнения Лапласа на плоском экране. В этой задаче решение ищется в неограниченной области, лежащей вне некоторой разомкнутой плоской поверхности (экрана). При этом граничное условие должно выполняться на обеих сторонах поверхности. В аэродинамике, где такая задача возникает как вспомогательная при моделировании течений идеальной несжимаемой жидкости, для ее решения был развит подход, основанный на представлении решения в виде потенциала двойного слоя, размещенного на экране. При численном решении задачи этот экран разбивается на ячейки, и плотность потенциала двойного слоя аппроксимируется кусочно-постоянной функцией, принимающей постоянное значение на каждой ячейке разбиения. Значения этой функции находятся проверкой граничного условия в точках коллокации. Заметим, что по

закону Био-Савара градиент потенциала двойного слоя с такой кусочно-постоянной плотностью может быть представлен как векторное поле, индуцируемое замкнутыми вихревыми нитями, размещенными по краям ячеек разбиения. Поэтому метод получил название метод вихревых рамок [1, с. 466–468].

В работах И.К. Лифанова и Л.Н. Полтавского показано, что при таком подходе задача сводится к граничному интегральному уравнению для плотности потенциала двойного слоя с интегралом, понимаемым в смысле конечного значения по Адамару, и получено математическое обоснование сходимости метода для случая плоского экрана [2, с. 125–161, 351–397]. Однако практически все теоретические результаты по сходимости метода известны для случая, когда экран аппроксимируется одинаковыми прямоугольными ячейками с выбором контрольной точки в центре каждой ячейки. Вместе с тем в прикладных задачах граничная поверхность может иметь сложную форму. В этом случае при практических расчетах используют неравномерные, а иногда и неструктурированные сетки. В связи с этим в данной работе проводится исследование поведения численных решений и оценка их достоверности при использовании различных сеток на примере модельной задачи путем вычислительного эксперимента. При этом тестируется как обычная численная схема, так и схема с регуляризацией, разработанная авторами.

Пусть Σ – ориентированная гладкая разомкнутая поверхность с краем $\Omega = R^3 \setminus \Sigma$, – область, образования точками пространства R^3 , не лежащими на поверхности Σ . Запишем следующую краевую задачу Неймана для уравнения Лапласа:

$$\Delta u \equiv \frac{\partial^2 u}{\partial x_1^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial x_2^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial x_3^2} = 0 \text{ при } x \in \Omega \quad (1.1)$$

$$\left(\frac{\partial u}{\partial n} \right)^+ = \left(\frac{\partial u}{\partial n} \right)^- = f \text{ на поверхности } \Sigma, \quad (1.2)$$

где $x = (x_1, x_2, x_3) \in R^3$, $u(x)$ – неизвестная функция в области Ω , $n = n(x)$ – орт вектора положительной нормали в точке $x \in \Sigma$, $(\partial u / \partial n)^+$ и $(\partial u / \partial n)^-$ – краевые значения нормальной производной на поверхности Σ со стороны вектора n и с противополо-

ложной стороны соответственно, $f \in C^2(\Sigma)$.

Решение такой задачи будем искать в виде потенциала двойного слоя

$$u(x) = U_\Sigma[g](x) \equiv \int_\Sigma g(y) \frac{\partial F(x-y)}{\partial n(y)} d\sigma_y, x \in \Omega, \quad (1.3)$$

где $F(x) = (4\pi)^{-1} |x|^{-1}$, $x = (x_1, x_2, x_3) \in R^3$, $x \neq 0$, $\partial / \partial n(y)$ – производная по направлению вектора $n(y)$, вычисляемая от функции как функции переменной y , $g(y)$ – неизвестная плотность потенциала двойного слоя, которая ищется в классе функций $C^2(\Sigma \setminus \Sigma) \mid C(\Sigma)$, где Σ – край поверхности Σ .

Как показано в [2, с. 125–138], если $g(x)$ есть некоторая функция, лежащая в указанном классе функций, то функция $u(x)$ вида (1.3) имеет в каждой точке на поверхности Σ , не лежащей на краю, краевые значения нормальной производной

$$(\partial u / \partial n)^+ = (\partial u / \partial n)^- = \int_\Sigma g(y) \frac{\partial}{\partial n(x)} \frac{\partial F(x-y)}{\partial n(y)} d\sigma_y, \quad x \in \Sigma, \quad (1.4)$$

где интеграл понимается в смысле конечного значения по Адамару:

$$\int_\Sigma \frac{f(y)}{|x-y|^3} d\sigma_y = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0, \varepsilon > 0} \left\{ \int_{\Sigma_\varepsilon(x)} \frac{f(y)}{|x-y|^3} d\sigma_y - \frac{2\pi}{\varepsilon} f(x) \right\}, \quad x \in \Sigma \quad (1.5)$$

$\Sigma_\varepsilon(x)$ – часть поверхности Σ , образованная точками $y \in \Sigma$, для которых $|y-x| \geq \varepsilon$, f – некоторая гладкая функция. Тогда задача (1.1)–(1.2) сводится к интегральному уравнению для функции g :

$$\int_\Sigma g(y) \frac{\partial}{\partial n(x)} \frac{\partial F(x-y)}{\partial n(y)} d\sigma_y = f(x), x \in \Sigma. \quad (1.6)$$

Вопросы разрешимости такого интегрального уравнения исследованы, например, в работах [2, 3].

2. Численная схема решения задачи

Для численного решения поставленной задачи осуществим разбиение поверхности Σ на ячейки σ_i , $i = 1, \dots, n$ так, что $\Sigma = \bigcup_{i=1}^n \sigma_i$ и пересечение двух различных ячеек имеет нулевую площадь. В каждой ячейке σ_i выберем точку коллокации

$x^i \in \sigma_i$. Будем искать численное решение уравнения (1.6) в виде кусочно-постоянной функции, которая в ячейке σ_i принимает значение g_i , $i = 1, \dots, n$. Для нахождения неизвестных значений g_i потребуем, чтобы при подстановке указанного приближенного кусочно-постоянного в уравнение (1.6) оно выполнялось в точках коллокации $x^i \in \sigma_i$. При этом возникает система линейных алгебраических уравнений

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} g_j = f_i, \quad i = 1, \dots, n, \quad (2.1)$$

где
$$a_{ij} = \frac{U_{\sigma_j}[e](x)}{\partial n} \Big|_{x=x^i}, \quad i = 1, \dots, n,$$

e – функция, тождественно равная 1.

Приближенное решение краевой задачи при этом имеет вид

$$u(x) = \sum_{j=1}^n g_j U_{\sigma_j}[e](x), \quad i = 1, \dots, n. \quad (2.2)$$

Заметим, что если поверхность Σ имеет сложную форму, то на практике при построении ее разбиения осуществляют аппроксимацию этой поверхности ячейками четырехугольной или треугольной формы. Вектор нормали к такой поверхности в каждой точке коллокации при этом также находится приближенно.

Коэффициенты системы (2.1) обычно находят по закону Био-Савара, согласно которому для потенциала двойного слоя с плотностью $e(x) \equiv 1$, размещенного на поверхности σ , справедлива формула [4, с. 187]:

$$\nabla U_{\sigma}[e](y) = -\frac{1}{4\pi} \int_{\partial\sigma} \frac{(y - x_{\sigma}(s)) \times \tau(s)}{|y - x_{\sigma}(s)|^3} ds, \quad y \in R^3 \setminus (\sigma \cup \partial\sigma), \quad (2.2)$$

где $\partial\sigma$ – край поверхности σ , заданный параметрически в виде $x = x_{\sigma}(s)$, s – естественный параметр, $\tau(s) = \partial x_{\sigma}(s) / \partial s$ – единичный вектор касательной к контуру $\partial\sigma$, « $\times$ » – знак векторного произведения. Направление обхода контура s согласовано с ориентацией поверхности Σ так, что-

бы при движении вдоль контура в положительном направлении и при условии, что нормаль к поверхности направлена вверх, поверхность должна лежать слева. В случае, когда контур $\partial\sigma$ есть многоугольник, для интеграла в выражении (2.3) существует аналитическое выражение. Функции $U_{\sigma_j}[e](x)$ в выражении (2.2) также могут быть выражены аналитически [1, с. 436–439].

Теоретическое обоснование описанной численной схемы имеется для случая, когда поверхность Σ является частью плоскости и представляет собой выпуклое множество на этой плоскости [2, с. 351–397, 3]. При условиях, что эта поверхность аппроксимирована равными ячейками квадратной формы, которые возникают при наложении на нее прямоугольной сетки, и что точки коллокации выбраны в центрах ячеек, доказано существование констант C и $\alpha \in (0, 1)$ таких, что

$$|g(x^i) - g_i| \leq Ch^{\alpha}, \quad i = 1, \dots, n.$$

Для неравномерных и неструктурированных сеток обоснование сходимости такой численной схемы отсутствует.

3. Примеры численных решений на регулярной сетке

В рамках настоящей работы было проведено тестирование описанного численного метода для краевой задачи на плоском экране в форме прямоугольника при использовании различных видов разбиений.

Пусть Σ есть прямоугольник на плоскости $x^3 = 0$, заданный неравенствами $-0.5 \leq x_1 \leq 0.5$, $-1 \leq x_2 \leq 1$. Рассмотрим поведение численных решений уравнения (1.6) при различных вариантах разбиения прямоугольника. Сначала рассмотрим случай равномерного разбиения на квадратные ячейки. Пусть n – число ячеек разбиения вдоль оси Ox_1 . Тогда $h = 1/n$ – размер стороны ячейки (шаг разбиения). При этом по оси Ox_2 имеем $2n$ ячеек и общее число ячеек разбиения равно $2n^2$.

На рис. 1 приведены зависимости плотности потенциала двойного слоя g от координаты x_1 вдоль линии $x_2 = 0$, далее именуемой опорной линией, полученные для регулярных разбиений с различным шагом при размещении точек коллокации в цент-

рах ячеек. Подписи на кривых соответствуют вариантам разбиения: 1 – 10×20 ($h = 0.1$), 2 – 20×40 ($h = 0.05$), 3 – 40×80 ($h = 0.025$). В таблице 1 приведены данные о количественном отличии приведенных численных решений. Для сравнения осуществлялась интерполяция всех численных решений на узлы коллокации x_j сетки с шагом $h = 0.1$, после чего рассчитывались среднее и максимальное относительные отклонения для пар результатов, вычисляемые по формулам:

$$\bar{\varepsilon}_{cp} = \frac{\sum_{j=1}^N |g'_j - g''_j|}{N\bar{g}} \times 100\%,$$

$$\bar{\varepsilon}_{max} = \frac{\max_{j=1, \dots, N} |g'_j - g''_j|}{N\bar{g}} \times 100\%,$$

где g'_j и g''_j – значения плотности потенциала двойного слоя в узлах сетки с шагом $h = 0.1$ и числом ячеек $N = 200$, полученные на основе сравнимых численных решений, $\bar{g}$ – среднее значение плотности потенциала двойного слоя, полученное на основании решения с шагом $h = 0.025$:

$\bar{g} = N_3^{-1} \sum_{j=1}^{N_3} g_j$, где $N_3 = 3200$ – число узлов разбиения в варианте расчета номер 3 (с шагом $h = 0.025$) – g_j – значения плотности потенциала двойного слоя, полученные в этом варианте.

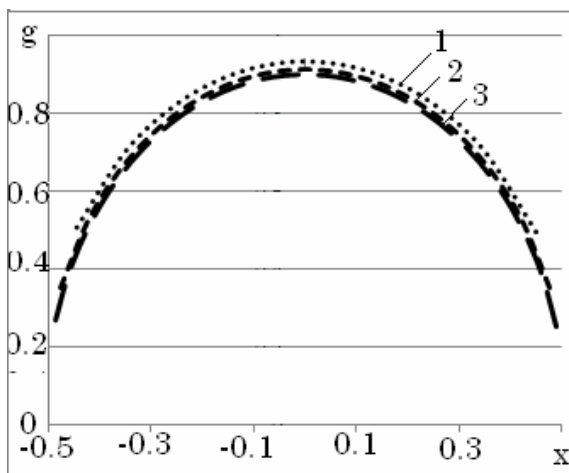


Рис. 1.

Таблица 1

Номера вариантов	$\bar{\varepsilon}_{cp}, \%$	$\bar{\varepsilon}_{max}, \%$
1–2	5.68	9.9
2–3	2.06	3.2

Видно хорошее согласование полученных численных решений, и можно предположить, что для достижения точности около 3% достаточно использовать сетку с шагом $h = 0.025$. В дальнейшем численное решение, полученное на такой сетке, будем называть эталонным и использовать для сравнения с другими численными решениями.

Для изучения влияния на решение положения точек коллокации была проведена серия расчетов с использованием тех же квадратных сеток, но со смещением точки коллокации вдоль диагонали каждой ячейки в сторону одного из ее углов, как показано на рис. 2. На этом же рисунке приведены зависимости плотности потенциала g от координаты x_1 вдоль опорной линии, полученные в этих расчетах. Как и ранее, подписи на кривых соответствуют вариантам разбиения: 1 – 10×20 ($h = 0.1$), 2 – 20×40 ($h = 0.05$), 3 – 40×80 ($h = 0.025$). Для сравнения также приведена соответствующая зависимость для эталонного решения – кривая 4. Опять видно хорошее согласование полученных численных решений друг с другом (тенденция к сходимости), однако эти решения сильно отличаются от эталонного. Таким образом, систематическое смещение точек коллокации от центров ячеек приводит к сильному искажению получаемых численных решений. Заметим, что при случайном отклонении точек коллокации от центров ячеек (т.е. когда точки коллокации на разных ячейках сдвигались в разные стороны и на разные расстояния по случайному закону) обычно наблюдалось хорошее соответствие получаемых решений эталонному.

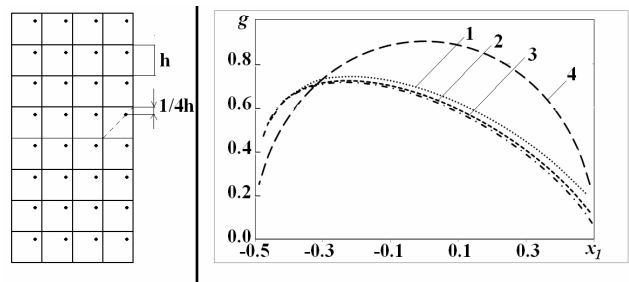


Рис. 2.

4. Схема с регуляризацией

Предположим, что поверхность Σ является плоской, и пусть Π есть плоскость, на которой лежит эта поверхность. Тогда для различных точек $x, y \in \Pi$ выполнено равенство

$$\frac{\partial}{\partial n(x)} \frac{\partial}{\partial n(y)} F(x-y) = \frac{1}{4\pi} \frac{1}{|x-y|^3}.$$

Пусть x есть точка, лежащая на поверхности Σ на расстоянии $\rho > 0$ от ее края, $S(x, \varepsilon)$ – круг на плоскости Π с центром в точке x радиуса $\varepsilon > 0$. Тогда, переходя к полярным координатам, можно вычислить следующий интеграл, понимаемый в смысле конечного значения по Адамару (по формуле (1.4)):

$$\begin{aligned} \int_{S(x, \varepsilon)} \frac{1}{|x-y|^3} d\sigma_y &= \lim_{\delta \rightarrow 0, \delta < \varepsilon} \left[\int_{S(x, \varepsilon) \setminus S(x, \delta)} \frac{1}{|x-y|^3} d\sigma_y - \frac{2\pi}{\delta} \right] = \\ &= \lim_{\delta \rightarrow 0, \delta < \varepsilon} \left[\int_{\delta}^{\varepsilon} \frac{2\pi r dr}{r^2} - \frac{2\pi}{\delta} \right] = -\frac{2\pi}{\varepsilon}. \end{aligned}$$

Из полученного равенства следует формула

$$\begin{aligned} \int_{\Sigma} g(y) \frac{\partial}{\partial n(x)} \frac{\partial F(x-y)}{\partial n(y)} d\sigma_y = \\ = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \int_{\Sigma} g_{\varepsilon}(y) \frac{\partial}{\partial n(x)} \frac{\partial F(x-y)}{\partial n(y)} d\sigma_y, \quad x \in \Sigma, \end{aligned}$$

где $g_{\varepsilon}(y) = g(y)$ при $|y-x| \geq \varepsilon$, $g_{\varepsilon}(y) = g(x)$ при $|y-x| < \varepsilon$.

Для использования неравномерных разбиений предлагается модифицированная численная схема, в основе которой лежит квадратурная формула для гиперсингулярного интеграла в уравнении (1.6), содержащая регуляризующий параметр $\varepsilon > 0$, которая возникает при аппроксимации интеграла в правой части последней формулы:

$$\begin{aligned} \int_{\Sigma} g(y) K(x, y) d\sigma_y \approx \sum_{j=1}^n g_j \int_{\sigma_j} K(x, y) d\sigma_y, \\ x \in \Sigma, \end{aligned} \quad (4.1)$$

где $g_j = g(x^j)$ при условии $|x^j - x^m| \geq \varepsilon$, $g_j = g(x^m)$

при условии $|x^j - x^m| < \varepsilon$ и где m – номер ячейки разбиения, в которой лежит точка x . При этом предполагается, что $h < 2\varepsilon$.

Опять будем искать приближенное решение уравнения (1.6) в виде кусочно-постоянной функции, которая в ячейке σ_i принимает значение g_i , $i = 1, \dots, n$. Аппроксимируя левую часть уравнения (1.6) по формуле (4.1) и опять требуя выполнения этого уравнения в точках коллокации, получим систему линейных алгебраических уравнений:

$$\sum_{j=1}^n \tilde{a}_{ij} g_j = f_i, \quad i = 1, \dots, n, \quad (4.2)$$

где

$$\tilde{a}_{ij} = \begin{cases} a_{ij} \quad \text{при } |x^j - x^i| \geq \varepsilon \\ 0 \quad \text{при } |x^j - x^i| < \varepsilon \text{ и } j \neq i \\ \sum_{j: |x^j - x^i| < \varepsilon} a_{ij} \quad \text{при } j = i \end{cases} \quad (4.3)$$

a_{ij} – коэффициенты матрицы системы (2.1).

В случае, когда поверхность Σ является частью плоскости и представляет собой выпуклое множество на этой плоскости, в [2, с. 386–388] доказано, что матрица исходной системы (2.1) обратима, является хорошо обусловленной и для ее решения справедлива оценка:

$$|g_i| \leq C \|f\|, \quad (4.4)$$

где $f = (f_1, \dots, f_n)$, $\|f\| = \max_{i=1, \dots, N} \rho_i |f_i|$, ρ_i – расстояние от точки x^i до края поверхности Σ , через C здесь и далее обозначены константы, не зависящие от разбиения поверхности, выбора точек коллокации и вектора-столбца правых частей f , причем значение этой константы в различных неравенствах может быть различным.

Докажем, что оценка (4.4) справедлива и для матрицы системы (4.3).

Доказательство оценки (4.4) для системы (2.1) основано на следующих свойствах ее коэффициентов ([1, с. 388]):

$$\begin{aligned} a_{ii} \leq 0, \quad i = 1, \dots, N, \quad a_{ij} \geq 0, \quad \text{при } i = 1, \dots, N, \\ j = 1, \dots, N, \quad i \neq j \end{aligned}$$

$$|a_{ii}| - \sum_{\substack{j=1, \dots, n \\ j \neq i}} |a_{ij}| \geq \frac{1}{C \rho_i}. \quad (4.5)$$

Из неравенств (4.5) и формул (4.3) следует, что

$$|\tilde{a}_{ii}| - \sum_{\substack{j=1, \dots, n \\ j \neq i}} |\tilde{a}_{ij}| = |a_{ii}| - \sum_{\substack{j=1, \dots, n \\ j \neq i}} |a_{ij}| \geq \frac{1}{C\rho_i}$$

и оценки (4.5) выполнены для матрицы $\tilde{a}_{ij}$.

Теперь пусть $v = (v_1, \dots, v_n) \in R^n$, $b_j = \sum_{i=1}^n \tilde{a}_{ij} v_j$, k – значение индекса, для которого достигается равенство $|v_k| = \max_{i=1, \dots, n} |v_i|$. Тогда

$$\begin{aligned} \|f\|^* &\geq \rho_k |f_k| = \rho_k \left| \tilde{a}_{kk} v_k + \right. \\ &+ \left. \sum_{i=1, \dots, n, i \neq k} \tilde{a}_{ki} v_i \right| \geq \rho_k |v_k| \left| |a_{ii}| - \sum_{\substack{j=1, \dots, n \\ j \neq i}} |a_{ij}| \right| \geq \frac{|v_k|}{C}. \end{aligned}$$

Отсюда, во-первых, следует, что система (4.2) может иметь нулевое решение только при нулевых правых частях, и значит, ее матрица не вырождена. Во-вторых, для решения системы (4.2) выполнена оценка (4.4).

Для тестирования численной схемы с регуляризацией были получены численные распределения плотности потенциала двойного слоя в задаче Неймана на прямоугольнике описанной выше формы. При этом использовались те же разбиения, что и при расчетах по обычной схеме.

На рис. 3 приведены зависимости плотности потенциала двойного слоя g от координаты x_1 вдоль опорной линии, полученные для регулярных разбиений с различным шагом при размещении точек коллокации в центрах ячеек: 1 – 10×20 ($h = 0.1$), $\varepsilon = 0.025$; 2 – 20×40 ($h = 0.05$), $\varepsilon = 0.01$; 3 – $1 - 40 \times 80$ ($h = 0.025$), $\varepsilon = 0.005$. Для сравнения приведена также кривая 4, соответствующая эталонному расчету. В таблице 1 приведены данные о количественном отличии приведенных численных решений.

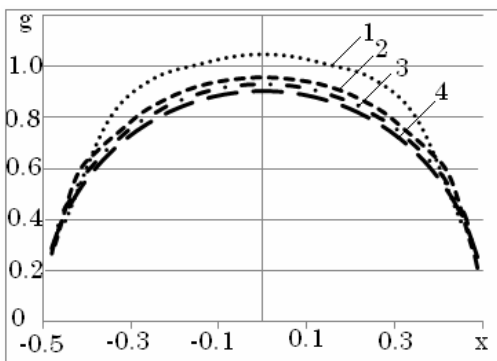


Рис. 3.

Таблица 2.

Номера вариантов	$\bar{\varepsilon}_{cp}, \%$	$\bar{\varepsilon}_{max}, \%$
1 – 2	16.37	21.79
2 – 3	4.08	9.5

На рис. 4 приведены аналогичные кривые для расчетов с использованием тех же сеток разбиения и значений параметра регуляризации ε , но при смещении точек коллокации, как показано на рис. 2.

Приведенные результаты показывают, что при одновременном стремлении к нулю диаметра разбиения h и параметра регуляризации ε наблюдается тенденция к сходимости численных решений.

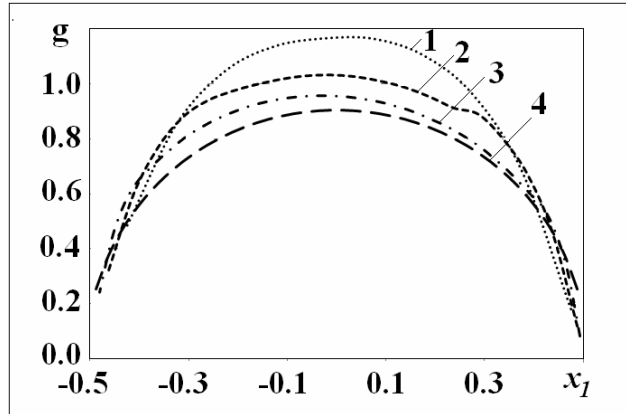
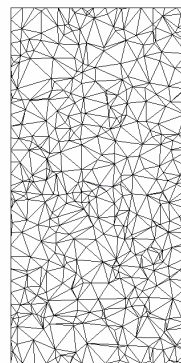


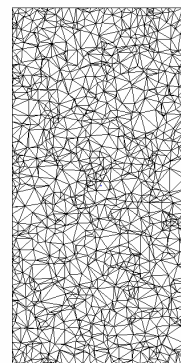
Рис. 4.

5. Примеры численных решений на неструктурированной сетке

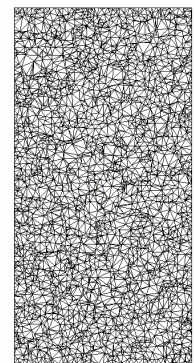
Для исследования поведения численных решений при использовании неструктурированных сеток были получены распределения плотности потенциала двойного слоя на сетках, изображенных на рис. 5.



450 ячеек



1250 ячеек



3200 ячеек

Рис. 5

Ниже приведены полученные зависимости плотности потенциала двойного слоя g от координаты x_1 вдоль опорной линии при использовании обычной схемы без регуляризации и с размещением точек коллокации по центрам тяжести треугольных ячеек – рис. 6 и со смещением точек коллокации к самому левому углу каждой ячейки по формуле $x^j = (2a^j + b^j + c^j)/4$, где a^j, b^j, c^j – радиус-векторы вершин ячейки с номером j , причем a^j – вершина, у которой минимальное значение имеет координата по оси Ox_1 – рис. 7. На этих рисунках кривые 1, 2, 3 соответствуют вариантам разбиения на 450, 1250, 3200 ячеек, кривая 4 соответствует эталонному решению.

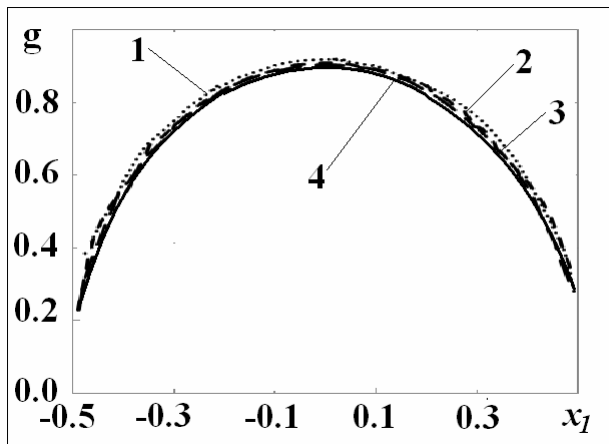


Рис. 6.

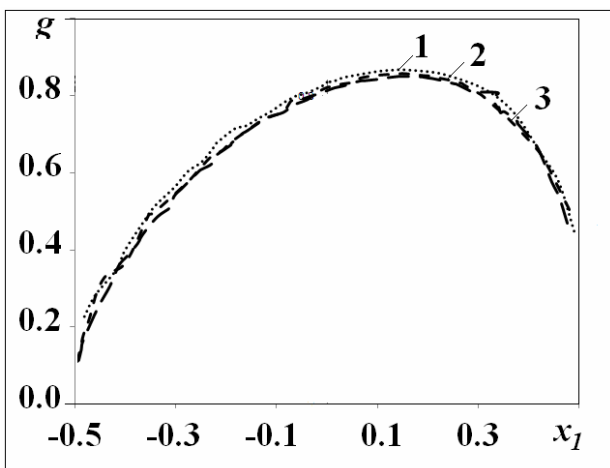


Рис. 7.

На рис. 8 и 9 приведены аналогичные результаты для схемы с регуляризацией.

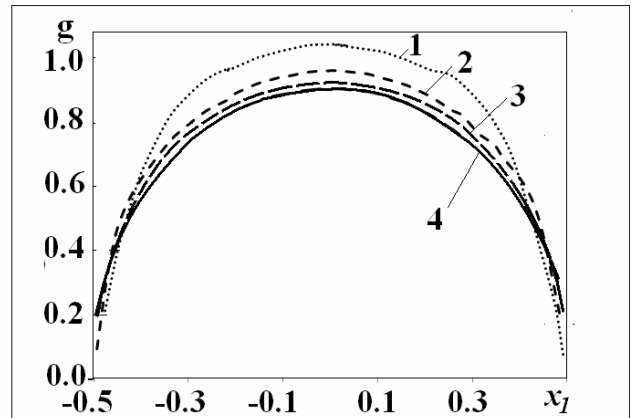


Рис. 8.

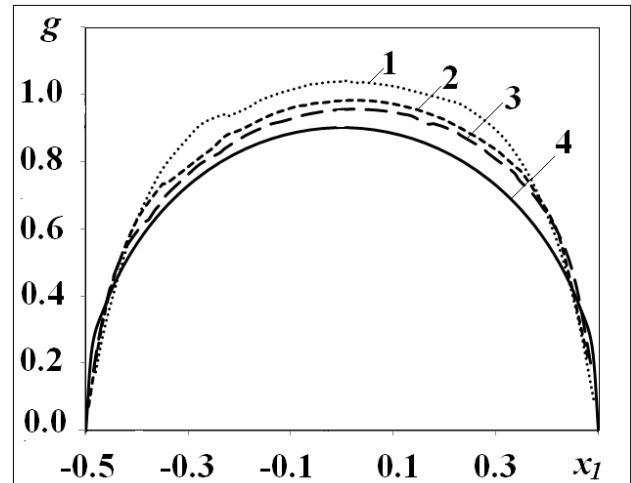


Рис. 9.

Кривые 1, 2, 3 соответствуют вариантам со следующими значениями числа точек разбиения и параметра регуляризации: 1 – 450 ячеек, $\varepsilon = 0.25$; 2 – 1250 ячеек, $\varepsilon = 0.1$; 3 – 3200 ячеек, $\varepsilon = 0.05$. Кривая 4 соответствует эталонному решению.

6. Выводы

Таким образом, проведенные численные исследования показали, что при решении рассматриваемой краевой задачи Неймана методом дискретных вихревых рамок наблюдается хорошая сходимость численных решений на сетке в случае, когда точки коллокации выбираются в центрах тяжести ячеек разбиения. Однако при использовании стандартной схемы смещение точек коллокации может привести к неправильным результатам. При использовании разработанной



схемы с регуляризацией точность получаемых решений в случае размещения точек коллокации в центрах ячеек ниже, чем без использования ре-

гуляризации на той же сетке, однако решения остаются правильными при смещении точек коллокации.

Библиографический список

1. Лифанов И.К. Метод сингулярных интегральных уравнений и численный эксперимент. – М.: ТОО “Янус”, 1995. – 520 с.
2. Вайникко Г.М., Лифанов И.К., Полтавский Л.Н. Численные методы в гиперсингулярных интегральных уравнениях и их приложения. – М.: Янус-К, 2001. – 508 с.
3. Сетуха А.В. Трехмерная краевая задача Неймана с обобщенными граничными условиями и уравнение Прандтля // Дифференциальные уравнения. – 2003. – Т. 39, № 9. – С. 1188–1200.
4. Кочин Н.Е., Кибель И.А., Розе Н.В. Теоретическая гидромеханика. Ч.1, изд. шестое. – М.: Физматгиз, 1963. – 584 с.

G.V. RYZHAKOV, A.V. SETUKHA, I. SSATUF

ABOUT A NUMERICAL SOLUTION OF THE NEUMANN PROBLEM BY USING VORTEX FRAMES METHOD WITH IRREGULAR GREED

Numerical methods for a boundary integral equation which appears in the Neumann problem for the Laplace equation in a domain outside a non-closed surface are considered. In our paper a new variant of the vortex frames method with regularization and with irregular greed in the boundary surface is presented. The estimation of a norm of the inverse matrix for the discrete problem is proved. Numerical investigations confirm the correctness of such algorithm.

Key words: boundary problems, surface potentials, integral equations, singular integrals, vortex frames method.



ФИЗИКА

О.И. МАРКОВ, кандидат физико-математических наук, доцент,
профессор кафедры теоретической физики и математического
моделирования Орловского государственного университета
Тел. (0862) 43-05-73; O.I.Markov@mail.ru

КИНЕТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА СПЛАВОВ Bi-Sb-Gd

В статье приводятся результаты экспериментальных исследований кинетических свойств сплавов Bi-Sb-Gd и расчеты параметров носителей заряда.

1. Введение

Одной из главных задач прикладной физики является поиск новых и совершенствование уже известных способов получения и преобразования энергии. Термоэлектрические приборы интересны как альтернативные и экологически чистые преобразователи энергии. Практически единственным препятствием к более широкому распространению термоэлектрических преобразователей является их невысокая эффективность ($ZT \sim 1$) [1].

Среди многочисленных термоэлектриков по-прежнему исследователи испытывают живой интерес к висмуту [2] и его сплавам с сурьмой [3]. Твердые растворы висмут-сурьма в области полупроводникового состояния в настоящее время являются самыми эффективными низкотемпературными термоэлектриками. Возможность плавной перестройки энергетического спектра с изменением состава, а также чувствительность свойств сплавов висмут-сурьма к внешним воздействиям: изменению температуры, давления, магнитного поля – делают их прекрасным модельным материалом, имеющим как фундаментальный, так и прикладной интерес.

Еще одной возможностью варьирования свойствами сплавов висмут-сурьма является использование примесей. Легирование активными (донорными и акцепторными) примесями позволяет, изменяя уровень химического потенциала, делать актуальными те или иные группы носителей заряда и тем самым достичь оптимальной с точки зрения термоэлектрической эффективности концентрации носителей заряда. Однако при введении примесей в сплав могут изменяться механизмы рассеяния, что скажется на подвижности носителей, причем чаще всего это происходит нежелательным образом. Изменить соотношение вкладов различных групп носителей заряда, изменяя только их подвижности, можно введением пассивных примесей, вносящих конкурирующий механизм рассеяния носителей. Это можно сделать, например, с помощью спин-зависимого рассеяния введением в полупроводник магнитных примесей. Уместно здесь напомнить, что в последнее время были достигнуты существенные достижения в информационных технологиях, микроэлектронике, где наряду с традиционными приборами с зарядовой связью стали использовать спин электрона. За открытие и практическое применение эффекта гигантского магнетосопротивления в 2007 г. уче-

ным А. Ферту (А. Fert) и П. Грюнбергу (P. Grunberg) была присуждена Нобелевская премия по физике.

Наличие магнитных примесей приведет к тому, что свойства сплавов будут сильнее всего зависеть от внешних магнитных полей, и это открывает еще один путь повышения термоэлектрической добротности. Незаполненные d-слои переходных и f-слои редкоземельных элементов (РЗЭ) также могут участвовать в проводимости как эффективные ловушки электронов проводимости, что тоже повлияет на вклады различных групп носителей заряда. Влияние магнитных примесей на кинетические, в том числе термоэлектрические, свойства сплавов висмут-сурьма еще не изучалось, и поэтому изучение этих проблем становится особенно актуальным и заманчивым как с точки зрения фундаментальных исследований, так и приложений.

Отсутствие свинца делает сплавы висмут-сурьма более привлекательными в качестве материалов для изготовления ветвей термоэлементов, поскольку свинец относится к группе токсичных веществ, утилизация которых затруднительна, и его использование вызывает активный протест европейских экологов.

Одна из возможностей повышения добротности сплавов висмут-сурьма состоит в использовании магнитного поля [4]. В данной статье приводятся результаты расчета магнитотермоэлектрической добротности высококачественных монокристаллов твердых растворов $(\text{Bi}_{88}\text{Sb}_{12})_{1-x}\text{Gd}_x$, а также расчеты параметров носителей заряда.

2. Методика эксперимента

Полуметаллы типа висмута и его сплавы склонны к образованию микро- и макроскопических кристаллических дефектов. Несмотря на близость составов сплавов висмут-сурьма, полученных разными авторами, совокупность микродефектов в этих кристаллах будет существенно различаться из-за особенностей технологии выращивания. 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 термоэлект-

рическую добротность. В качестве исходных компонентов твердого раствора использовались висмут марки Ви-0000 (ГОСТ 28–75) и сурьма марки СУ-000 (ГОСТ 1089–82). Важным показателем чистоты исходного висмута и степени совершенства монокристалла является отношение удельного сопротивления кристалла при $T=300\text{K}$ к его значению при $4,2\text{K}$. Величина этого 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°C в течение суток, а их герметизация – запаиванием в откачанном состоянии. Для сплавления и перемешивания компонентов материал в вакуумированных ампулах помещался в качающуюся печь и выдерживался при температуре 300 – 350°C в течение суток. Затем проводилось процеживание через капилляр с целью очистки от окислов.

Монокристаллы висмут-сурьма выращивались методом зонной перекристаллизации [5] на четном проходе зоны со скоростью 0,5 мм/ч после предварительного выравнивания и распределения компонентов нечетным числом проходов зоны со скоростью 2 см/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 качественных монокристаллов.

Необходимая кристаллографическая ориентация слитка задается затравкой. Однако это не гарантирует получение 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 травление стекла плавиковой кис-

лотой, а для вырезания образцов использовался электроискровой метод.

Образцы для исследований вырезались из средней части слитков. Совершенство кристаллической структуры монокристаллов висмут-сурьма изучалось на плоскости (111). Для минимизации вносимых дефектов образцы охлаждались до температуры жидкого азота и скалывались по плоскости совершенной спайности (111). Основным методом обнаружения макроскопических дефектов был и остается металлографический анализ. Проводился анализ физико-химических свойств материалов монокристаллов и возможных компонентов включений, для выявления последних использовался метод химического травления смесью HNO_3 – C_2H_5OH .

В нашей работе использовались стандартные методики экспериментального исследования явлений переноса. При этом были учтены особенности физических свойств исследованных сплавов. К ним относятся высокая термоэлектрическая эффективность и сильная анизотропия кристаллов. Для измерения гальванотермомагнитных эффектов в монокристаллических сплавах висмут-сурьма была использована установка, которая позволяла измерять удельное сопротивление, теплопроводность, термоэдс, магнетосопротивление, продольный эффект Нернста – Эттингсгаузена, эффект Маджи – Риги – Ледюка в интервале температур 77–300 К в магнитных полях 0–10 кГс.

Для измерения гальваномагнитных коэффициентов оптимальными являются изотермические условия. Источником неизотермичности являются эффекты Джоуля и Пельтье. Если теплоту Джоуля можно сделать пренебрежимо малой выбором плотности тока, то теплота Пельтье линейно зависит от величины тока и ее нельзя сделать пренебрежимо малой. Вследствие этого к сигналу изотермического сопротивления будет добавляться сигнал термоэдс. Точность измерения гальваномагнитных эффектов связана с влиянием паразитных термоэдс, возникновение которых обязано неэквивалентности холловских зондов, неизотермичности и т. д.

Был использован метод измерения гальваномагнитных явлений, не требующий создания стационарных условий и позволяющий значительно

ускорить процесс измерения. Метод основан на различной инертности изотермических и неизотермических эффектов. Поэтому, включая и выключая ток и магнитное поле в определенной последовательности, можно разделить и измерить безынерционные и инерционные гальванотермомагнитные эффекты. Данная методика была взята за основу при измерении гальваномагнитных эффектов термоэлектрических материалов в неизотермических условиях.

Точное измерение теплопроводности представляет собой весьма трудную задачу, что обусловлено сложностью определения величины теплового потока и учета рассеяния теплоты. Для металлов, полуметаллов и полупроводников в области низких температур хорошие результаты дает стационарный метод измерения теплопроводности в высоком вакууме.

Особенностью расплава Bi-Sb-Gd является хорошее смачивание стенок стеклянного контейнера расплавом, что значительно затрудняло контроль процесса растворения. После пропускания раствора через капилляр смачивание стенок стеклянной ампулы исчезало. Поскольку при этом возникало сомнение в том, что редкоземельные элементы остались в сплаве, необходим был тщательный контроль примеси. Состав полученных сплавов определялся с помощью энергодисперсионного рентгеновского флуоресцентного анализа (EDX) на сканирующем электронном микроскопе JSM-6380LV с энергодисперсионной приставкой INCA Energy-250. Предел обнаружения определяется интенсивностью пика в спектре и временем накопления спектра. Во всех сплавах висмут-сурьма с добавками РЗЭ обнаружены их следы.

3. Результаты и обсуждение

Наиболее интересный результат воздействия примесей Gd связан с термоэлектрическими свойствами сплавов висмут-сурьма. Дифференциальная термоэдс сплава $Bi_{88}Sb_{12}$ с добавкой 0,1 ат. % Gd составляла при азотной температуре 200 мкВ/К, в то время как для сплава $Bi_{88}Sb_{12}$ без гадолиния – 160 мкВ/К. На рис. 1 представлена полевая зависимость компоненты дифференциальной термоэдс α_{22} для сплава $Bi_{88}Sb_{12}$ с добавками Gd.

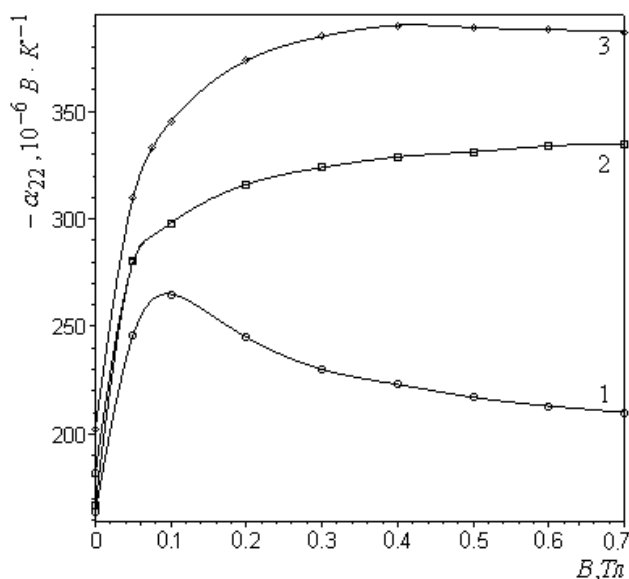


Рис. 1. Полевые зависимости компоненты тензора дифференциальной термоэдс монокристаллов $\text{Bi}_{88}\text{Sb}_{12}$ (1); $\text{Bi}_{88}\text{Sb}_{12}$ с добавкой 0,01 ат. % Gd (2); $\text{Bi}_{88}\text{Sb}_{12}$ – 0,1 ат. % Gd (3) при температуре 80 К.

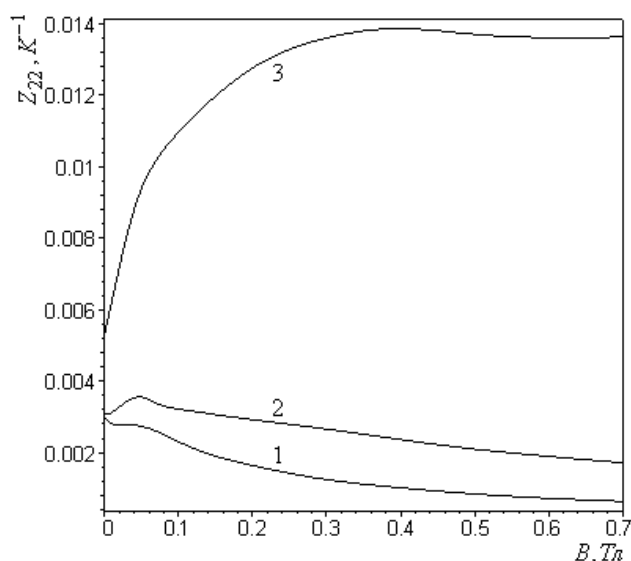


Рис. 2. Полевые зависимости компоненты тензора термоэлектрической добротности Z_{22} монокристаллов $\text{Bi}_{88}\text{Sb}_{12}$ (1); $\text{Bi}_{88}\text{Sb}_{12}$ с добавкой 0,01 ат. % Gd (2); $\text{Bi}_{88}\text{Sb}_{12}$ – 0,1 ат. % Gd (3) при температуре 80 К.

Как видно, при этом изменяется характер полевой зависимости компоненты дифференциальной термоэдс сплава $\text{Bi}_{88}\text{Sb}_{12}$ с примесью 0,01 ат. % Gd (кривая 2), которая в отличие от чистых сплавов $\text{Bi}_{88}\text{Sb}_{12}$ (кривая 1) с примесями РЗЭ монотонно возрастает, стремясь к насыщению. Значительный рост дифференциальной термоэдс наблюдается в сплаве с добавкой 0,1 ат. % гадолиния (кривая 3). Результаты расчета термоэлектрической добротности монокристаллов сплавов Bi-Sb-Gd приведены на рис. 2. Добавка 0,1 ат. % Gd в нулевом поле повышает добротность сплава $\text{Bi}_{88}\text{Sb}_{12}$ до $Z_{22} = 5,3 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$ (в чистых сплавах $Z_{22} = 3,2 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$) при температуре жидкого азота.

Как видно из графиков, магнитотермоэлектрическая добротность в сплавах Bi-Sb-Gd растет по сравнению со сплавами Bi-Sb и достигает максимальных значений в указанном интервале магнитных полей. Для сплава с добавкой 0,1 ат. % Gd $Z_{221} = 13,86 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$ в магнитном поле с индукцией 0,4 Тл при 80 К. Эффект увеличения Z в BiSb с помощью магнитного поля может быть объяснен привлечением представлений о структуре энергетических зон. Дифференциальная термоэдс α^- для электронов из-за неквадратичности зоны проводимости сильно возрастает в магнитном

поле. При этом нарастание идет быстро в слабых полях и достигает затем насыщения. В магнитном поле падает электропроводность в слабых полях по квадратичному закону. Однако в слабом поле эффект падения электропроводности и электронов и дырок значительно меньше, чем изменение парциальной термоэдс электронов α^- в сторону увеличения. Поэтому из формулы для дифференциальной термоэдс для двух типов носителей заряда

$$\alpha = \frac{\alpha^- \sigma^- + \alpha^+ \sigma^+}{\sigma^- + \sigma^+} \quad (1)$$

вытекает, что слагаемое $\alpha^- \sigma^-$ растет за счет преобладания роста парциальной термоэдс α^- над падением парциальной электропроводности σ^- . Слагаемое $\alpha^+ \sigma^+$ падает монотонно за счет падения парциальной электропроводности σ^+ . Данное объяснение не отражает всей сложности эффектов в узкозонных полупроводниках, т.к. не учитывается существование эквивалентных экстремумов, энергетических зон, лежащих выше и ниже экстремумов, изменение характера рассеяния носителей при понижении температуры, роль различных дефектов решетки и т.д. В связи с этим проведено численное моделирование кинетических параметров с учетом сложной зонной структуры сплава $\text{Bi}_{88}\text{Sb}_{12}$.

Расчет параметров носителей заряда основывался на зонной схеме из четырех актуальных экстремумов (рис. 3) L^-, L^+, T, H . Концентрация L-электронов с неквадратичным законом дисперсии в одном эллипсоиде определялась по формуле

$$n_L = \frac{8\pi}{3h^3} (2m_e^* kT)^{3/2} L_0^{3/2} (\eta_L^-, \beta). \quad (2)$$

Для расчета концентрации L-дырок использовалась аналогичная формула:

$$p_L = \frac{8\pi}{3h^3} (2m_h^* kT)^{3/2} L_0^{3/2} (\eta_L^+, \beta). \quad (3)$$

Концентрация H-дырок с квадратичным законом дисперсии определяется формулой

$$p_H = \frac{8\pi}{3h^3} (2M_H^* kT)^{3/2} F_{3/2}(\eta_H^+). \quad (4)$$

Аналогичной формулой определялась и концентрация T-дырок.

$$p_T = \frac{8\pi}{3h^3} (2M_T^* kT)^{3/2} F_{3/2}(\eta_T^+). \quad (5)$$

Оценки эффективных масс плотности состояний для H- и T-дырок взяты из работы [6]. Для определения уровня химического потенциала сплавов Bi-Sb-Gd использовалось уравнение электро-нейтральности:

$$3n_L - 3p_L - p_H - p_T = 0. \quad (6)$$

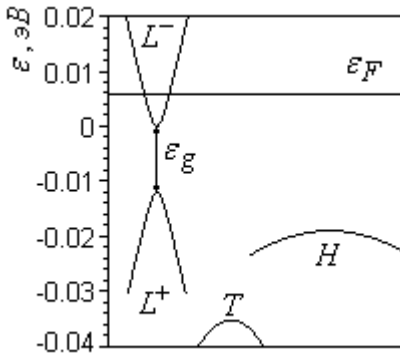


Рис. 3. Зонная схема сплава $Bi_{88}Sb_{12}Gd_{0.01}$ при 80K.

Для одного эллипсоида L-электронов компонента электропроводности в его главных осях выражается в виде

$$\sigma_i^e = en_L u_i^e, \quad (7)$$

аналогично для L-дырок

$$\sigma_i^h = ep_L u_i^h, \quad (8)$$

T-дырок

$$\sigma_i^T = ep_T u_i^T \quad (9)$$

и H-дырок

$$\sigma_i^H = ep_H u_i^H, \quad (10)$$

где $u_i^e, u_i^h, u_i^T, u_i^H$ – компоненты подвижностей L-электронов, L-дырок, T-дырок и H-дырок в главных осях соответствующих эллипсоидов. Оценки подвижностей T- и H-дырок в различных источниках весьма различаются, поэтому выбирались произвольно по порядку величины.

Для расчета коэффициентов переноса в кристаллографической системе координат необходимо учесть полный вклад всех трех L-эллипсоидов. Для этого необходимо осуществить поворот всех электронных эллипсоидов на угол $\varphi \approx 5,3^\circ$ вокруг бинарных осей и затем два эллипсоида повернуть на углы $\pm 120^\circ$. В результате получим компоненты тензора электропроводности L-электронов

$$\sigma_{11}^e = \frac{3}{2} \cdot e \cdot n_L \cdot (u_1^e + u_2^e \cos^2 \varphi + u_3^e \sin^2 \varphi) \quad (11)$$

$$\sigma_{33}^e = 3 \cdot e \cdot n_L \cdot (u_2^e \sin^2 \varphi + u_3^e \cos^2 \varphi) \quad (12)$$

и L-дырок

$$\sigma_{11}^h = \frac{3}{2} \cdot e \cdot p_L \cdot (u_1^h + u_2^h \cos^2 \varphi + u_3^h \sin^2 \varphi) \quad (13)$$

$$\sigma_{33}^h = 3 \cdot e \cdot p_L \cdot (u_2^h \sin^2 \varphi + u_3^h \cos^2 \varphi). \quad (14)$$

Компоненты тензора полной электропроводности в кристаллографических осях являются суммой вкладов отдельных экстремумов

$$\Sigma_{ii} = \sigma_{ii}^e + \sigma_{ii}^h + \sigma_{ii}^T + \sigma_{ii}^H. \quad (15)$$

Парциальная дифференциальная термоэдс L-электронов и L-дырок имеет следующий вид:

$$\alpha^{e,h} = -\frac{k}{e} \left(\frac{1}{L_1^{3/2}(\eta_L^\mp, \beta)} - \eta_L^\mp \right), \quad (16)$$

парциальная термоэдс H-дырок

$$\alpha^H = \frac{k}{e} \left(\frac{F_{5/2}(\eta_H)}{F_{3/2}(\eta_H)} - \eta_H \right) \quad (17)$$

и аналогично для T -дырок

$$\alpha^T = \frac{k}{e} \left(\frac{F_{5/2}(\eta_T)}{F_{3/2}(\eta_T)} - \eta_T \right). \quad (18)$$

Полная дифференциальная термоэдс определяется как среднее

$$\alpha_{ii} = \frac{\sum_{i=1}^4 \alpha^{\gamma} \sigma_{ii}^{\gamma}}{\sum_{i=1}^4 \sigma_{ii}^{\gamma}}. \quad (19)$$

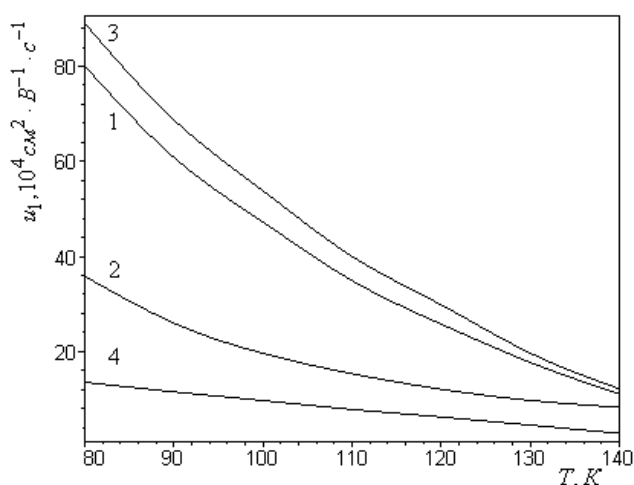


Рис. 4. Температурная зависимость компоненты подвижности u_i для сплавов $\text{Bi}_{88}\text{Sb}_{12}\text{Gd}_{0.01}$ (кривые 1 – для L -электронов, 2 – для L -дырок) и $\text{Bi}_{88}\text{Sb}_{12}\text{Gd}_{0.01}$ (кривые 3 для L -электронов, 4 – для L -дырок).

Расчет подвижностей L -электронов и L -дырок показал следующие результаты (рис. 4). С добавками Gd подвижность L -электронов несколько возрастает, а подвижность L -дырок падает. Из графиков видно, что отношение подвижностей электронов и дырок при увеличении добавки гадолиния в 10 раз возрастает в 3 раза при 80 К. При этом

происходит небольшой рост (на 11%) подвижности электронов в сплаве $\text{Bi}_{88}\text{Sb}_{12}\text{Gd}_{0.01}$ по сравнению со сплавом $\text{Bi}_{88}\text{Sb}_{12}\text{Gd}_{0.01}$. Подвижности дырок, наоборот, уменьшаются, причем падение подвижности дырок происходит весьма существенно, в 2,6 раза. Данный результат указывает на появление нового механизма рассеяния в сплавах Bi-Sb-Gd по сравнению с Bi-Sb , который селективно действует на подвижность легких дырок.

4. Заключение

В результате проведенных исследований тройных сплавов Bi-Sb-Gd сделаны следующие выводы:

- проведенными исследованиями кинетических свойств монокристаллов Bi-Sb-Gd показано, что Gd не является активной примесью для сплавов Bi-Sb , то есть не является ни донором, ни акцептором,
- при низких температурах наблюдается рост модуля дифференциальной термоэдс в сплавах Bi-Sb-Gd и его значительное увеличение в магнитном поле;
- наблюдается рост низкотемпературной термоэлектрической эффективности в сплавах с добавками Gd ; добавка 0,1 ат.% Gd повышает добротность сплава $\text{Bi}_{88}\text{Sb}_{12}$ до $Z_{22} = 5,3 \cdot 10^{-3} \text{K}^{-1}$ (в чистых сплавах $Z_{22} = 3,2 \cdot 10^{-3} \text{K}^{-1}$) при температуре жидкого азота;
- наблюдается рост магнитотермоэлектрической добротности. Для сплава с добавкой 0,1 ат.% Gd $Z_{221} = 13,86 \cdot 10^{-3} \text{K}^{-1}$ в магнитном поле с индукцией 0,4 Тл при 80 К;
- добавки Gd увеличивают отношение подвижностей L -электронов и дырок, что может быть обусловлено влиянием микро- и нановключений, образованных Gd , и связанных с ними локальных микронапряжений и микроискажений кристаллической структуры.

Библиографический список

1. Дмитриев А.В., Звягин И.П. Современные тенденции развития физики термоэлектрических материалов // УФН. – 2010. – Т. 180. – № 8. – С. 821–838.
2. Goldsmid H.J. Bismuth – The Thermoelectric Materials of the Future? / Proceedings of the 25th International Conference on Thermoelectrics. – Wien, Austria. – 2006. – Pp. 5–10.
3. Ando N., Kiyabu T., Kitagawa H., Itoh M., Noda Y. Thermoelectric and transport properties of semiconducting $\text{Bi}_{88}\text{Sb}_{12}$ alloy // Physica. – B., 2003. – Vol. 329–333. – Pp. 1540–1541.

4. Grabov V.M., Uryupin O.N. Magneto-thermoelectric properties of undoped and doped Bi-Sb single crystals//Proceedings of the 16th International Conference on Thermoelectrics. – Dresden, Germany, 1997. – Pp. 176–179.
5. Колпачников Г.Н., Налетов В.Л. Выращивание монокристаллов Bi-Sb методом зонной перекристаллизации // Полуметаллы. Ученые записки ЛГПИ им. А.И. Герцена. – Л., 1968. – Т. 384. – Вып. 4. – С. 3–6.
6. Родионов Н.А. Механизмы релаксации электронов и фононов при переносе заряда и тепла в твердых растворах на основе висмута. Дис. ... докт. физ.-мат. наук. – СПб.: ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН, 2004. – 450 с.

O.I. MARKOV

KINETIC PROPERTIES OF CARRIERS OF THE CHARGE OF ALLOYS BI-SB-GD

In paper results of experimental researches of kinetic properties of alloys Bi-Sb-Gd and calculations of parameters of carriers of a charge are resulted.



О.И. МАРКОВ, кандидат физико-математических наук, профессор
кафедры теоретической физики и математического моделирования
Орловского государственного университета

Тел. 8(4862) 777-825 (раб.), 43-05-73 (дом.); O.I.Markov@mail.ru

Ю.В. ХРИПУНОВ, аспирант кафедры теоретической физики
и математического моделирования

Орловского государственного университета

Тел. 8(4862) 777-825 (раб.), 76-33-78 (дом.); Phyrexia@yandex.ru

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ МОНОКРИСТАЛЛОВ ВИСМУТ-СУРЬМА

В статье приводятся результаты исследования дефектной структуры монокристаллов висмут-сурьма методами современной металлографии. Выявлены некоторые новые особенности основных дефектов.

Ключевые слова: металлография, дефекты, сплавы висмут-сурьма.

За последние десятилетия в области материаловедения был совершен огромный скачок вперед. Одновременно очень быстро развивались и оптические методы исследования материалов. В компьютерной микроскопии произошли столь значительные изменения, что появилась потребность в повторном проведении металлографических исследований благодаря возникновению новых возможностей новейших оптических микроскопов. 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, возможность 3D реконструкции, наблюдение подвижных и изменяющихся объектов [1, 2]. Использование компьютерного анализа изображений значительно расширило возможности традиционной микроскопии [3, 4], 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 пред-

ставлять 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.

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 [5–7]. 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. 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 [8] 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.

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

Поскольку причины возникновения дефектов в сплавах висмут-сурьма еще не ясны, не случайно,

что этим обусловлен интерес разных групп исследователей [9–13] к сплавам висмут-сурьма. Поэтому целью нашей работы является металлографическое исследование монокристаллов висмут-сурьма с использованием современного оборудования и методов исследования.

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 $T = 300\text{K}$ к его значению при $4,2\text{K}$. 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°C в течение суток и затем их герметизация запаиванием в откачанном состоянии.

Монокристаллы висмут-сурьма выращивались методом зонной перекристаллизации [14] 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 Вi выращивались в прямоугольных кварцевых лодочках с размерами $180 \times 30 \times 10\text{ мм}^3$, 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 получение 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 дефекто-

образования уже выращенных монокристаллов проводилось травление стекла плавиковой кислотой, а для вырезания образцов использовался электроискровой метод. Монокристаллы Bi-Sb высокого совершенства получены методом зонной перекристаллизации от затравки в направлении бинарной или бисекторной осей. 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 комнатной или 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 основывается на том, что скорость растворения поверхности кристалла травителем в местах нарушения кристаллической структуры больше, чем в ненарушенных. Области пересечения дислокаций 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. Для данных целей ни один из предлагаемых в справочной литературе [15] растворителей не подошел.

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 участков 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

Совершенство кристаллической структуры монокристаллов висмут-сурьма изучалось на плоскости скола (111). После скалывания полученная плоскость исследовалась как в исходном состоянии, не подвергнутой дополнительной обработке, так и после химического травления. Дислокации являются наиболее встречающимися дефектами в сплавах висмут-сурьма. При воздействии травителя на монокристаллы висмут-сурьма на плоскости (111) образуются ямки травления в виде пирамидки с основанием равнобедренных треугольников. Длина ребра основания ямки составляла от 3 до 100 мкм. 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. Подсчет ямок травления для различных участков скола и усреднение по участкам показали, что количество дислокаций составляет величину порядка $N_D \leq 10^6 \text{ см}^{-2}$. Это очень хороший показатель, указывающий на высокое качество выращенных монокристаллов.



Рис. 1. Участок поверхности скола монокристалла висмут-сурьма. Время действия травителя 35 с.

Из рис. 1 видно, что ямки травления имеют чаще всего несимметрично расположенное по отношению к основанию пирамидки дно, что может указывать, что линия данной дислокации проходит не перпендикулярно к плоскости (111). Более крупные ямки травления, по-видимому, указывают на краевой характер дислокаций. Мелкие ямки травления, у одной из вершин основания которых наблюдается своеобразный «хвостик», скорее всего, говорят о винтовых дислокациях.

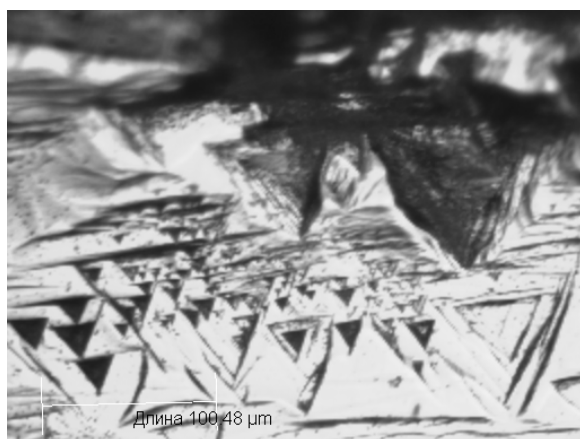


Рис. 2. Участок поверхности скола монокристалла висмут-сурьма с винтовыми дислокациями. Время травления 55 с.

На рис. 2 отчетливо видны ступеньки на поверхности вблизи ямки травления винтовых дислокаций.

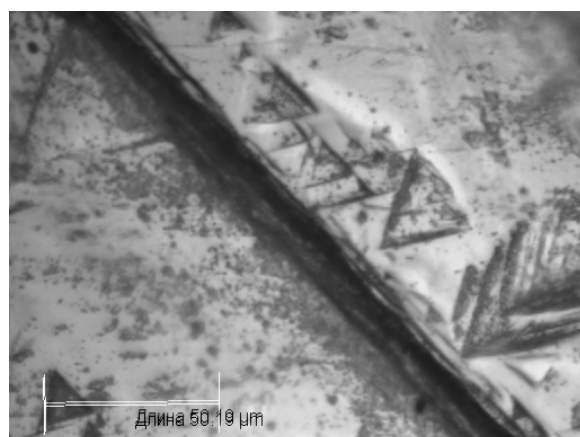


Рис. 3. Участок поверхности монокристалла висмут-сурьма со ступенькой скола. Время травления 35 с.

На рис. 3 изображение участка поверхности монокристалла со ступенькой скола. Как видно, ступенька скола проходит вдоль бинарной оси монокристалла. Вдоль линии ступеньки скола присутствуют дис-

локации, что, по-видимому, указывает на то, что их появление связано с механическим воздействием на монокристалл в процессе его скалывания.

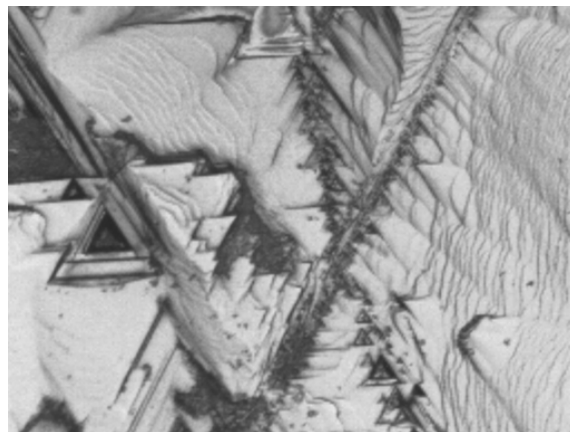


Рис. 4. Участок поверхности монокристалла висмут-сурьма с плоским скоплением дислокаций. Время травления 120 с.

Иногда дислокации образуют плоские скопления. Это происходит в том случае, если лидирующая дислокация задерживается некоторым достаточно протяженным препятствием.

Еще одним видом дефектов, исследованных в данной работе, являются двойники.

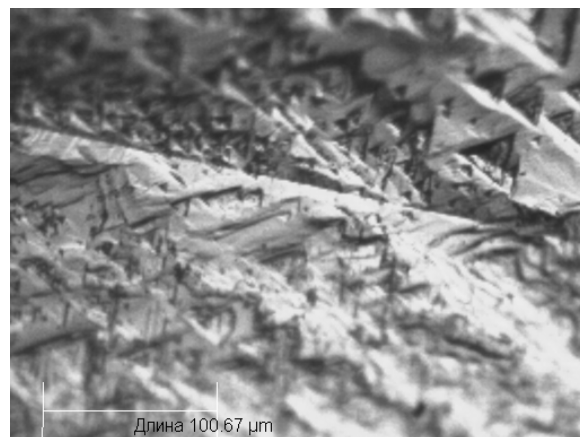


Рис. 5. Область поверхности монокристалла висмут-сурьма с участком двойника. Время травления 35 с.

На рис. 5 отчетливо видно, что граница двойника ориентирована параллельно биссекторной оси монокристалла. Протяженность границы может составлять тысячи микрометров и проходить через весь кристалл. В отдельных случаях встречаются двойниковые прослойки (рис. 6).

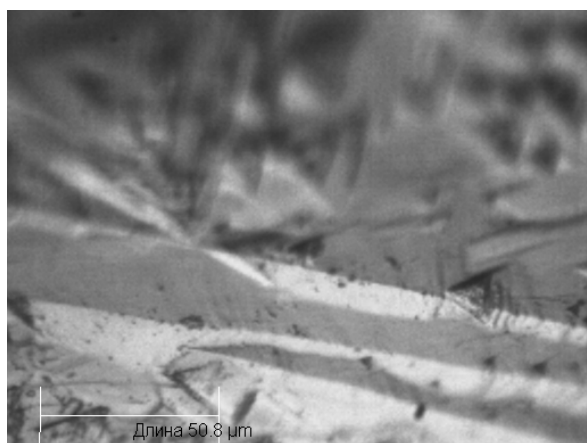


Рис. 6. Участок поверхности монокристаллов висмут-сурьма с двойниковой прослойкой. Время травления 35 с.

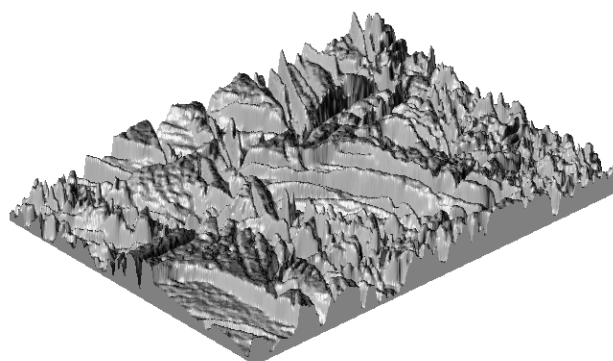


Рис. 8. Трехмерное изображение участка поверхности.

На границе двойника встречаются ямки травления с плоским дном (рис. 7). Угол при вершине ямки составляет 45° , что обусловлено присутствием двойника.

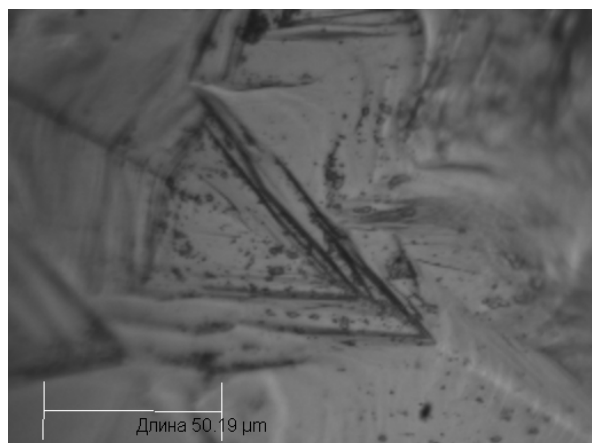


Рис. 7. Область поверхности монокристалла висмут-сурьма с участком границы двойника. Время травления 35 с.

Заключение

Проведено металлографическое исследование монокристаллов висмут-сурьма, полученных методом зонной перекристаллизации, с помощью микроскопа Альтами МЕТ 1М. В результате травления поверхности скола монокристалла специально подобранным травителем получены качественные снимки обнаруженных в кристалле дефектов. Качество полученных снимков позволяет выявить характерные особенности дефектов, их ориентацию и взаимное расположение. Т.о., использование комплексного подхода к исследованию монокристаллов сплавов висмут-сурьма (химическое травление, металлографический анализ, СЗМ) позволит осуществлять контроль степени их дефектности, выявлять их влияние на физические свойства, что позволит достичь воспроизводимости качества получаемых монокристаллов.

Библиографический список

1. Пантелеев В.Г., Егорова О.В., Клыкова Е.И. Компьютерная микроскопия. – М.: Техносфера, 2005. – 304 с.
2. Брандон Д., Каплан У. Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля. – М.: Техносфера, 2006. – 377 с.
3. 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.
4. Приборы и методы физического металловедения / Под ред. Ф. Вейнберга. Вып. 1. – М.: Мир, 1973. – 427 с.
5. Физическое металловедение / Под ред. Р. Кана. Вып. 3. – М.: Мир, 1968. – 427 с.
6. Келли А., Гровс Г. Кристаллография и дефекты в кристаллах. – М.: Мир, 1974. – 496 с.
7. Современная кристаллография (в четырех томах). Том 4. Физические свойства кристаллов / Шувалов Л.А., Урусовская А.А., Желудев И.С. и др. – М.: Наука, 1981. – 496 с.

8. Любалин М.Д. Рост кристаллов в расплаве. Кристаллографический анализ и эксперимент. – СПб.: Наука, 2008. – 391 с.
9. Бондарев Ю.М., Бирючинский Е.В., Гончаров Е.Г. Процессы дефектообразования в твердых растворах Bi-Sb // Вестник ВГУ. Серия химия, биология, фармация. – 2003. – № 1. – С. 5–8.
10. Данильчук Л.Н., Окунев А.О., Тимофеева Ю.В., Анисимов В.Г., Ткаль В.А. Изучение дефектов структуры монокристаллических сплавов Bi+Sb методом двухкристальной топографии в геометрии Брэгга // Электронный научный журнал «Исследовано в России», <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2005/224.pdf>
11. 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.
12. Марков О.И. Неразрушающий контроль состава и качества монокристаллов твердых растворов висмут-сурьма // Контроль. Диагностика. – 2007. – № 2. – С. 69–72.
13. Марков О.И. Контроль качества ветвей термоэлементов на основе твердых растворов висмут-сурьма // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2007. – № 6. – С. 61–63.
14. 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.
15. Коваленко В.С. Металлографические реактивы. Справочник. – М.: Металлургия, 1972. – 110 с.

O.I. MARKOV, YU.V. HRIPUNOV

**SOME ASPECTS OF METALLOGRAPHIC RESEARCHES OF SINGLE CRYSTALS OF
BISMUTH-ANTIMONY**

In paper results of research of defective structure of single crystals of bismuth-antimony by methods modern metallographic are resulted. Some new features of the basic defects are revealed.

Key words: *metallographic, defects, alloys bismuth-antimony.*

Ю.С. ФЕДЯЕВ, кандидат физико-математических наук, доцент
кафедры теоретической физики и математического моделирования
Орловского государственного университета
Тел. 89192015354; fedyaevys@gmail.com

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛОСКОПАРАЛЛЕЛЬНОЙ ЭВОЛЮЦИИ ГРАНИЦЫ РАЗДЕЛА ЖИДКОСТЕЙ РАЗЛИЧНЫХ ВЯЗКОСТЕЙ В АНИЗОТРОПНОЙ ОДНОРОДНОЙ ПОРИСТОЙ СРЕДЕ¹

Ставится плоскопараллельная задача эволюции границы раздела жидкостей различных вязкостей в анизотропном однородном слое пористой среды. Исследование задачи сведено к решению системы интегрального и дифференциального уравнений. Предложен численный алгоритм решения этих уравнений. Исследована эволюция границы раздела жидкостей в случае работы одиночной эксплуатационной скважины.

Ключевые слова: математическое моделирование, плоскопараллельная фильтрация, модель «поршневого» вытеснения, анизотропная пористая среда.

1. Постановка задачи на физической плоскости

Плоскопараллельная стационарная фильтрация несжимаемой жидкости в недеформируемом анизотропном однородном слое пористой среды (грунте) постоянной толщиной $H = 1$ с тензором проницаемости $K = (K_{ij})$, $i, j = 1, 2$ может быть описана обобщённым потенциалом φ и функцией тока ψ . Эти функции 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]:

$$K_{11} \frac{\partial \varphi}{\partial x} + K_{12} \frac{\partial \varphi}{\partial y} = \frac{\partial \psi}{\partial y}, \quad K_{21} \frac{\partial \varphi}{\partial x} + K_{22} \frac{\partial \varphi}{\partial y} = -\frac{\partial \psi}{\partial x}. \quad (1.1)$$

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 безразмерных величинах. Система уравнений (1.1) относится к эллиптическому типу, если компоненты тензора проницаемости удовлетворяют условиям

$$K_{11} > 0, \quad |K_s| = K_{11}K_{22} - \left(\frac{K_{12} + K_{21}}{2} \right)^2 > 0, \quad (1.2)$$

где $|K_s|$ – определитель симметричной части тензора K .

Поставим двумерную задачу эволюции границы раздела жидкостей Γ_t на комплексной плоскости $z = x + iy$ (физической плоскости). Граница Γ_t делит область фильтра-

© Ю.С. Федяев

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 09-01-97509).

ции D на части D_1 и D_2 ($D = D_1 \cup D_2$). Пусть в области D_1 движется жидкость постоянной вязкости μ_1 , а в области D_2 – жидкость постоянной вязкости μ_2 . Плотности жидкостей постоянны и одинаковы. Считаем, 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]:

$$\mu_1 \varphi^+(z, t) = \mu_2 \varphi^-(z, t), \quad \psi^+(z, t) = \psi^-(z, t), \quad z \in \Gamma_t. \quad (1.3)$$

Здесь и далее «+» («–») обозначают предельные значения функций при подходе к границе Γ_t со стороны (противоположной стороны) орта нормали $\vec{n}$ (орт $\vec{n}$ направлен внутрь области D_1).

Положение границы Γ_t в плоскости z в любой момент времени $t > 0$ задаём параметрическим уравнением (s – параметр)

$$z = z(t, s) \quad (x = x(t, s), \quad y = y(t, s)), \quad z \in \Gamma_t. \quad (1.4)$$

В начальный момент времени $t = 0$ положение границы Γ_t известно

$$z_0 = z(0, s) \quad (x_0 = x(0, s), \quad y_0 = y(0, s)), \quad z_0 \in \Gamma_0. \quad (1.5)$$

Дифференциальное уравнение движения границы Γ_t имеет вид [1]

$$\frac{dz}{dt} = \frac{v^+(z, t) + v^-(z, t)}{2}, \quad z \in \Gamma_t. \quad (1.6)$$

Здесь $v^\pm(z, t)$ – предельные значения комплексной скорости фильтрации $v(z, t) = v_x(x, y, t) + i v_y(x, y, t)$. Компоненты скорости фильтрации v_x и v_y определяют первое и второе уравнения (1.1) соответственно.

Задача эволюции границы Γ_t ставится в плоскости z следующим образом. Задано положение границы Γ_0 , потенциал массовой силы $\Pi(z, t)$, вязкости μ_1, μ_2 и плотность ρ жидкостей, тензор проницаемости K . Необходимо найти положение гра-

ницы Γ_t (1.5) при $t > 0$. Решение задачи состоит в интегрировании дифференциального уравнения (1.6) при начальных условиях (1.5). При этом для нахождения скорости фильтрации $v(z, t)$ необходимо отыскать обобщённый потенциал $\varphi(z, t)$ и функцию тока $\psi(z, t)$, которые удовлетворяют системе уравнений (1.1) и граничным условиям (1.3).

2. Формулировка задачи на вспомогательной плоскости

Поставленную задачу эволюции границы раздела жидкостей сформулируем на вспомогательной плоскости $\zeta = \xi + i\eta$. Это позволяет значительно упростить систему уравнений (1.1), приведя её к каноническому виду. На плоскости ζ течение происходит в области D' ($D' = D'_1 \cup D'_2$) и характеризуется обобщённым потенциалом $\varphi(\zeta, t)$ и функцией тока $\psi(\zeta, t)$. Область D' связана с областью D гомеоморфным (взаимно однозначным и непрерывным) преобразованием [1]

$$\zeta = z + \kappa \bar{z} \quad \left(z = \frac{\zeta - \kappa \bar{\zeta}}{1 - |\kappa|^2} \right). \quad (2.1)$$

Здесь $\kappa = [K_{22} - K_{11} - i(K_{12} + K_{21})] / (K_{22} + K_{11} + 2\sqrt{|K_s|})$ – комплексная константа. Из условий (1.2) следует, что $|\kappa| < 1$.

Преобразование (2.1) аффинное. Оно характеризуется постоянным положительно-определённым якобианом $J = |\partial \zeta / \partial z|^2 - |\partial \bar{\zeta} / \partial \bar{z}|^2 = 1 - |\kappa|^2 > 0$ 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:

$$\begin{aligned} \sqrt{|K_s|} \frac{\partial \varphi}{\partial \xi} + \sqrt{|K_a|} \frac{\partial \varphi}{\partial \eta} &= \frac{\partial \psi}{\partial \eta}, \\ -\sqrt{|K_a|} \frac{\partial \varphi}{\partial \xi} + \sqrt{|K_s|} \frac{\partial \varphi}{\partial \eta} &= -\frac{\partial \psi}{\partial \xi}. \end{aligned} \quad (2.2)$$

Здесь $|K_a| = [(K_{12} - K_{21})/2]^2$ – определитель антисимметричной части тензора проницаемости K . Первое и второе уравнения системы (2.2) определяют v_ξ и v_η компоненты вектора скорости фильтрации $v(\zeta, t) = v_\xi(\xi, \eta, t) + i v_\eta(\xi, \eta, t)$ в плоскости ζ .

Система уравнений (2.2) относится к эллиптической системе уравнений, 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 :

$$\mu_1 \varphi^+(\zeta, t) = \mu_2 \varphi^-(\zeta, t), \quad \psi^+(\zeta, t) = \psi^-(\zeta, t), \quad \zeta \in \Gamma'_t, \quad (2.3)$$

$$\zeta = \zeta(t, s) \quad (\xi = \xi(t, s), \eta = \eta(t, s)), \quad \zeta \in \Gamma'_t, \quad (2.4)$$

$$\zeta_0 = \zeta(0, s) \quad (\xi_0 = \xi(0, s), \eta_0 = \eta(0, s)), \quad \zeta_0 \in \Gamma'_0, \quad (2.5)$$

где Γ'_t и Γ'_0 – образы границ Γ_t и Γ_0 .

Дифференциальное уравнение движения границы Γ_t (1.6) в плоскости ζ примет вид [1]

$$\frac{d\zeta}{dt} = (1 - |\kappa|^2) \frac{v^+(\zeta, t) + v^-(\zeta, t)}{2}, \quad \zeta \in \Gamma'_t. \quad (2.6)$$

Здесь $v^\pm(\zeta, t)$ – предельные значения комплексной скорости фильтрации $v(\zeta, t)$, которую согласно уравнениям (2.2) запишем в виде

$$v(\zeta, t) = 2 \left[\sqrt{|K_s|} - i \sqrt{|K_a|} \right] \frac{\partial \varphi(\zeta, t)}{\partial \bar{\zeta}} = -2i \frac{\partial \psi(\zeta, t)}{\partial \bar{\zeta}}, \quad (2.7)$$

где $2\partial/\partial\bar{\zeta} = \partial/\partial\xi + i\partial/\partial\eta$.

Введём в плоскости ζ комплексный потенциал

$$W(\zeta, t) = \varphi(\zeta, t) + i \frac{\psi(\zeta, t)}{P}, \quad (2.8)$$

где $P = \sqrt{|K_s|} - i \sqrt{|K_a|}$ – проводимость анизотропного слоя. Комплексный потенциал $W(\zeta, t)$ – аналитическая функция в области D' плоскости ζ , за исключением его особых точек.

Учтём особые точки течения и представим комплексный потенциал (2.8) в виде

$$W(\zeta, t) = W_0(\zeta, t) + W_*(\zeta, t). \quad (2.9)$$

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 проводимости P , $W_*(\zeta, t) = \varphi_*(\zeta, t) + i\psi_*(\zeta, t)/P$ – комплексный потенциал возмущений, обусловленных различием

физических свойств жидкостей. Источники (стоки) течения моделируем изолированными особыми точками $W_0(\zeta, t)$, которые располагаются произвольно в плоскости ζ и могут включать бесконечно удалённую точку этой плоскости [2].

Используя формулу (2.9), запишем условия (2.3) для функций $\varphi_*(\zeta, t)$, $\psi_*(\zeta, t)$. Учитывая, что предельные значения $\varphi_0^\pm(\zeta, t) \equiv \varphi_0(\zeta, t)$, $\psi_0^\pm(\zeta, t) \equiv \psi_0(\zeta, t)$, $\zeta \in \Gamma'_t$, имеем:

$$\begin{aligned} \mu_1 \varphi_0^+(\zeta, t) - \mu_2 \varphi_0^-(\zeta, t) &= (\mu_2 - \mu_1) \varphi_0(\zeta, t), \\ \psi_0^+(\zeta, t) &= \psi_0^-(\zeta, t), \quad \zeta \in \Gamma'_t. \end{aligned} \quad (2.10)$$

Для возмущений обобщённый потенциал терпит разрыв, а функция тока непрерывна на 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 обобщённого потенциала $\varphi_*(\zeta, t)$ потребуем выполнение условий регулярности [1]:

$$\begin{aligned} \varphi_*(\zeta, t) &= O(|\zeta|^{-1}), \quad |\nabla \varphi_*(\zeta, t)| = O(|\zeta|^{-2}) \\ \text{при } |\zeta| &\rightarrow \infty. \end{aligned} \quad (2.11)$$

Представим скорость $v(\zeta, t)$ согласно (2.9) в виде

$$v(\zeta, t) = v_0(\zeta, t) + v_*(\zeta, t), \quad (2.12)$$

где $v_0(\zeta, t)$ и $v_*(\zeta, t)$ выражаются через функции $\varphi_0(\zeta, t)$, $\psi_0(\zeta, t)$ и $\varphi_*(\zeta, t)$, $\psi_*(\zeta, t)$ по формуле (2.7). Тогда, учитывая, что предельные значения $v_0^\pm(\zeta, t) \equiv v_0(\zeta, t)$, $\zeta \in \Gamma'_t$, уравнение (2.6) запишем в виде

$$\begin{aligned} \frac{d\zeta}{dt} &= (1 - |\kappa|^2) \left(v_0(\zeta, t) + \frac{v_*(\zeta, t) + v_*(\bar{\zeta}, t)}{2} \right), \\ \zeta &\in \Gamma'_t. \end{aligned} \quad (2.13)$$

Исследование задачи эволюции границы раздела жидкостей сводится в плоскости ζ к интегрированию дифференциального уравнения движения границы (2.13) с начальным условием (2.5). При этом для нахождения скорости возмущения необ-

ходимо отыскать комплексный потенциал возмущений $W_*(\zeta, t)$ (функции $\varphi_*(\zeta, t)$, $\psi_*(\zeta, t)$), который удовлетворяет уравнениям (2.2) и условиям (2.10), (2.11). По найденному уравнению границы (2.4) в плоскости ζ определяем её положение при $t > 0$ в физической плоскости z , используя преобразование (2.1).

3. Сведение задачи к решению системы уравнений

Полагаем, что в каждый момент времени $t \geq 0$ граница раздела жидкостей Γ_t является простой (без самопересечений) гладкой кривой. Следуя [1], на плоскости ζ комплексный потенциал возмущений W_* , как аналитическую функцию в области D' , представим интегралом типа Коши по гладкой кривой Γ'_t :

$$W_*(\zeta, t) = \frac{1}{2\pi i} \int_{\Gamma'_t} \frac{f(\tau, t)}{\tau - \zeta} d\tau, \quad \zeta \in D', \quad (3.1)$$

где $f(\tau, t)$ – вещественная непрерывная на Γ'_t функция. Продолжив непрерывно комплексный потенциал (3.1) на кривую Γ'_t получим его предельные значения:

$$W_*^\pm(\zeta, t) = \frac{1}{2\pi i} \int_{\Gamma'_t} \frac{f(\tau, t)}{\tau - \zeta} d\tau \pm \frac{f(\zeta, t)}{2}, \quad \zeta \in \Gamma'_t, \quad (3.2)$$

где интеграл понимается в смысле главного значения по Коши.

$$\begin{aligned} \frac{d\xi}{dt} &= (1 - |\kappa|^2) v_{0\xi} + (1 - |\kappa|^2) \frac{|K|}{2\pi\sqrt{|K_s|}} \int_{\Gamma'_t} \frac{\partial f(\tau, t)}{\partial \ell_\tau} \left[\frac{\partial \arg(\tau - \zeta)}{\partial \ell_\tau} \cos \alpha - \frac{\partial \ln|\tau - \zeta|}{\partial \ell_\tau} \sin \alpha \right] d\ell_\tau, \\ \frac{d\eta}{dt} &= (1 - |\kappa|^2) v_{0\eta} + (1 - |\kappa|^2) \frac{|K|}{2\pi\sqrt{|K_s|}} \int_{\Gamma'_t} \frac{\partial f(\tau, t)}{\partial \ell_\tau} \left[\frac{\partial \arg(\tau - \zeta)}{\partial \ell_\tau} \sin \alpha + \frac{\partial \ln|\tau - \zeta|}{\partial \ell_\tau} \cos \alpha \right] d\ell_\tau, \\ \zeta &= \xi + i\eta \in \Gamma'_t. \end{aligned} \quad (3.6)$$

Здесь $v_0(\zeta, t) = v_{0\xi}(\xi, \eta, t) + i v_{0\eta}(\xi, \eta, t)$ – невозмущённое поле скоростей потенциала W_0 , α – угол между ортом касательной к Γ'_t и осью $O\xi$.

Функция (3.1) удовлетворяет условию в бесконечности (2.11). Подставив предельные значения (3.2) в граничные условия (2.10), получим, что второе из условий выполняется, а из первого имеем интегральное уравнение для функции $f(\zeta, t)$

$$f(\zeta, t) - \frac{\lambda}{\pi} \int_{\Gamma'_t} f(\tau, t) \Omega(\tau, \zeta) d\ell_\tau = 2\lambda \varphi_0(\zeta, t), \quad \zeta \in \Gamma'_t, \quad (3.3)$$

$$\text{где } \Omega(t, \zeta) = \frac{\partial}{\partial \ell_\tau} \left[\arg(\tau - \zeta) - \sqrt{|K_a|/|K_s|} \ln|\tau - \zeta| \right],$$

$$\lambda = (\mu_2 - \mu_1)/(\mu_2 + \mu_1), \quad \lambda \in (-1, 1).$$

Используя формулу (2.7) и выражение (3.1), находим предельные значения сопряжённой скорости возмущений [1]

$$\bar{v}_*^\pm(\zeta, t) = \frac{|K|}{\sqrt{|K_s|}} \left[\frac{1}{2\pi i} \int_{\Gamma'_t} \frac{\partial f(\tau, t)}{\partial \tau} \frac{d\tau}{\tau - \zeta} \pm \frac{\partial f(\zeta, t)}{\partial \zeta} \right], \quad \zeta \in \Gamma'_t, \quad (3.4)$$

Дифференциальное уравнение движения границы Γ'_t , сопряжённое уравнению (2.13), примет вид

$$\frac{d\bar{\zeta}}{dt} = (1 - |\kappa|^2) \left[\bar{v}_0(\zeta, t) + \frac{|K|}{2\pi\sqrt{|K_s|}i} \int_{\Gamma'_t} \frac{\partial f(\tau, t)}{\partial \tau} \frac{d\tau}{\tau - \zeta} \right], \quad \zeta \in \Gamma'_t, \quad (3.5)$$

Из уравнения (3.5) следуют два дифференциальных вещественных уравнения движения границы Γ'_t на вспомогательной плоскости ζ :

Исследование задачи эволюции границы раздела жидкостей различных вязкостей в случае анизотропного однородного слоя пористой среды сводится к решению системы уравнений (3.3), (3.6) при начальном условии (2.5).

4. Численное решение задачи

Решим систему уравнений (3.3), (3.6) численно на основе метода дискретных особенностей [3]. Полагаем, что положение границы в каждый момент времени $t_p, p = 0, 1, \dots$ задаётся множеством точек $\zeta_i^p, i = 1, 2, \dots, m$ координаты которых обозначим $E_{\Gamma_t}^p = \{\xi_i^p, \eta_i^p\}, i = 1, 2, \dots, m\}$. Тогда начальное условие (2.6) примет вид

$$\Gamma_0^* : \{\xi_i^0, \eta_i^0\}, i = 1, 2, \dots, m. \quad (4.1)$$

При этом точки $\zeta_i^0, i = 1, 2, \dots, m$ разбивают границу Γ_0^* равномерно по длине на m частей.

Запишем интегральное уравнение (3.3) в момент времени t_p в каждой точке $\zeta_i^p, i = 1, 2, \dots, m$:

$$f(\zeta_i^p, t_p) - \frac{\lambda}{\pi} \int_{\Gamma_t^*} f(\tau, t_p) \Omega(\tau, \zeta_i^p) d\ell_\tau = 2\lambda\phi_0(\zeta_i^p, t_p), \quad \zeta_i^p \in E_{\Gamma_t^*}^p. \quad (4.2)$$

Интеграл в (4.2) понимают в смысле главного значения по Коши. Вычислим этот интеграл по формуле типа прямоугольников, выкидывая из интегральной суммы точку, в которой записывается уравнение (4.2). Получаем систему линейных алгебраических уравнений

$$f_i^p - \frac{\lambda}{\pi} \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^m f_j^p \Omega_{ij} = 2\lambda\phi_{0i}^p, \quad i = 1, 2, \dots, m. \quad (4.3)$$

Здесь $f_i^p = f(\zeta_i^p, t_p)$, $\phi_{0i}^p = \phi_0(\zeta_i^p, t_p)$,

$$\Omega_{ij} = \left(-V_{1\eta_{ij}} - \frac{\sqrt{|K_a|}}{\sqrt{|K_s|}} V_{1\xi_{ij}} \right) \frac{\xi_{j+1}^p - \xi_{j-1}^p}{2} + \left(V_{1\xi_{ij}} - \frac{\sqrt{K_a}}{\sqrt{K_s}} V_{1\eta_{ij}} \right) \frac{\eta_{j+1}^p - \eta_{j-1}^p}{2},$$

$$V_{1\xi_{ij}} = \frac{\xi_j^p - \xi_i^p}{(\xi_j^p - \xi_i^p)^2 + (\eta_j^p - \eta_i^p)^2},$$

$$V_{1\eta_{ij}} = \frac{\eta_j^p - \eta_i^p}{(\xi_j^p - \xi_i^p)^2 + (\eta_j^p - \eta_i^p)^2}.$$

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:

$$\begin{aligned} \frac{\xi_i^{p+1} - \xi_i^p}{\Delta t_{p+1}} &= (1 - |\kappa|^2) \left\{ v_{0\xi_i}^p + \frac{|K|}{2\pi\sqrt{|K_s|}} \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^m V_{*\xi_{ij}} (f_{j+1}^p - f_{j-1}^p)/2 \right\}, \\ \frac{\eta_i^{p+1} - \eta_i^p}{\Delta t_{p+1}} &= (1 - |\kappa|^2) \left\{ v_{0\eta_i}^p + \frac{|K|}{2\pi\sqrt{|K_s|}} \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^m V_{*\eta_{ij}} (f_{j+1}^p - f_{j-1}^p)/2 \right\}, \end{aligned} \quad (4.4)$$

$i = 1, 2, \dots, m.$

Здесь $\Delta t_{p+1} = t_{p+1} - t_p$, $v_{0\xi_i}^p = v_{0\xi}(\zeta_i^p, t_p)$,

$$v_{0\eta_i}^p = v_{0\eta}(\zeta_i^p, t_p),$$

$$V_{*\xi_{ij}} = (-V_{1\eta_{ij}} \tau_{\xi_j} + V_{1\xi_{ij}} \tau_{\eta_j}) \tau_{\xi_j} - (V_{1\xi_{ij}} \tau_{\xi_j} + V_{1\eta_{ij}} \tau_{\eta_j}) \tau_{\eta_j},$$

$$V_{*\eta_{ij}} = (-V_{1\eta_{ij}} \tau_{\xi_j} + V_{1\xi_{ij}} \tau_{\eta_j}) \tau_{\eta_j} + (V_{1\xi_{ij}} \tau_{\xi_j} + V_{1\eta_{ij}} \tau_{\eta_j}) \tau_{\xi_j},$$

$$\tau_{\xi_j} = \frac{\xi_{j+1}^p - \xi_{j-1}^p}{2\Delta\ell_j}, \quad \tau_{\eta_j} = \frac{\eta_{j+1}^p - \eta_{j-1}^p}{2\Delta\ell_j},$$

$$\Delta\ell_j = \sqrt{(\xi_{j+1}^p - \xi_{j-1}^p)^2 + (\eta_{j+1}^p - \eta_{j-1}^p)^2} / 2.$$

Совместно решив уравнения (4.3) и (4.4) при $p = 0$, находим положение границы Γ_t^* в момент времени t_1 . Повторяя предложенную процедуру для $p = 1, 2, \dots$ находим положение границы в последующие моменты времени t_p .

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. Эволюции границы раздела жидкостей к скважине

Исследуем эволюцию границы раздела жидкостей различных вязкостей к скважине, расположенной в анизотропном однородном слое грунта на плоскости z . Течение жидкости создаёт эксплуа-

тационная скважина дебита q , которая расположена в начале координат (рис. 1). Её работу моделируем точечным стоком мощности $-q$ (q – модуль мощности). Полагаем, что граница Γ_0 – окружность радиуса R , центр которой находится на

расстоянии c от скважины. Уравнение окружности $x^2 + (y - c)^2 = R^2$. Внутри окружности Γ_0 находится область D_2 , содержащая жидкость вязкости μ_2 , а вне – область D_1 , занятая жидкостью вязкости μ_1 .

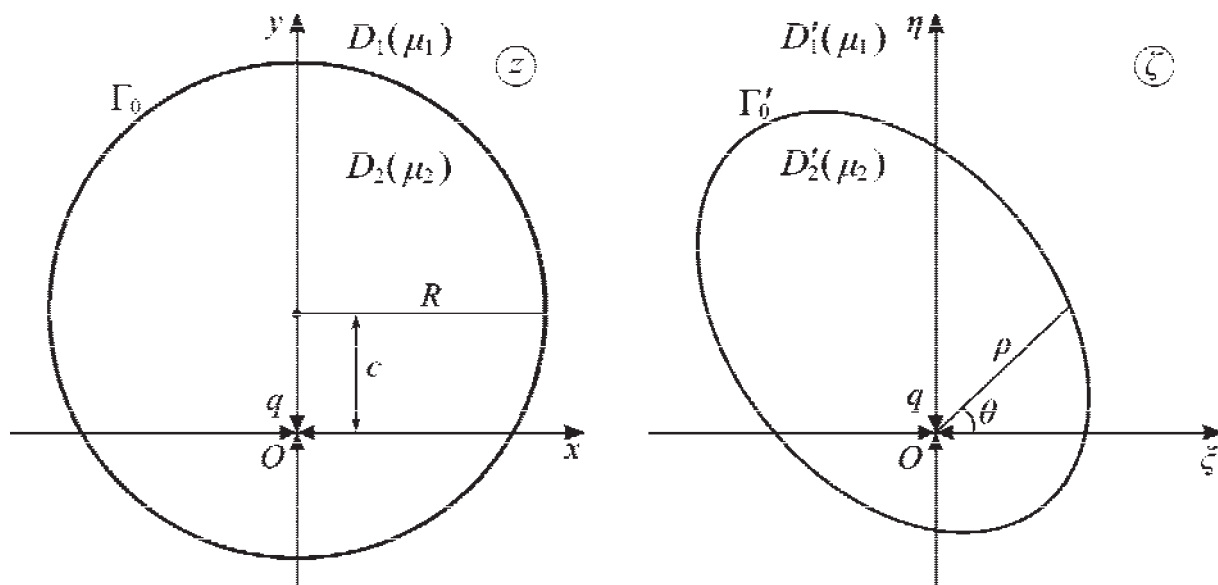


Рис. 1. Постановка задачи.

Поставленная задача в случае модели «разноцветных» жидкостей (вязкости и плотности жидкостей одинаковы) исследована в статье [4]. В работах [5, 6] изучена эволюция границы раздела жидкостей различных вязкостей к скважине в изотропном грунте ($K_{11} = K_{22} = 1, K_{12} = K_{21} = 0$). Это позволяет сопоставить результаты численных расчётов с известными результатами. Так, в таблице приведены значения времени T достижения границей Γ_t скважины в случае изотропного грунта и

$c = R/2$ для разных значений параметра λ . В качестве характерного времени выбрано время T для модели «разноцветных» жидкостей ($\lambda = 0$). При расчётах полагали $n = 400, \Delta t = 0,001$. На каждом шаге по времени граница Γ_t интерполировалась линейными сплайнами и переразбивалась равномерно по длине. Величина $\varepsilon = |T/T_0 - 1| \cdot 100\%$ показывает расхождение результатов со временем T_0 , взятым из работы [6]. Видим, что $\varepsilon < 2\%$.

Таблица – Сопоставление результатов численного расчёта

λ	0,75	0,5	0,25	0	-0,25	-0,5	-0,75
T	0,617	0,714	0,838	1,00	1,24	1,58	2,10
$\varepsilon, \%$	0,5	0,6	0,2	0	0,8	1,2	0,5

Исследуем эволюцию границы раздела жидкостей различных вязкостей к скважине в анизотропном грунте. Пусть скважина расположена в центре окружности Γ_0 ($c = 0$).

Контур скважины на физической плоскости представляет собой окружность малого радиуса ($R_c \ll R$) с центром в точке расположения скважины.

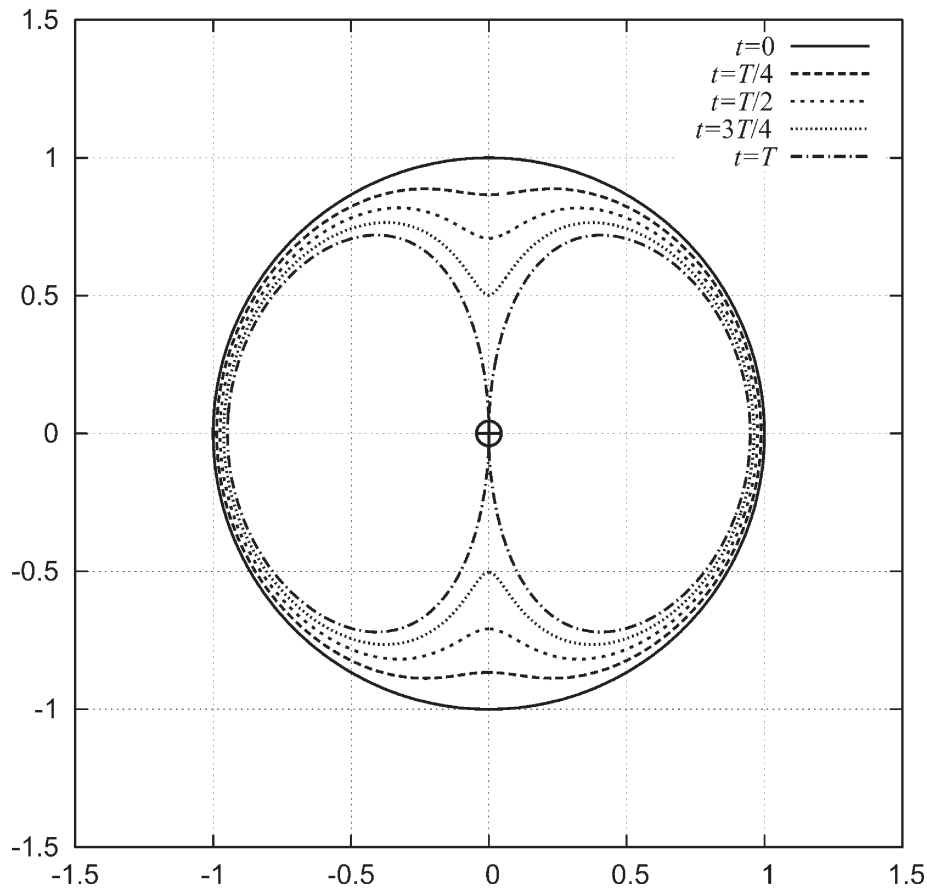


Рис. 2. Эволюция границы раздела жидкостей при $\lambda = 0$.

В рассматриваемом случае для модели «разноцветных» жидкостей время достижения границей Γ_i скважины определяется по формуле [4]

$$T = \frac{1 - |\kappa|}{1 + |\kappa|} \frac{\pi R^2}{q}. \quad (5.1)$$

В качестве характерного размера выберем радиус окружности Γ_0 ($R = 1$). За характерное время примем время (5.1) в случае изотропного грунта ($|\kappa| = 1$). Тогда при расчётах следует положить $q = \pi$.

На рис. 2 показана эволюция границы Γ_i при $\lambda = 0$, $K_{11} = 1$, $K_{22} = 10$, $K_{12} = K_{21} = 0$. В этом случае время T достижения границей Γ_i скважины, вычисленное по формуле (5.1), равно 0,316. Это значение совпадает с результатом численного расчёта. Прорыв границы к скважине происходит вдоль оси Oy , так как $K_{22} > K_{11}$. При $K_{22} < K_{11}$ картина течения будет похожа, только прорыв будет происходить вдоль оси Ox . Заметим, что в изотропном грунте граница Γ_i полностью стя-

гивается в точку расположения скважины.

На рис. 3 показана эволюция границы Γ_i при $\lambda = 0,5$, $K_{11} = 1$, $K_{22} = 10$, $K_{12} = K_{21} = 0$. В этом случае время $T = 0,229$. Картина течения похожа на случай $\lambda = 0$, но стягивание происходит быстрее. Такое же влияние на движение границы раздела жидкостей оказывает различие вязкостей жидкостей в изотропном грунте.

На рис. 4 показана эволюция границы Γ_i при $\lambda = -0,5$, $K_{11} = 1$, $K_{22} = 10$, $K_{12} = K_{21} = 0$. В этом случае время $T = 0,543$. Картина течения похожа на рассмотренные ранее случаи, но стягивание происходит медленнее. Процесс вытеснения в этом случае неустойчив. Так, для последнего положения границы картина течения теряет симметрию относительно оси Ox . Также вблизи оси Ox на границе возникают возмущения, которые удаётся сгладить интерполяцией положения границы линейными сплайнами и её переразбиением. При $\lambda \rightarrow -1$ неустойчивость движения границы усиливается, что согласуется с результатами работы [5].

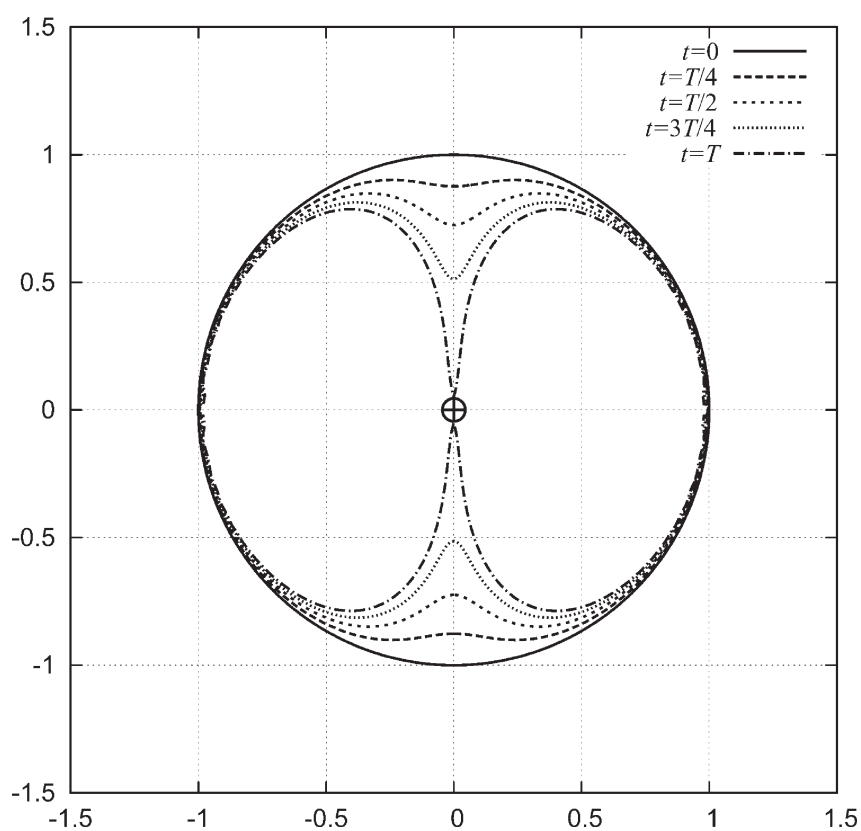


Рис. 3. Эволюция границы раздела жидкостей при $\lambda = 0,5$.

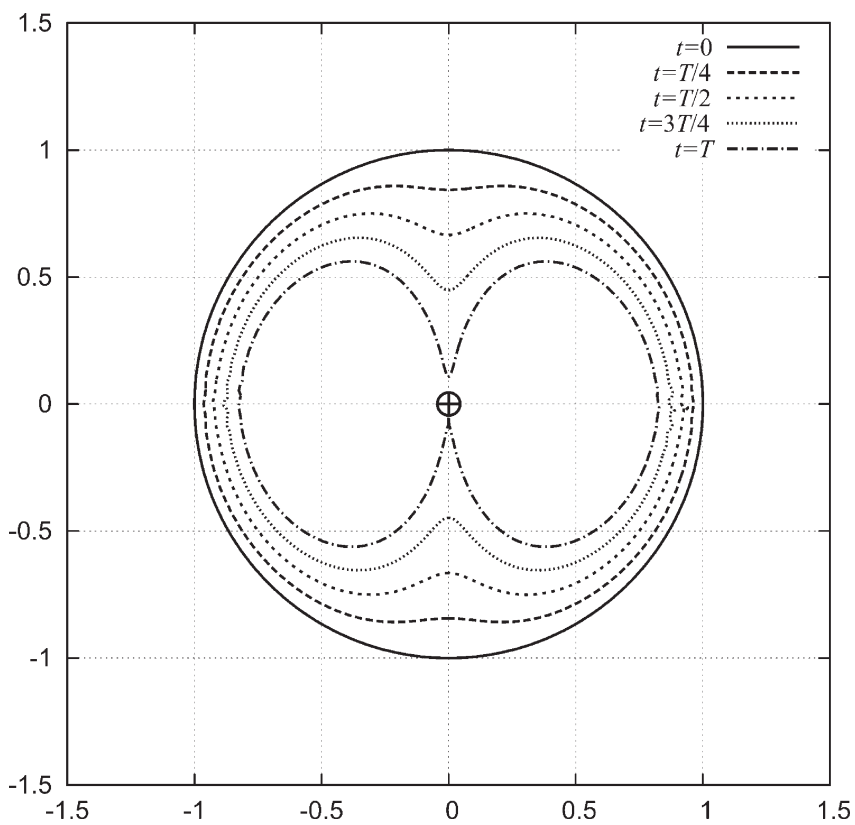


Рис. 4. Эволюция границы раздела жидкостей при $\lambda = -0,5$.

Библиографический список

1. Пивень В.Ф. Двумерная задача эволюции границы раздела жидкостей в анизотропном слое пористой среды [Текст] / В.Ф. Пивень // 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 [Текст] / В.Ф. Пивень // 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 [Текст]. – М.: ТОО «Янус», 1995. – 520 с.
4. Математическое моделирование эволюции границы раздела «разноцветных» жидкостей в анизотропном однородном слое пористой среды [Текст] / В.Ф. Пивень, Ю.С. Федяев // Ученые записки Орловского государственного университета. – 2010. – № 2 (36). Серия: Естественные, технические и медицинские науки. – С. 49–55.
5. Гидродинамические расчёты взаимного вытеснения жидкостей в пористой среде [Текст] / В.Л. Данилов, Р.М. Кац. – М.: Недра, 1980. – 264 с.
6. Никольский Д.Н. Математическое моделирование работы системы скважин в однородных и неоднородных слоях с подвижной границей раздела жидкостей различной вязкости [Текст]: дис. ... канд. физ.-мат. наук: 05.13.18. – Орёл, 2001. – 191 с.

Y.S. FEDYAEV

RESEARCH OF PLANE-PARALLEL EVOLUTION OF INTERFACES BETWEEN FLUIDS OF DIFFERENT VISCOSITY IN ANISOTROPIC HOMOGENEOUS POROUS MEDIUM

We pose the problem of plane-parallel evolution of the interface between fluids of different viscosities in anisotropic homogeneous layer of porous medium. Investigation of the problem is reduced to solving a system of integral and differential equations. A numerical algorithm for solving these equations. The evolution of the interface of fluids in case of a single production well.

Key words: *mathematical modelling, two-phase Hele-Shaw problem, plane-parallel filtering, anisotropic porous medium.*



ХИМИЯ

С.В. ГРИШИН, аспирант кафедры химии Елецкого государственного университета имени И.А. Бунина

Тел. 8(47467) 4-17-31 (раб.), 8-903-864-77-65 (дом.); grishin-68@mail.ru

Ю.Е. МАМОНТОВА, аспирант кафедры химии Елецкого государственного университета имени И.А. Бунина

Тел. 8(47467) 4-17-31 (раб.), 8(47467) 2-80-55 (дом.); chemic55@yandex.ru

О.А. КАВЕРИН, соискатель кафедры химии Елецкого государственного университета имени И.А. Бунина

Тел. 8(47467) 4-17-31 (раб.)

Ю.А. СТЕКОЛЬНИКОВ, кандидат химических наук, профессор, зав. кафедрой химии Елецкого государственного университета имени И.А. Бунина

Тел. 8(47467) 4-17-31 (раб.), 8-4732-77-26-75 (дом.); chemic55@yandex.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ РЕЗЕРВНОГО ИСТОЧНИКА ТОКА

Проведено моделирование конструкции источника тока по заданным параметрам и расчёту теплового баланса электрохимической системы литий – дисульфид железа. Дано сравнение расчётной конструкции с результатами испытаний макетных образцов.

Ключевые слова: источник тока, тепловой баланс, расплавы солей.

Химические источники тока играют важную роль в различных отраслях техники, а в некоторых из них занимают особое положение, не имея себе аналогов. Особое значение имеют резервные источники тока (РИТ), активируемые теплом специальной пиротехники. Такие РИТ характеризуются высокой удельной ёмкостью и длительным сроком хранения без саморазряда (до 25 лет). Для получения высоких отрицательных потенциалов анода в них используется литийсодержащий материал, а в качестве электролита – расплавы смеси солей лития. Особенности конструкции таких РИТ определяются условиями их эксплуатации, предъявляемыми требованиями и технологическими решениями. Большой практический и экономический интерес вызывают РИТ на основе электрохимической системы $\text{Li}_4\text{Si}/\text{LiCl}$, KCl , LiF/FeS_2 [1–3].

Цель данной работы состояла в разработке согласно техническому заданию (ТЗ) источника тока, который должен разряжаться в течение 20 с током не менее 25 А, методом теоретического расчёта теплового баланса и моделирования (без промежуточного изготовления и разряд-испытания большого количества дорогостоящих опытных образцов) разработать оптимальную конструкцию. При конструировании РИТ возникает большое число технологических проблем, связанных с использованием электродных и других материалов с высокой реакционной способностью и гигроскопичностью, с одной стороны, и с низкой технологичностью при изготовлении электро-

дов, электролитных и пиротехнических таблеток (ПТ) – с другой стороны.

Электрод отрицательный представляет собой пластину интерметаллида Li_4Si , изготовленного методом термического взаимодействия лития с кремнием. Интерметаллид имеет температуру плавления около 630°C , что позволяет создать электрохимические элементы (ЭХЭ), в которых в электродном процессе участвует только литий, при этом электрод остается в твёрдом состоянии, что существенно снижает саморазряд, а отсутствие жидкой фазы повышает устойчивость ЭХЭ к механическим воздействиям.

Конструктивно единичный электрохимический элемент (ЭХЭ) состоит из трёх дисков: электрода отрицательного (анода), электрода положительного (катода), между которыми устанавливается сепаратор в виде электролитной таблетки. Такой ЭХЭ имеет НРЦ около 2 В. РИТ состоит из ЭХЭ, соединенных последовательно и параллельно, поэтому для формирования РИТ, соответствующего по электрическим и габаритным характеристикам требованиям ТЗ, необходимо исследовать электрические характеристики одного ЭХЭ. Для этого использовали разрядную установку, которая представляет собой два электронагревателя диаметром 120 мм, один из которых имеет пневмопривод с регулируемым давлением и подвижен. Электронагреватели разогреваются до заданной температуры в пределах от 400 до 630°C , исследуемый ЭХЭ изолируется с двух сторон слюдяными прокладками и устанавливается на нижний нагреватель. Затем перемещением верхнего подвижного нагревателя ЭХЭ сжимается заданным усилием. Температура регулируется с точностью $\pm 2^\circ\text{C}$. ЭХЭ прогревается до заданной рабочей температуры, после проводится разряд постоянным током 25 А. Напряжение ЭХЭ записывается компьютерным осциллографом SDS-200А. Точность измерения $\pm 0,001$ В. Значение силы тока устанавливается с помощью стабилизатора тока с точностью $\pm 0,01$ А.

Электрическая ёмкость, которую РИТ отдает на внешнюю нагрузку, в соответствии с техническим заданием и с учетом технологического запаса должна быть не менее 20% и составит около 360 Ас. Из конструктивных соображений для фор-

мирования элемента был выбран диаметр 35 мм.

Следовательно, новый РИТ должен состоять из двух запараллеленных секций с последовательно соединенными ЭХЭ, при этом каждый элемент будет разряжаться током не менее 25 А, плотность тока разряда составит 250 мА/см^2 .

Число ЭХЭ можно рассчитать, зная зависимость максимального напряжения одного ЭХЭ от плотности тока (вольтамперная характеристика) при разных температурах. Температура для испытаний ЭХЭ определялась с учётом того, что напряжение ЭХЭ увеличивается с ростом температуры и достигает максимальных значений для всех плотностей тока при температуре 630°C , максимально допустимой для данной электрохимической системы, при низких температурах напряжение ЭХЭ при плотностях тока более 500 мА/см^2 существенно уменьшается из-за увеличения внутреннего сопротивления. Поэтому была выбрана температура 500°C , близкая к температуре элементов в РИТ при крайней отрицательной температуре.

Результаты испытаний ЭХЭ показали, что напряжение ЭХЭ при температуре 630°C при разряде плотностью тока 250 мА/см^2 равно 1,96 В. Следовательно, в каждом из двух параллельно соединенных блоков РИТ должно быть по 9 последовательно соединенных рабочих элементов, при этом конечное напряжение ЭХЭ составит 1,52 В. Максимальное напряжение РИТ при крайней положительной рабочей температуре ТЗ не регламентирует. Вольтамперная характеристика, снятая при температуре 500°C , позволяет рассчитать минимальное ожидаемое напряжение РИТ при крайней отрицательной температуре. Оно составит не менее 12 В.

Как было сказано выше, выходные характеристики РИТ зависят от его нестационарного температурного поля. Для обеспечения этих характеристик оптимизирована соответствующая тепловая схема РИТ, то есть необходимо подобрать оптимальным образом теплоизоляцию между блоком ЭХЭ и корпусом РИТ, а для уменьшения темпа остывания блока через торцы разместить в них дополнительные ПТ, теплоаккумулирующие детали, теплоизоляционные прокладки. При этом необходимо не допустить превышения задан-

ной высоты батареи (75 мм), диаметра 40 мм и температуры на внешней поверхности корпуса батареи за время ее работы (20 с) свыше 85°C. Диаметр РИТ и его тепловая схема, обеспечивающие требования по выходным электрическим характеристикам и габаритам, подбирались путем сравнения расчетных температурных полей различных вариантов тепловых схем. Расчеты проводились с помощью математической модели, которая основана на конечно-разностной аппроксимации системы дифференциальных уравнений, описывающих нестационарные тепловые процессы в многослойном осесимметричном теле. При этом учитывались источники тепла (ПТ,

экзотермические реакции на аноде при взаимодействии с газами), теплофизические коэффициенты и геометрические параметры каждой детали конструкции РИТ. Был проведен расчет температуры на корпусе РИТ с максимально допустимым внешним диаметром, равным 40 мм. По результатам расчета, температура на корпусе РИТ в конце разряда не превышает 85°C [4].

Таким образом, произведён расчёт теплового баланса РИТ. На его основе оптимизирована конструкция РИТ, обеспечивающая электрические параметры в условиях, заданных ТЗ. При испытании макетных образцов получены результаты, хорошо согласующиеся с расчётными данными.

Библиографический список

1. Кукоз Ф.И., Труш В.В., Кондратенков В.И. Тепловые химические источники тока. – Ростов-на-Дону: издательство Ростовского университета, 1989. – 216 с.
2. Нижниковский Е.А. Портативные химические источники тока. – М.: Спутник, 2008. – 220 с.
3. Патент РФ № 2153736 от 25.02.2000 «Способ изготовления электрода ХИТ».
4. Коробов В.А., Якушева А.Г. Метод суперпозиции для расчета нестационарных температурных полей // Автономная энергетика. – № 7. – 1996.

S.V.GRISHIN, J.E. MAMONTOVA, O.A. KAVERIN, J.A. STEKOLNIKOV

MODELLING OF THE DESIGN OF THE RESERVE SOURCE OF THE CURRENT

Modelling a design of a source of a current on the set parameters and calculation of thermal balance of electrochemical system lithium-disulfid of iron is lead. Comparison of a settlement design with results of tests of model samples is given.

Key words: *a source of a current, thermal balance, hight temperature salts.*

Э.Р. ОСКОТСКАЯ, доктор химических наук, профессор, заведующий
кафедрой химии Орловского государственного университета
Тел. (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)
Тел. (495) 3365668

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СОРБЦИИ ВАНАДИЯ (IV) ПОЛИМЕРНЫМИ СОРБЕНТАМИ

Исследованы физико-химические свойства полимерных комплексообразующих сорбентов с о,о'-диокси-(1-азо-1')-функциональной аналитической группой по отношению к V(IV). Определены оптимальные условия сорбции (кислотность, температура, время), константы устойчивости комплексов, условия десорбции. Установлены количественные корреляционные зависимости между константами диссоциации (pK'_a) функциональной группы сорбента и pH_{50} комплексообразования исследуемого элемента, между pK'_a и устойчивостью образуемых комплексов ($lg\beta$), а также между pK'_a и энергией депротонирования гидроксигруппы сорбентов, находящейся в пареполюжении к введенному заместителю ($E_{депр.}$). Установленные корреляционные зависимости позволяют осуществлять целенаправленный прогноз физико-химических параметров сорбентов и процесса сорбции ванадия (IV) с целью выделения и концентрирования ионов данного металла из объектов различного происхождения.

Ключевые слова: *разделение и концентрирование, полимерные комплексообразующие сорбенты, ванадий, корреляционная зависимость.*

Успешное решение проблемы охраны биосферы, снижения отрицательного антропогенного влияния на состояние окружающей среды и многие другие глобальные проблемы непосредственно связаны с разработкой эффективных методов анализа. Среди последних широкое распространение получили инструментальные методы, тем не менее они не всегда дают возможность прямого определения многих элементов на уровне их следов из-за матричного влияния пробы. Ощущается необходимость в простых по выполнению, точных методиках, позволяющих повысить чувствительность определения следовых количеств элементов, их избирательного концентрирования из растворов сложного состава, разделения и более эффективного извлечения для последующего определения инструментальными методами [1].

Перспективно в этом плане использование полимерных комплексообразующих сорбентов (ПКС), обладающих уникальными свойствами, позволяющих проводить индивидуальное и групповое выделение элементов, нивелируя влияние матрицы и обеспечивая высокий коэффициент концентрирования. Особое внимание при исследовании данного класса соединений уделяется изучению физико-химических и аналитических свойств полимерных сорбентов, позволяющих установить количественные корреляционные зависимости между структурными параметрами ПКС, их физико-химическими свойствами и аналитическими параметрами сорбции ионов металла [2, 3].

Целью настоящей работы явилось исследование физико-химических и аналитических свойств полимерных комплексообразующих сорбентов с *о,о'*-диокси-(1-азо-1')-функциональной аналитической группой (ФАГ) в процессе концентрирования ванадия (IV) и установление корреляционных зависимостей между строением, кислотно-основными свойствами ФАГ, физико-химическими параметрами сорбента и характеристиками процесса сорбции V(IV).

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 [4]. Кислотность среды измеряли рН-метром Ионмер И-500 с точностью измерения $\pm 0,05$ ед. рН. Контроль концентрации V(IV) в растворах после сорбции осуществляли на спектрофотометре СФ-46, используя в качестве реагента Невазол НС ($\lambda_{\text{опт.}} = 565$ нм, $\text{pH} \sim 2,5$) [5].

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 нами ранее седиментационным методом [6].

Условия сорбции (время, температура, рН) исследовали по методике, описанной в [7]. Изучение оптимальных условий сорбции проводили в водных растворах объемом 25 мл, содержащих 25 мкг элемента и 25 мг сорбента. Из графика зависимости $R, \% - \text{pH}$, где R – степень сорбции, находили $\text{pH}_{\text{опт}}$ и pH_{50} .

Константы устойчивости комплексов ванадия (IV) с ФАГ полимерных комплексообразующих сорбентов определяли потенциометрическим методом по методике [8].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследуемые сорбенты представляют собой порошки темно-коричневого цвета, не растворимые в воде, органических растворителях, кислотах и щелочах. Они являются сополимерами стирола и дивинилбензола, с химически привитой *о,о'*-диокси-(1-азо-1')-ФАГ и различными заместителями ($-\text{SO}_3\text{H}$, $-\text{NO}_2$, $-\text{Cl}$, $-\text{COOH}$).

Экспериментальным путем определены оптимальные условия процесса сорбции исследуемого элемента: рН, температура и время. Для примера показано влияние кислотности среды на сорбцию V(IV) сорбентом полистирол-2-окси-(1-азо-1')-2'-окси-3', 5'-динитробензолом (рис. 1).

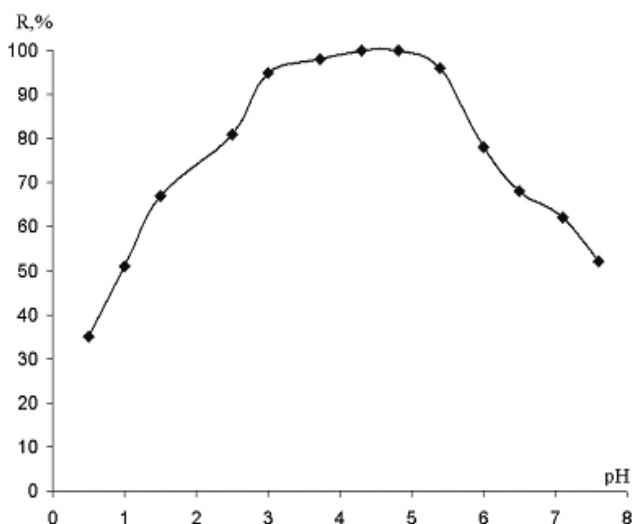


Рис. 1. Зависимость степени извлечения V(IV) полистирол-2-окси-(1-азо-1')-2'-окси-3', 5'-динитробензолом от pH раствора.

Путем приготовления серии растворов, содержащих 25 мкг катиона металла и 25 мг сорбента, с учетом ранее установленной оптимальной кис-

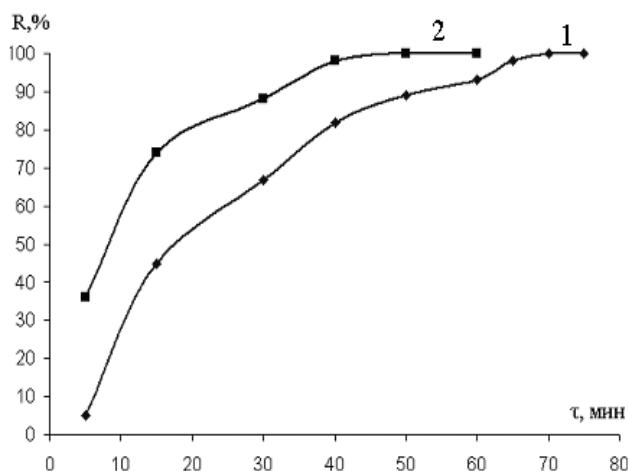


Рис. 2. Кинетика сорбции V(IV) полистирол-2-окси-(1-азо-1')-2'-окси-3', 5'-динитробензолом при 1 – $t = 20 \pm 1^\circ\text{C}$; 2 – $t = 30 \pm 1^\circ\text{C}$.

лотности сорбции изучали влияние времени и температуры. Растворы при $t = 20 \pm 1^\circ\text{C}$ перемешивали в течение 5, 15, 30, 40, 50, 60, 65, 70 и 75 минут, а растворы – при $t = 30 \pm 1^\circ\text{C}$ в течение 5, 15, 30, 40, 50, 60 минут.

По полученным данным строили графические зависимости степени извлечения V(IV) от продол-

жительности контакта сорбента с раствором и температуры (рис. 2). Продолжительность сорбции составляет 60–75 минут при $t = 20 \pm 1^\circ\text{C}$. При повышении температуры до $30 \pm 1^\circ\text{C}$ время сорбции сокращается и составляет 35–50 минут.

Установлено, что возможна десорбция металла из фазы сорбента при промывании фильтра 15 мл 2 М HNO_3 .

Результаты исследования физико-химических и аналитических параметров сорбции V(IV) полимерными комплексообразующими сорбентами с изучаемой ФАГ приведены в таблице 1. Из неё следует, что количественная сорбция ($R = 95\text{--}100\%$) ванадия (IV) наблюдается при постоянном перемешивании в интервале $\text{pH } 3,9\text{--}7,0$ для моно- и 2,6–6,2 для дизамещенных сорбентов, причем с введением заместителей в параположение к OH' -группе ФАГ сорбента величина pH_{50} сорбента изменяется, что связано с электронным влиянием заместителей. Это находит отражение в корреляционной зависимости между pK'_a сорбентов, зависящей от природы заместителя, и pH_{50} сорбции (рис. 3): для монозамещенных: $\text{pK}'_a = 0,555 \cdot \text{pH}_{50} + 6,763$ ($r = 0,98$); для дизамещенных: $\text{pK}'_a = 0,532 \cdot \text{pH}_{50} + 6,983$ ($r = 0,99$).

Таблица 1 – Характеристики сорбентов и процесса сорбции V(IV) ПКС.
 $\mu = 1$; $t = 30 \pm 1^\circ\text{C}$; $R = 95\text{--}100\%$ ($n = 5$, $P = 0,95$)

№ п/п	Сорбент	pK'_a [3]	$E_{\text{депр.}}$ кДж/моль	$\text{pH}_{\text{опт}}$	pH_{50}	τ , мин	$\lg \beta$
1	Полистирол-2-окси-(1-азо-1')-2'-оксибензол	8.29	1520,34	5,0–7,0	2,85	40	5,79
2	Полистирол-2-окси-(1-азо-1')-2'-окси-5'-хлорбензол	8.04	1493,68	4,3–6,4	2,15	50	5,61
3	Полистирол-2-окси-(1-азо-1')-2'-окси-5'-сульфобензол	7.69	1429,20	4,0–5,9	1,60	45	5,29
4	Полистирол-2-окси-(1-азо-1')-2'-окси-5'-нитробензол	7.39	1386,32	3,9–5,2	1,25	40	4,94
5	Полистирол-2-окси-(1-азо-1')-2'-окси-3'-сульфо-5'-хлорбензол	7.86	1356,41	4,0–6,1	1,60	50	5,30
6	Полистирол-2-окси-(1-азо-1')-2'-окси-3',5'-дисульфобензол	7.70	1310,40	3,5–5,9	1,25	45	5,02
7	Полистирол-2-окси-(1-азо-1')-2'-окси-3'-сульфо-5'-нитробензол	7.47	1292,58	2,9–5,4	1,00	40	4,91
8	Полистирол-2-окси-(1-азо-1')-2'-окси-3',5'-динитробензол	7.36	1292,04	2,6–4,8	0,70	40	4,73
9	Полистирол-2-окси-(1-азо-1')-2'-окси-3'-карбокси-5'-сульфобензол	8.20	1405,49	4,4–6,2	2,30	45	5,65

Наличие количественной связи между pK'_a функциональных аналитических групп сорбентов и величинами pH_{50} сорбции элемента указывает на участие 2'-гидроксогруппы ФАГ изучаемых ПКС в образовании хелатного цикла с V(IV).

Сопоставление констант ионизации ФАГ сорбентов и констант устойчивости их комплексов с V(IV) позволило установить корреляционные зависимости между этими параметрами (рис. 4). Данная зависимость описывается уравнениями прямых:

для монозамещенных: $\lg \beta = 0,944 \cdot pK'_a - 2,004$ ($r=0,99$);
для дизамещенных: $\lg \beta = 1,072 \cdot pK'_a - 3,155$ ($r=0,98$).

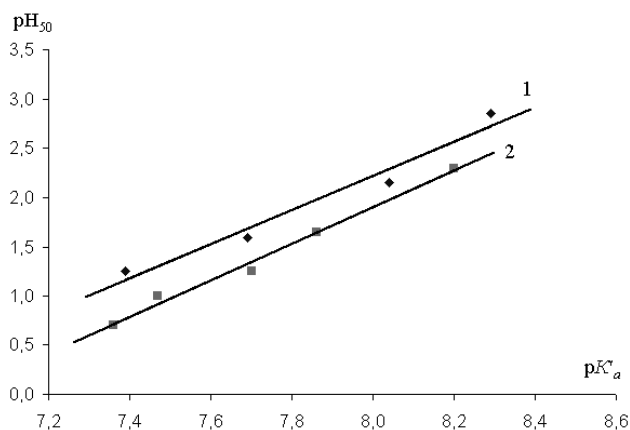


Рис. 3. Корреляционная зависимость pK'_a сорбентов и pH_{50} сорбции для 1 – монозамещенных и 2 – дизамещенных сорбентов.

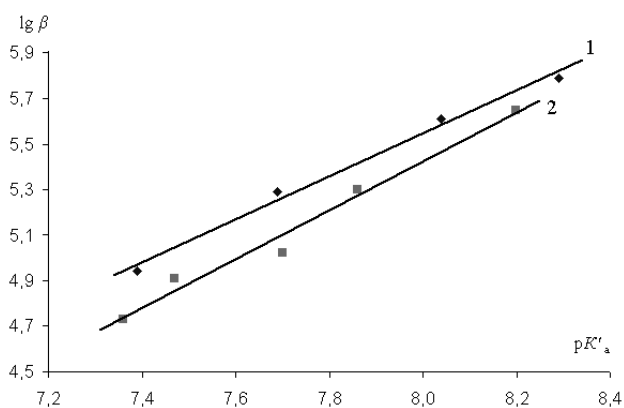


Рис. 4. Корреляционная зависимость между кислотно-основными свойствами ФАГ моно-(1) и дизамещенных (2) сорбентов (pK'_a) и константами устойчивости ($\lg \beta$) образуемых комплексов с ванадием (IV).

Количественное влияние заместителей, входящих в структуру ФАГ, описано на основе квантово-химических расчетов, исходя из предположения, что кислотность в исследуемом ряду соединений возрастает с уменьшением энергии, необходимой для отрыва протона от атома кислорода фенольного гидроксила сорбентов. Значения полных энергий модельных молекул сорбентов и соответствующих им анионов рассчитаны методом RHF/6-31G с полной оптимизацией геометрии, доступным в пакете программы Gaussian 03W [9]. Все оптимизированные нами структуры соответствуют минимумам на поверхности потенциальной энергии. Энергию депротонирования оценивали как разность между рассчитанной полной энергией молекулы и соответствующего ей аниона.

Корреляционная зависимость представлена на рис. 5 и адекватно описывается уравнениями прямых:

для монозамещенных: $pK'_a = 0,0064 \cdot E_{\text{депр}} - 1,553$ ($r=0,99$);
для дизамещенных: $pK'_a = 0,0065 \cdot E_{\text{депр}} - 1,058$ ($r=0,97$).

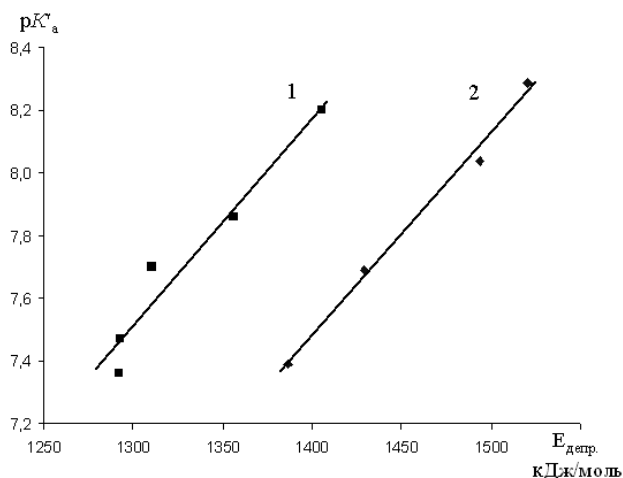


Рис. 5. Корреляционная зависимость между кислотно-основными свойствами (pK'_a) функциональных аналитических групп моно-(1) и дизамещенных (2) сорбентов и величинами энергий депротонирования ($E_{\text{депр.}}$) гидроксогрупп.

Установленные корреляционные зависимости позволяют осуществить количественный прогноз pH_{50} сорбции и прочности комплексов изучаемого элемента с данной группой сорбентов, исходя из величин pK'_a .

Например, предположим, что мы не располагаем сорбентом, где заместителем является арсо-

ногруппа – AsO_3H_2 . Согласно квантово-химическим расчетам находим энергию, необходимую для отрыва протона от атома кислорода фенольного гидроксила сорбента, которая равна соответственно 1510,65 кДж/моль. Используя установленные зависимости между $E_{\text{депр.}}$ и величиной pK'_a для моно- и дизамещенных сорбентов, мы можем рассчитать величину pK'_a для данного модельного монозамещенного сорбента:

$$pK'_a = (0,0064 \cdot 1510,65) - 1,553 = 8,11.$$

Далее, подставив полученное значение в уравнение установленной нами корреляционной зави-

симости, рассчитываем величины pH_{50} и $\lg \beta$:

$$pH_{50} = (8,11 - 6,763) / 0,555 = 2,43;$$

$$\lg \beta = 0,944 \cdot 8,11 - 2,004 = 5,65.$$

Таким образом, расчетные данные свидетельствуют о том, что прогнозируемый сорбент не превосходит, например, уже синтезированный полистирол-2-окси-(1-азо-1')-2'-окси-3'-сульфо-5'-нитробензол по величине pH_{50} сорбции (сдвиг pH_{50} составляет 1,18) и его синтез для дальнейшего использования при разработке нового метода концентрирования нецелесообразен, учитывая трудность исходного продукта.

Библиографический список

1. Карпов Ю.А. Методы пробоотбора и пробоподготовки / Ю.А. Карпов, А.П. Савостин. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2003.
2. Басаргин Н.Н., Розовский Ю.Г., Голосницкая В.А. и др. Корреляции и прогнозирование аналитических свойств полимерных хелатных сорбентов и их комплексов с элементами. – М.: Наука, 1986. – 200 с.
3. Басаргин Н.Н., Оскотская Э.Р., Симакова О.Е., Дорофеева Е.А. Теоретические и практические аспекты применения полистирол-азо-замещенных сорбентов с о,о' – диокси-азогруппировкой в анализе объектов окружающей среды на содержание Be, Cd, Sc, Y, Co, Ni. – Орел, Изд. ООО «Картуш», 2006. Том 1. 173 с.
4. Коростелев П.П. Приготовление растворов для химико-аналитических работ. – М.: Изд. АН СССР, 1962. – 311 с.
5. Музгин В.Н., Хамзина Л.Б., Золотавин В.Л., Безруков И.Я. Аналитическая химия ванадия. – М.: Наука, 1981. – 216 с.
6. Оскотская Э.Р., Басаргин Н.Н., Грибанов Е.Н. Определение гранулометрического состава полимерных комплексобразующих сорбентов седиментационным методом // Ученые записки Орловского государственного университета. – 2009. – № 4 (34). – С. 72–75.
7. 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.
8. Салдадзе К.М., Копылова-Валова В.Д. Комплексобразующие иониты (комплекситы). – М.: Химия, 1980. – 336 с.
9. Frisch M.J., Trucks G.W., Schlegel H.B. and etc. Gaussian 03 W, Gaussian, Inc., Pittsburgh PA, 2003.

E.R. OSKOTSKAYA, E.N. GRIBANOV, N.N. BASARGIN

THE PHYSICAL-CHEMICAL EXPLORATION SORPTION OF V(IV) ON POLYMERIC SORBENTS

The physical-chemical properties of complexing polymeric sorbents (CPSs) with o,o' – dioxy – azo – functional analytic group concerning to V(IV) are studied. The optimum parameters of sorption (acidity, temperature, time), the stability constants of the complexes, conditions of desorption were determined. Correlations between the dissociation constants (pK'_a) of the functional analytic group of the sorbents and pH_{50} of complexing of investigated element, between pK'_a and the stability constants of the complexes ($\lg \beta$), also between pK'_a and energy of hydroxyl's sorbents deprotonated are found. These correlations enable the prediction of the physical and chemical parameters of sorbents and metal sorption with the purpose of isolating and concentrating trace V(IV) from object of various origins.

Key words: Isolating and concentrating, polymeric complexing sorbents, vanadium, correlations.

Э.Р. ОСКОТСКАЯ, доктор химических наук, профессор, заведующая кафедрой химии Орловского государственного университета
Тел. (4862) 777818

С.В. ЧЕПЕЛЕВ, ассистент каф. химии Орловского государственного университета, факультет естественных наук
Тел. 89066630501

В.В. КУДИНОВА, магистрант химии, факультет естественных наук, кафедра химии Орловского государственного университета
Тел. 89202862611

Н.Н. БАСАРГИН, доктор химических наук, профессор Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН (ИГЕМ РАН)
Тел. (495) 3365668

ВЛИЯНИЕ ТРЕТЬЕГО КОМПОНЕНТА НА ПРОЦЕСС СОРБЦИИ КАТИОНОВ Ni^{2+} ПОЛИСТИРОЛ-(4-АЗО-1')-2'-ОКСИ-5'- НИТРОБЕНЗОЛОМ

Изучено концентрирование никеля(II) в системе «сорбент-никель(II)-третий компонент». Определены оптимальные условия концентрирования никеля(II) полимерными комплексообразующими сорбентами на основе аминопалистирола с окси-азо-ФАГ: $\text{pH}_{\text{опт}}$, $\text{pH}_{50\%}$, температура $t^\circ\text{C}$, время (τ), $\text{SEC}_{\text{Ni}}^{2+}$). Впервые установлены аналитические параметры тройных систем разнолигандных комплексов «сорбент-элемент-третий компонент». Показано влияние третьего компонента на процесс сорбции катионов Ni^{2+} . Изучена избирательность сорбции никеля(II) сорбентами данного класса. Полученные данные могут быть использованы в анализе природных и технических объектов.

Ключевые слова: никель, полимерные комплексообразующие сорбенты, *n*-нитроанилин, *n*-броманилин, сульфаниловая кислота, бромсульфосалициловая кислота, хемосорбция, функционально-аналитическая группа.

Никель является опасным неорганическим токсикантом, влияющим на состояние окружающей среды и здоровье человека. Поступление ионов никеля(II) в воду, его подвижность, миграция и пространственные закономерности распространения связаны с физико-химическими свойствами их ионов и соединений [1]. Современные инструментальные методы анализа не всегда позволяют проводить прямое определение исследуемых микроэлементов из-за влияния матричного состава пробы или низких концентраций определяемых элементов. В этих целях наряду с другими методами эффективно используются полимерные комплексообразующие сорбенты (ПКС), содержащие в своей матрице комплексообразующие функционально-аналитические группы (ФАГ). Они позволяют выделить определяемые элементы из растворов сложного состава, снизить предел обнаружения, устранить или значительно уменьшить влияние фоновых макрокомпонентов, что способствует повышению точности и чувствительности анализа [2].

В данной работе исследован класс ПКС на основе аминополистирола с окси-азо-ФАГ и *n*-заместителями различной электронной природы (NH_2 , NO_2 , SO_3H , Br, COOH , AsO_3H_2 , CH_3). Сорбенты представляют собой тонкодисперсные порошки темно-коричневого цвета, нерастворимые в воде, кислотах, щелочах и органических растворителях. Перед использованием ПКС были очищены и имели квалификацию «х. ч.».

Целью работы являлось изучение важнейших параметров процесса хемосорбции никеля(II) ПКС на основе аминополистирола с окси-азо-ФАГ в присутствии третьего компонента.

Ранее нами определены оптимальные условия сорбции никеля(II) сорбентом – полистирол-(4-азо-1')-2'-окси-5'-нитробензол в присутствии *n*-нитроанилина и *n*-броманилина (табл. 1) [3]. Количественная сорбция никеля(II) на сорбенте № 1 в присутствии *n*-нитроанилина достигается при $\text{pH}_{\text{опт}} = 4,5 - 6,0$ ($\text{pH}_{50} = 2,7$); с *n*-броманилином при $\text{pH}_{\text{опт}} = 5,5 - 6,5$ ($\text{pH}_{50} = 3,5$). Количественная сорбция катионов никеля(II) на сорбенте № 7 достигается при $\text{pH}_{\text{опт}} = 4,0 - 5,5$ ($\text{pH}_{50} = 2,2$) в присутствии *n*-нитроанилина; в присутствии *n*-броманилина при $\text{pH}_{\text{опт}} = 6,0 - 6,5$ ($\text{pH}_{50} = 4,1$). Опыты проводили в оптимальных условиях при комнатной температуре ($20 \pm 2^\circ\text{C}$). Заместитель нитрогруппа в *n*-замещенных анилина в отличие от атома брома в *n*-положении резко смещает pH_{50} сорбции в более кислую область, что подтверждено в ходе анализа. Введение в структуру сорбента электроноакцепторных заместителей приводит к смещению pH_{50} сорбции элементов в более кислую область. В результате этого увеличивается прочность связи в комплексе «сорбент- Ni^{2+} -*n*-замещенные анилина», т.к. реализуется координационное число изучаемого элемента.

В данной работе представлены результаты исследований по изучению условий концентрирования никеля(II) сорбентом – полистирол-(4-азо-1')-2'-окси-5'-нитробензол в присутствии сульфаниловой и бромсульфосалициловой кислоты. Сорбенты имеют ФАГ, способную реализовать только координационное число элемента, равное двум, т.е. связывая его по азо- и оксигруппе. Остальная координационная связь элемента может быть реализована присоединением третьего компонента –

лиганда – в виде малой мономерной молекулы, имеющей комплексообразующие атомы и группы. Поскольку изучаемый элемент склонен к образованию прочных координационных связей с неподеленными электронными парами кислорода, в качестве третьего компонента были использованы сульфаниловая и бромсульфосалициловая кислоты. Это дает возможность проследить влияние третьего компонента на сдвиг pH сорбции элемента по ФАГ. Растворы данных кислот с концентрацией 25 мг/мл готовили на дистиллированной воде [4].

Основными физико-химическими свойствами ПКС являются сорбционные свойства (степень извлечения – R , %, $\text{pH}_{\text{опт}}$ и pH_{50} сорбции, сорбционная емкость сорбента (SEC , мкг/г), время и температура сорбции – τ и $t^\circ\text{C}$ и кислотно-основные свойства (pK_a) ФАГ [5].

Исходный раствор никеля(II) с концентрацией 1 мг/мл готовили растворением в концентрированной азотной кислоте «х.ч.» навески металла Ni, чистоты 99,99%. Рабочие растворы никеля(II) готовили разбавлением исходного раствора [6].

Кислотность раствора измеряли Иономером И-500 с точностью измерения $\pm 0,05$ ед. pH . Контроль концентрации никеля(II) в растворах после сорбции и десорбции осуществляли спектрофотометрически на спектрофотометре СФ-26 при $\lambda_{\text{опт}} = 443$ нм, с органическим реагентом диметилглиоксимом ($l = 1$ см) [1].

Условия сорбции (время, температура, $\text{pH}_{\text{опт}}$, pH_{50} , SEC_{Me}) исследовали по описанной методологии [5]. Изучение оптимальных условий сорбции проводили в растворах объемом 25 мл, содержащих 25 мкг никеля(II), 25 мг сорбента и 25 мг/мл третьего компонента. Величину pH_{50} определяли из зависимости: степень сорбции $R(\%)$ – pH раствора.

Величины pH_{50} сорбции никеля(II) (табл. 2) определены графически при $R = 50\%$ и $t = 20 \pm 2^\circ\text{C}$. На рис. 1, 2 показано влияние кислотности среды на сорбцию катионов никеля(II) данным сорбентом в присутствии третьего компонента сульфаниловой и бромсульфосалициловой кислот. По полученным данным нами сделан вывод о том, что при $\text{pH}_{\text{опт}}$ количественная сорбция никеля(II) в кислой среде достигается с сорбентом – полистирол-(4-азо-1')-2'-окси-5'-нитробензол (табл. 2).

Количественная сорбция катионов Ni^{2+} в присут-

Таблица 1 – Характеристики полимерных сорбентов и процесса хемосорбции никеля(II)
($t = 20 \pm 2^\circ\text{C}$, $\mu = 1$, $R = 80\text{--}100\%$)

№	Название сорбента и третьего компонента	Третий компонент	$\text{pH}_{\text{опт}}$	pH_{50}	СЕС_{Me} , мг/г	Время τ , мин
1.	Полистирол-(4-азо-1')-2'-окси-5'-нитробензол	<i>n</i> -нитроанилин	4,5-6,0	2,7	14,27	20,0
2.	Полистирол-(4-азо-1')-2'-окси-5'-аминобензол	<i>n</i> -нитроанилин	6,0-7,0	3,2	13,00	25,0
		<i>n</i> -броманилин	5,5-6,5	3,5		
3.	Полистирол-(4-азо-1')-2'-окси-5'-карбоксибензол	<i>n</i> -нитроанилин	6,0-7,0	2,5	10,60	25,0
4.	Полистирол-(4-азо-1')-2'-окси-5'-бромбензол	<i>n</i> -нитроанилин	5,0-6,0	3,0	11,37	20,0
5.	Полистирол-(4-азо-1')-2'-окси-5'-метилбензол	<i>n</i> -нитроанилин	6,0-7,0	3,8	8,00	25,0
6.	Полистирол-(4-азо-1')-2'-окси-5'-бензол	<i>n</i> -нитроанилин	5,5-6,5	3,3	12,41	25,0
7.	Полистирол-(4-азо-1')-2'-окси-5'-сульфобензол	<i>n</i> -нитроанилин	4,0-5,5	1,9	15,04	20,0
		<i>n</i> -нитроанилин	6,0-6,5	4,1		
8.	Полистирол-(4-азо-1')-2'-окси-5'-арсонобензол	<i>n</i> -нитроанилин	4,5-5,5	2,0	9,25	25,0

ствии бромсульфосалициловой кислоты происходит в интервале $\text{pH}_{\text{опт}}$ 4,0-4,5, величина pH_{50} равна 2; в присутствии сульфаниловой кислоты при $\text{pH}_{\text{опт}}$ 5,5-6,0 наблюдается полная сорбция катионов Ni^{2+} из раствора, величина pH_{50} равна 2,5. На основании полученных результатов видно, что количественная сорбция никеля(II) с бромсульфосалициловой кислотой протекает в более кислой области, что позволяет снизить влияние матричных компонентов на процесс сорбции исследуемых катионов.

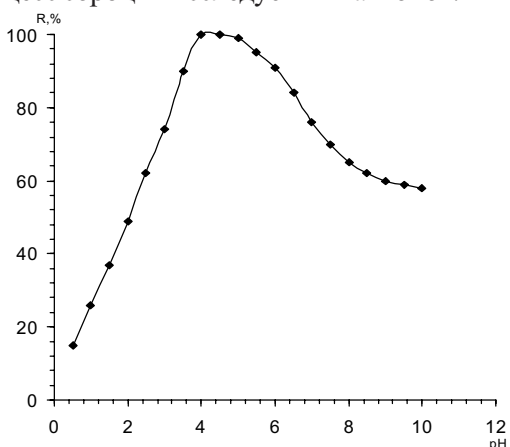


Рис. 1. Влияние кислотности среды на процесс хемосорбции никеля(II) полистирол-(4-азо-1')-2'-окси-5'-нитробензол (табл. 2) в присутствии бромсульфосалициловой кислоты ($V = 25$ мл, $m_{\text{сорбента}} = 25,0 \pm 0,1$ мг, $c_{\text{Ni(II)}} = 25$ мкг/мл, $\tau = 120$ мин).

Таблица 2 – Химико-аналитические характеристики сорбента и процесса сорбции никеля(II)
($t = 20 \pm 2^\circ\text{C}$, $\mu = 1$, $R = 98\text{--}100\%$)

№	Название сорбента и третьего компонента	$\text{pH}_{\text{опт}}$	$\text{СЕС}_{\text{Ni(II)}}$, мг/г	Время τ , мин	pH_{50}
1.	Полистирол-(4-азо-1')-2'-окси-5'-нитробензол + бромсульфосалициловая кислота	4,0-4,5	14,27	15,0	2,0
2.	Полистирол-(4-азо-1')-2'-окси-5'-нитробензол + сульфаниловая кислота	5,5-6,0	14,27	17,5	2,5

Сорбент полистирол-(4-азо-1')-2'-окси-5'-нитробензол количественно ($R = 100\%$) сорбирует никель(II) при температуре $20 \pm 2^\circ\text{C}$ и перемешивании на магнитной мешалке в течение 15,0-17,5 минуты (табл. 1). Повышение температуры до 60°C сокращает время сорбции, но ведет к частичному разрушению комплексов и снижению величины R %.

Величину сорбционной емкости сорбента (СЕС по никелю) рассчитывали как количество мг Ni^{2+} , сорбированное 1 г сорбента [4]. Сорбционная емкость сорбента по катиону никеля(II) найдена равной 14,27 мг никеля /г сорбента.

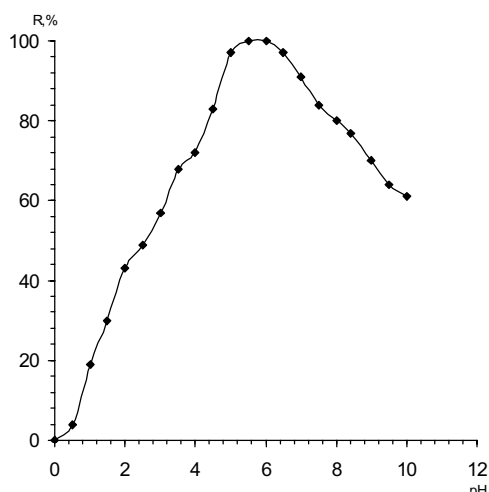


Рис. 2. Влияние кислотности среды на процесс хемосорбции никеля(II) полистирол-(4-азо-1')-2'-окси-5'-нитробензол (табл. 2) в присутствии сульфаниловой кислоты ($V = 25$ мл, $m_{\text{сорбента}} = 25,0 \pm 0,1$ мг, $c_{\text{Ni(II)}} = 25$ мкг/мл, $\tau = 120$ мин).

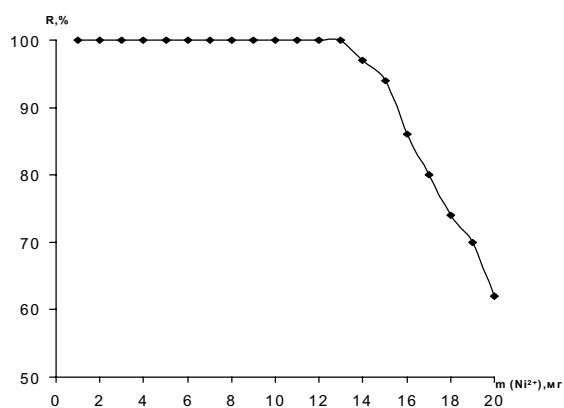


Рис. 3. Определение $\text{СЕС}_{\text{Ni}^{2+}}$ сорбента от массы введенного элемента.

Определены условия количественной десорбции, которая достигается промывкой концентрата на бумажном фильтре «синяя лента» 10 мл 2 М азотной кислотой. Десорбция соляной кислотой не в полной мере удовлетворяет полученным результатам, т.к. $R = 60 - 95\%$.

Таблица 3 – Десорбция никеля(II) минеральными кислотами

Кислота	Концентрация	Объем, мл	Степень десорбции никеля(II) (%) после концентрирования сорбентами
HCl	1 М	5	65
		10	88
	2 М	10	95
HNO ₃	1 М	5	96
		10	98
	2 М	5	100
		10	100

Полученные данные могут быть использованы для разработки методик выделения и определения никеля(II) из природных и технических объектов.

Библиографический список

1. Пешкова В.М., Савостина В.М. Аналитическая химия никеля. – М.: Наука, 1966. – 205 с.
2. Оскотская Э.Р., Басаргин Н.Н., Карпушина Г.И. Теоретические и практические аспекты применения ПХС с о-окси-карбоксо-ФАГ в анализе объектов окружающей среды на содержание Pb, Zn, Cd, Cu, Co, Ni, V, Cr, Mn: Монография. Том 2. – Орел: Картуш, 2006. – 145 с.
3. Оскотская Э.Р., Басаргин Н.Н., Чепелев С.В., Розовский Ю.Г. Исследование оптимальных условий концентрирования никеля(II) полимерными комплексообразующими сорбентами с окси-азо-ФАГ на основе аминополести-рола // Депонирование, ВИНТИ, г. Москва, 2009, № 800 в 2009.
4. Басаргин Н.Н., Розовский Ю.Г., Стругач И.Б. Разнолигандные комплексы полимерных хелатных сорбентов с медью(II), никелем(II), кобальтом(II) и *n*-замещенными анилинами // Журнал неорган. химии. – 1986. – Т. 31. – № 8. – С. 2055–2058.
5. Басаргин Н.Н., Розовский Ю.Г., Голосницкая В.А. и др. Корреляции и прогнозирование аналитических свойств органических реагентов и хелатных сорбентов. – М.: Наука, 1986. – 200 с.
6. Коростелев П.П. Приготовление растворов для химико-аналитических работ. – М.: Изд. АН СССР, 1962. – 311 с.

E.R. OSKOTSKAY, S.V. CHEPELEV, V.V. KUDINOVA, N. N. BASARGIN

THE CONCENTRATION OF IONS Ni^{2+} BY POLIMERAL SORBENTS WITH OXY-AZO-FAG
IN THE MODEL SOLUTIONS

An influence of the third component on the process of sorbcium of cations Ni^{2+} polistirol-(4-azo-1')-2'-oxy-5' by nitrobenzene. We learned the concentration of nickel(II) in the system «sorbent-nickel(II) – the third element. We defined optimal conditions of the concentration of nickel(II) by PKS on a base of aminopolistirol with oxy-azo-FAG: pH, pH_{50} , temperature, time (τ), $\text{CEC}_{\text{Ni}}^{2+}$). For the first time we determined analytical characteristics of ternary systems of different ligand complexes «sorbent-element-the third components We can see the influence of the third component on the process of sorbcium of ions Ni^{2+} We learned an election of sorbcium of nickel(II) by the sorbents of this class. We can use these facts in the analysis of natural and technical objects.

Key words: *nikelum, PKS, n-nitroanilinum, n-bromanilinum, sulfanilovaya aised, bromsulfosalicilovaya aised, hemosorbcia, functional anlaysia group.*

БИОЛОГИЯ

Н.И. БОНДАРЕВ, кандидат биологических наук, доцент, соискатель кафедры ботаники Орловского государственного университета

Тел. 8 951 1303810; nikbond@inbox.ru

О.В. РЕШЕТНЯК, кандидат фармацевтических наук, старший научный сотрудник Института физиологии растений РАН

Тел.: (495) 977-94-45

А.М. НОСОВ, доктор биологических наук, профессор кафедры физиологии растений Московского государственного университета

Тел.: (495) 939-21-18

ВЛИЯНИЕ СПЕКТРАЛЬНОГО СОСТАВА СВЕТА ВИДИМОЙ ОБЛАСТИ И УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЙ РАДИАЦИИ НА РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ *STEVIA REBAUDIANA* BERTONI *IN VITRO* И БИОСИНТЕЗ В НИХ СТЕВИОЛ-ГЛИКОЗИДОВ

Исследовано влияние спектрального состава света видимой области и ультрафиолетового излучения Б-области (УФ-Б) на развитие растений стевии in vitro и биосинтез в них стевиол-гликозидов (СГ). Выявлено, что влияние спектрального состава света на диплоидный и тетраплоидный генотипы было различным. Для диплоидов оптимальным для роста и биосинтеза СГ было воздействие красного света, в то время как для тетраплоидов оптимум находился в более коротковолновой части спектра (зеленый свет), что может быть связано с более высоким содержанием пигментов и более развитой анатомической структурой у тетраплоидов. УФ-Б излучение незначительно усиливало рост растений по сравнению с контролем, однако содержание СГ в листьях при этом снижалось.

Ключевые слова: *Stevia rebaudiana*, *in vitro*, спектральный состав света, ультрафиолетовое излучение, диплоид, тетраплоид, параметры роста растений, стевиол-гликозиды.

Хорошо известно, что растения *Stevia rebaudiana* Bertoni (*Asteraceae*) содержат уникальные соединения – низкокалорийные дитерпеновые стевиол-гликозиды, которые обладают высокой подслащивающей способностью (в 300 раз слаще сахарозы) [22, 27]. Они не токсичны, и к ним не наблюдается привыкания, как к традиционным сахарозаменителям – ксилиту и сорбиту [26, 27]. Эти свойства делают стевиол-гликозиды чрезвычайно перспективными для использования в качестве заменителя сахара для людей, страдающих от заболеваний, связанных с нарушением углеводного обмена, в первую очередь для диабетиков, а также для широкой замены сахара в пищевой промышленности. Максимальное количество СГ накапливается в листьях

стевиин [2, 20]. Основными по содержанию СГ являются стевиозид, ребаудиозид А и ребаудиозид С [17]. Одним из перспективных направлений является изучение влияния различных факторов на накопление СГ в культурах стевиин *in vitro*. Успехи в этой области могут представлять интерес не только для фундаментальной науки, но и будут иметь практические перспективы.

Ранее нами было исследовано влияние компонентов питательной среды, а также фотопериода и интенсивности светового потока на развитие побегов стевиин *in vitro* и накопление в них СГ [4, 19]. Известно, что спектральный состав света оказывает существенное влияние на процессы роста и развития, а также биосинтез веществ вторичного обмена как у интактных растений, так и в культурах *in vitro* [9, 11, 15]. Эти эффекты могут проявляться в более быстром и качественном развитии меристем и целых растений, повышении их продуктивности как по биомассе, так и по содержанию в тканях веществ специализированного обмена и устойчивости к неблагоприятным факторам среды [5, 7, 11]. Свет является наиболее значимым фактором культивирования, воздействующим на биосинтез СГ, так как интенсивность последнего зависит от развития и активности функционирования хлоропластов [23], что вполне ожидаемо, так как СГ, по нашему предположению, синтезируются именно в пластидах по альтернативному 1-деокси-D-ксилоулозо-5-фосфатному пути синтеза терпеноидов [25].

К настоящему времени влияние спектрального состава света на рост и развитие побегов *Stevia rebaudiana* и биосинтез в них СГ практически не изучено. Нам известно лишь одно подобное исследование, проведенное при выращивании стевиин методом гидропоники в светокультуре [1]. Особенно актуально проведение таких исследований в культуре *in vitro* в связи с тем, что в последние годы находит применение микроклональное размножение и выращивание стевиин в биореакторах [16].

Коротковолновое УФ-Б излучение, как известно, является для растений сильным стрессовым фактором, увеличивающим биосинтез некоторых соединений специализированного обмена растений, уменьшающих окислительное повреждение от этого излучения [24, 30]. Стевиол-гликозиды, как не-

давно было показано, обладают сильными антиокислительными свойствами [32].

Целью нашего исследования было изучение влияния спектрального состава света как видимой области, так и УФ излучения на процессы роста и развития растений стевиин *in vitro*, а также биосинтез в их листьях дитерпеновых стевиол-гликозидов.

Объектами исследования служили растения стевиин *in vitro* двух генотипов: 0 (диплоид) и 1 (тетраплоид), которые получали, как описано ранее [18], и выращивали в пробирках на безгормональной агаризованной среде Мурасиге и Скуга [27]. В качестве микрочеренков использовали фрагменты стебля пробирочных растений длиной около 1,5 см, с одной парой листьев. Культивирование проводили при температуре $26 \pm 1^\circ\text{C}$ и влажности воздуха 70% в течение 5 недель.

Чаще всего при изучении реакции выращиваемых растительных объектов исследователи используют две области спектра – красную и синюю, как обладающие наибольшим морфогенетическим влиянием [15]. В связи с этим культивирование осуществляли на красном, зеленом, синем (максимумы излучения 710, 510 и 460 нм соответственно) и белом свете. В экспериментах использовали лампы ЛБ-80, интенсивность светового потока составляла 8 Вт/м^2 при 16-часовом фотопериоде.

В отдельных экспериментах растения, выращиваемые на белом свете, подвергали УФ-Б излучению (280–320 нм) в течение двух часов, с 16:00 до 18:00. В качестве источника УФ радиации использовали лампу ДРЛФ-400 с удаленной внешней колбой, являющейся эквивалентом бактерицидной ртутной лампы типа ПРК-2. Интенсивность облучения по УФ-Б составляла $0,74 \text{ Вт/м}^2$. В качестве контроля использовали растения, культивируемые на том же стеллаже и использующие видимый свет от УФ ламп, но без УФ-Б излучения (контроль 1), а также стандартный режим выращивания (контроль 2): белый свет при интенсивности облучения 8 Вт/м^2 и фотопериоде 16 часов.

Определяли число и длину побегов, число пар листьев на побегах, число и длину корней, сырую и сухую массу, содержание СГ в листьях, основном месте их накопления [17, 20]. Исследования

проводили в течение трех лет, в каждом эксперименте было 15 биологических повторностей. На рисунках представлены средние арифметические и их стандартные отклонения.

Определение состава и содержания СГ в очищенных экстрактах растительных образцов проводили методом ВЭЖХ на приборе фирмы LKB-Produkter AB, Bromma (Швеция). Детектирование – UV-210 нм, объем калибровочной петли – 10 мкл. В работе использовали стальную колонку Ultro Ras column TSK-OH-120, 4,6x250 мм с размером частиц 5 мкм. Разделение проводили в системе растворителей ацетонитрил: вода (85:15) при скорости потока 0,5 мл/мин. Подробное описание экстрагирования образцов и их очистки приведено ранее [17]. Определяли содержание трех мажорных СГ (стевиозид, ребаудиозид А и ребаудиозид С). Стандарты-метчики стевиол-гликозидов были получены из Института органической и физической химии им. А.Е. Арбузова КНЦ РАН (г. Казань). Величины стандартных ошибок при определении содержания СГ не превышали 3%.

Спектральный состав света оказывал различное влияние на диплоидный и тетраплоидный генотипы. Так, при воздействии на диплоид длинноволновой области спектра (красный свет) по сравнению с более коротковолновой областью (зеленый и синий свет) все основные параметры роста были существенно выше. Так, например, длина побегов и корней, а также сухая масса листьев растений, культивируемых на красном свете, была больше примерно в 1,5 раза, чем на зеленом и синем свете (рис. 1). Существенные различия по этим параметрам наблюдали уже по истечении двух недель культивирования. В содержании СГ наблюдали такую же закономерность (рис. 2а), т.е. содержание СГ коррелировало с развитием растений.

В результате продуктивность по СГ возрастала более чем в 2 раза. Растения, выращиваемые на белом свете, по изученным параметрам, как правило, занимали промежуточное положение.

На тетраплоид влияние спектрального состава было несколько иным. Самые высокие параметры роста растений, за исключением корневой системы, отмечали при культивировании на зеленом свете (рис. 1б, 2б).

При воздействии УФ-Б излучения ростовые параметры растений (длина побегов, длина и количество корней, сырая и сухая масса растений) были несколько выше, чем в контроле, хотя это увеличение в большинстве случаев не было достоверным (рис. 3). Содержание индивидуальных СГ и их сумма при этом снижались на 25–30% (рис. 4). Однако продуктивность по СГ, с учетом повышения сухой массы листьев, уменьшалась незначительно.

Известно, что в области ультрафиолетовой радиации поглощение составляет 92–96%. В видимой области поглощение максимально в зоне 400–480 нм и 640–680 нм, где оно составляет 90–92% и 85–92% от падающей энергии соответственно. В то же время поглощение зеленых лучей ниже – 65–75%. Поглощение в области инфракрасной радиации в естественных условиях незначительно (5–10%), тогда как при искусственном освещении инфракрасная радиация поглощается интенсивно (60–90 %) независимо от ее доли в излучении источника [15].

Влияние красного света на удлинение стебля за счет растяжения клеток ранее отмечали многие исследователи у других растительных объектов [9, 11]. Известны сведения и о стимуляции красным светом корнеобразования [6, 9]. Однако в нашем случае была значительно выше и сухая масса как всего растения, так и одних листьев стеви, что существенно отличается от результатов проведенных ранее исследований на других растительных объектах – картофеле [11] и левзее [8], в которых сухая масса растений была больше при выращивании на синем свете. Вероятнее всего, это определяется, на наш взгляд, видовыми различиями и экологической принадлежностью растения. Кроме того, важное значение имеет соотношение красных (660 нм) и дальних красных (730 нм) лучей в спектре излучения, при изменении которого осуществляется фитохромная регуляция ростовых процессов [10, 21, 31], а также наличие инфракрасной радиации (740–4000 нм) [15]. Между биосинтезом СГ и фотосинтезом и, как следствие, ростом растений стеви существует корреляция [23]. Эта особенность, на наш взгляд, связана с усилением синтеза углеводов в процессе фотосинтеза, в частности D-глицеральдегид-3-фосфата, с которого на-

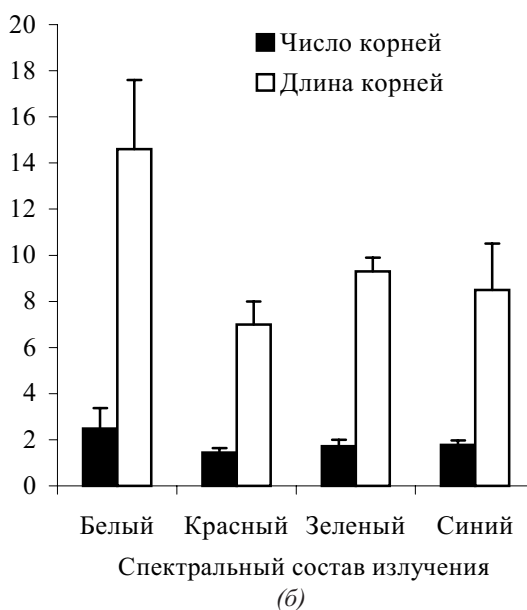
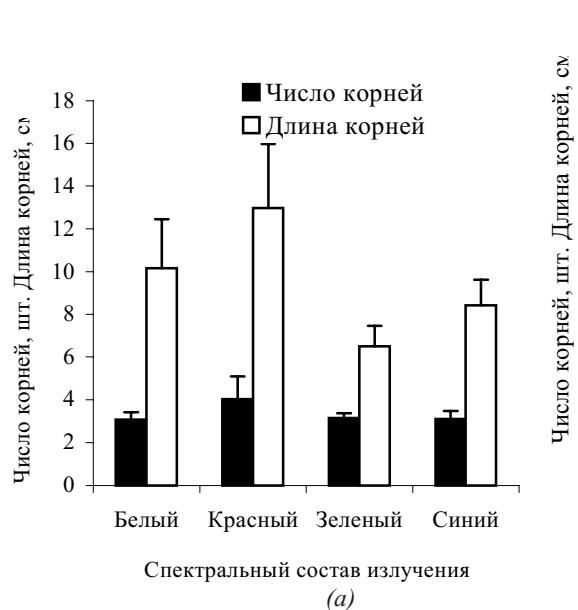
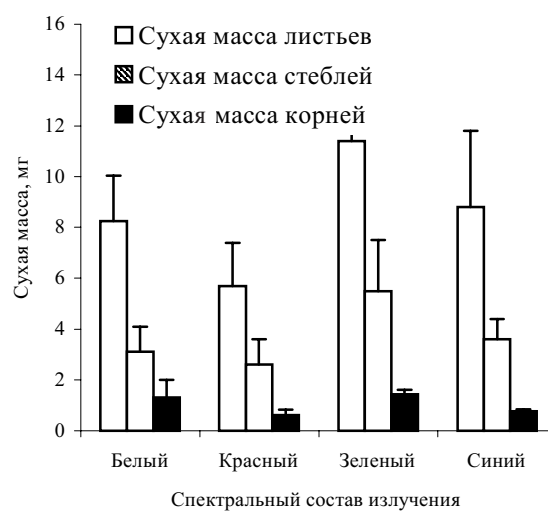
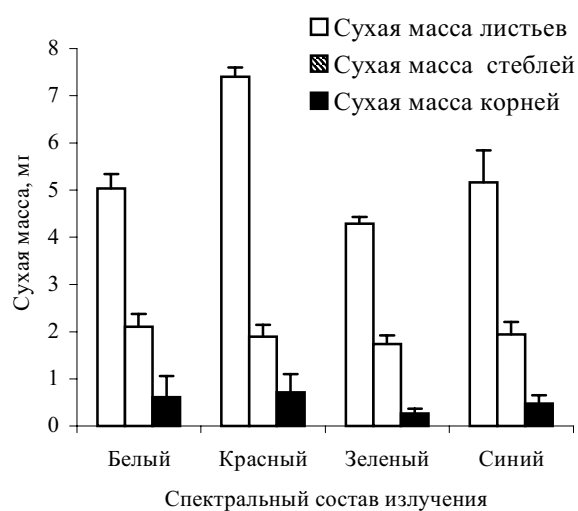
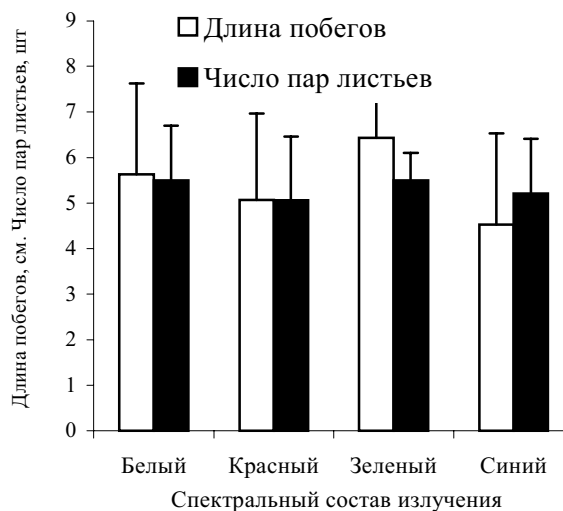
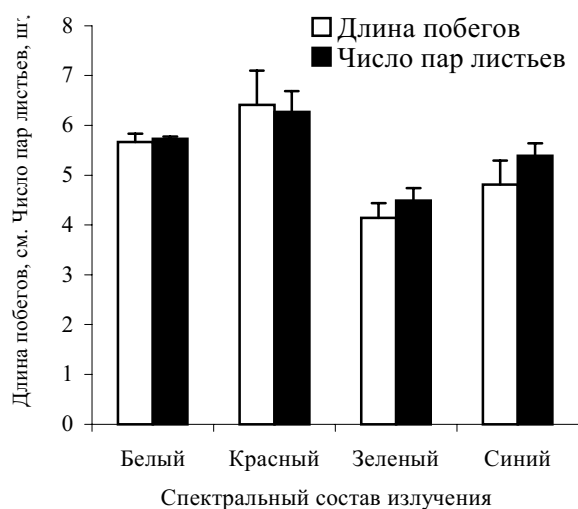


Рис. 1. Влияние спектрального состава света на развитие растений стевии *in vitro*:
а – диплоид, б – тетраплоид.

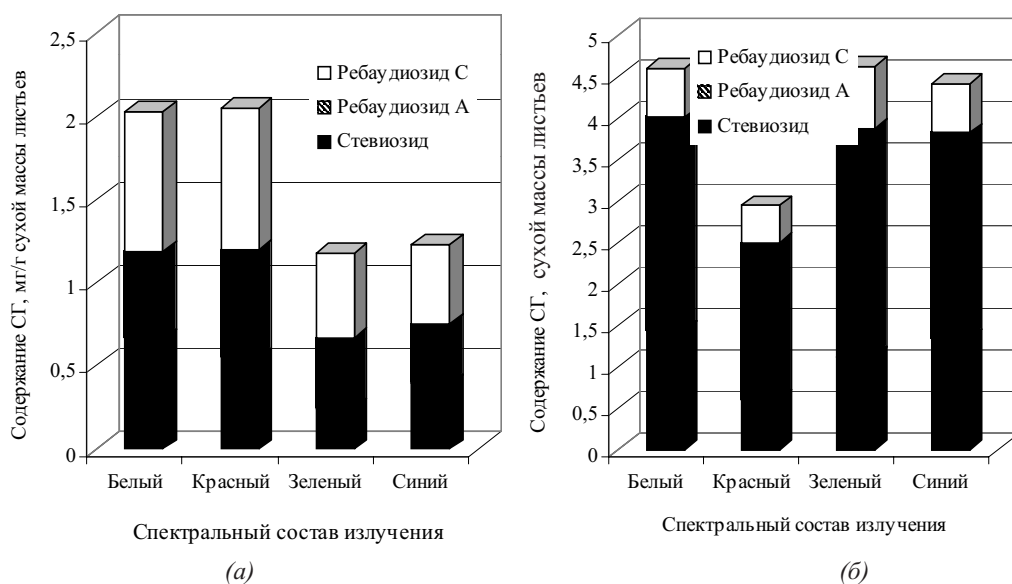


Рис. 2. Влияние спектрального состава света на содержание СГ в листьях растений стевии *in vitro*: а – диплоид, б – тетраплоид.

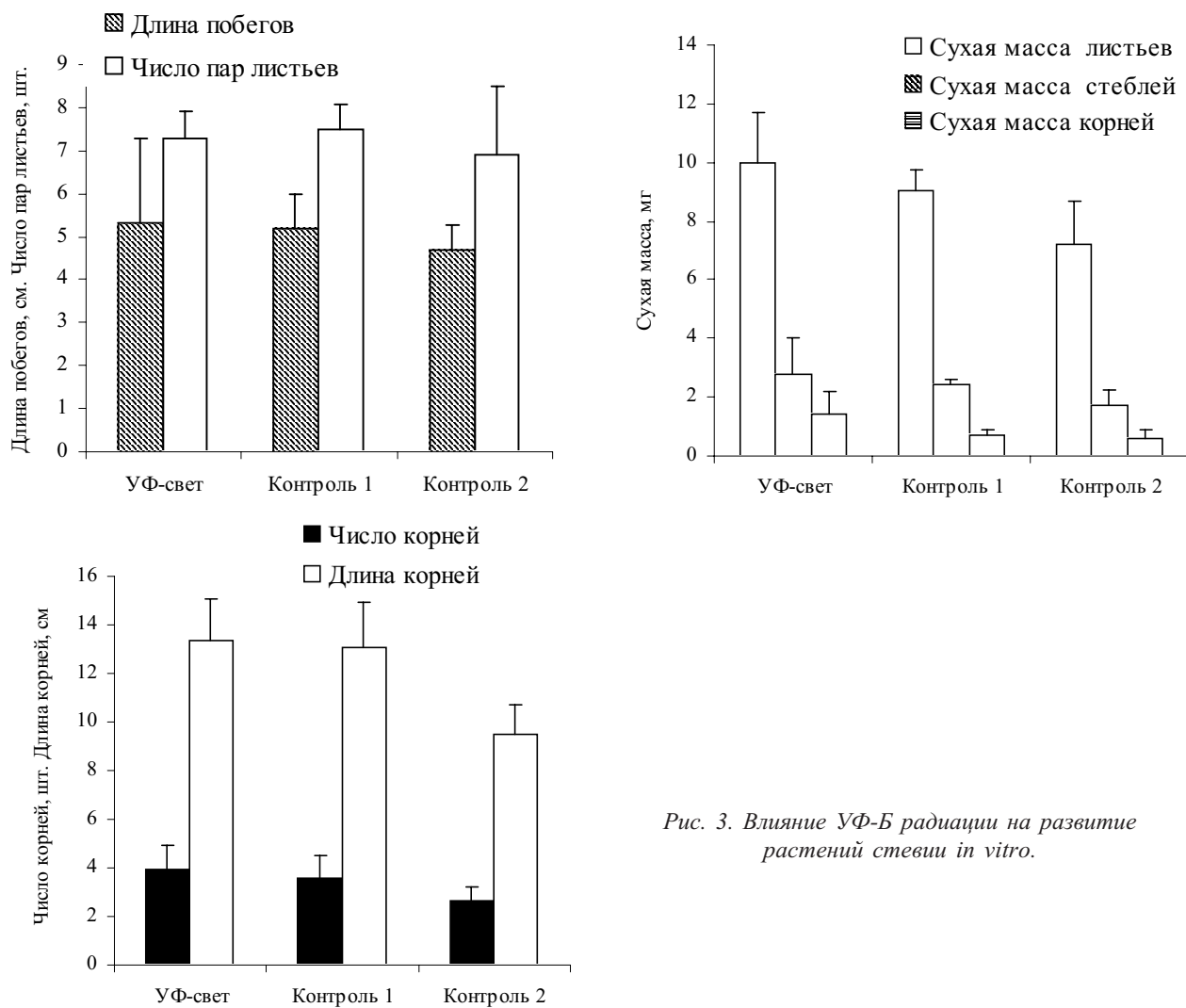


Рис. 3. Влияние УФ-Б радиации на развитие растений стевии *in vitro*.

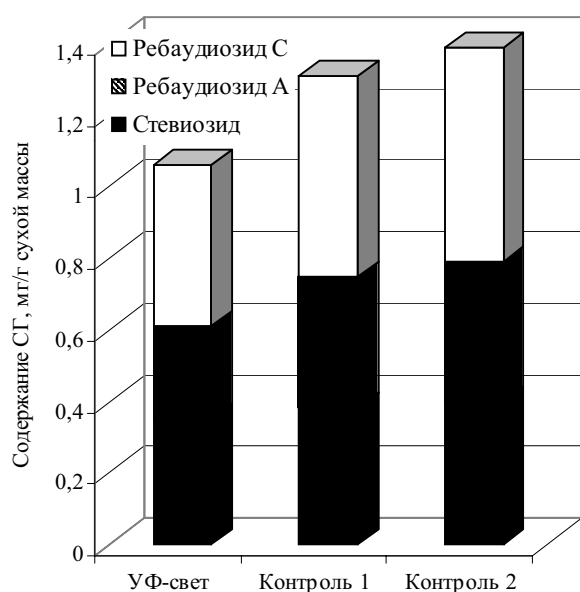


Рис. 4. Влияние УФ-Б радиации на содержание СГ в листьях растений стевии *in vitro*

чинается путь образования терпеноидов в хлоропластах.

Существующее противоречивое мнение в отношении воздействия синих и красных лучей на процессы синтеза у растений, когда в одних случаях более активными были красные, а в других – синие лучи, Шульгин в книге «Растение и солнце» объясняет тем, что при низкой интенсивности облучения процессы синтеза регулируются красными лучами, а при высокой – синими. Величина интенсивности, при которой эффективность красных и синих лучей выравнивается, обусловлена особенностями радиационного режима произрастания растения и может колебаться от 5 до 20 Вт/м², а в некоторых случаях и выше [12]. В пользу этого утверждения свидетельствует сравнение наших результатов с данными, полученными Батуриной для интактных растений стевии при интенсивности облучения 100 Вт/м². Наибольшее количество стевиозида в листьях стевии в этом случае накапливалось на синем свете, а наименьшее – на красном, при выращивании на белом свете его содержание, как и в наших экспериментах, занимало промежуточное положение [1]. Исходя из вышесказанного, интенсивность облучения в нашем эксперименте (8 Вт/м²) для диплоида является, по-ви-

димому, ниже, в то время как для тетраплоида несколько выше интенсивности выравнивания обеих эффективностей. На наш взгляд, это связано с тем, что поглощение листом видимой, для растений – фотосинтетически активной радиации (ФАР) определяется прежде всего содержанием хлорофиллов и каротиноидов, выборочно поглощающих излучение. Помимо этого поглощение также зависит от удельной поверхностной плотности и анатомической структуры листовой пластинки (толщины листа, числа клеток на единицу поверхности, числа слоев столбчатой и губчатой паренхимы, числа и размеров пластид в клетках и на единице поверхности листа) [13–15]. Тетраплоиды стевии, как было показано нами ранее, характеризуются более высокими перечисленными параметрами [3, 23].

Уменьшение содержания СГ при воздействии УФ-Б радиации связано, на наш взгляд, с тем, что коротковолновое излучение нарушает формирование листовой пластинки и структуру хлоропластов [29]. А интенсивность биосинтеза СГ, как было показано нами ранее, зависит от развития и активности функционирования хлоропластов [23], продуцирующих в процессе фотосинтеза углеводы, в том числе D-глицеральдегид-3-фосфат, необходимый для функционирования альтернативного «немевалонатного» пути образования терпеноидов в пластидах.

Таким образом, основные параметры роста растений *in vitro* и содержание СГ в листьях для диплоидов были выше при воздействии длинноволновой области спектра (красный свет), в то время как для тетраплоидов оптимальным для роста и биосинтеза СГ было воздействие более коротковолновой части спектра (зеленый свет). Такое отличие, на наш взгляд, можно объяснить более высоким содержанием пигментов и более развитой анатомической структурой листовой пластинки у тетраплоидов. УФ-Б излучение незначительно увеличивало параметры роста растений по сравнению с контролем, однако содержание СГ в листьях при этом снижалось, что может быть связано с нарушением формирования листовой пластинки и структуры хлоропластов УФ-Б излучением.

Библиографический список

1. Батурина И.А. Культивирование стевии с использованием метода светокультуры для создания продуктов функционального питания. Автореф. дис. ... канд. с/х наук. – Красноярск, 2005.
2. Бондарев Н.И., Суханова М.А., Решетняк О.В., Носов А.М. Состав и содержание стевииол-гликозидов в надземных и подземных органах *Stevia rebaudiana* Bertoni и их динамика в течение онтогенеза. – V съезд Общества физиологов растений (ОФР) России и Межд. конф. «Физиология растений – основа фитобиотехнологии». – Пенза, 2003. – С. 379.
3. Бондарев Н.И., Решетняк О.В., Носов А.М. Особенности роста и накопления стевииол-гликозидов у растений *Stevia rebaudiana* Bertoni различных клонов *in vivo* и *in vitro* // Биотехнология. – 2007. – № 1. – С. 22–28.
4. Бондарев Н.И., Решетняк О.В., Носов А.М. Влияние фотопериода и интенсивности облучения на развитие побегов *Stevia rebaudiana* Bertoni *in vitro* и синтез в них стевииол-гликозидов // Известия ТСХА. – 2008. – Вып. 4. – С. 103–108.
5. Бутенко Р.Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнология на их основе. – М.: ФБК Пресс, 1999.
6. Геринг Х., Цоглауер К., Гоффманн В., Пинкер И. Влияние ауксина и красного света на корнеобразование у побегов березы *in vitro* // Культура клеток растений и биотехнология. – М.: Наука, 1986. – С. 106–110.
7. Карначук Р.А., Протасова Н.Н., Добровольский М.В. Физиологическая адаптация листа левзеи к спектральному составу света // Физиол. раст. – 1987. – Т. 34. – Вып. 1. – С. 51–54.
8. Карначук Р.А., Головацкая И.Ф. Гормональный статус, рост и фотосинтез растений, выращенных на свету разного спектрального состава // Физиол. раст. – 1998. – Т. 45. – С. 925–934.
9. Коппель Л.А., Бутенко Р.Г. Развитие апикальных меристем томатов в условиях воздействия светом разного спектрального состава // Физиол. раст. – 1992. – Т. 39. – Вып. 2. – С. 353–364.
10. Тараканов И.Г., Цзюньхун Ван. Реакция растений горчицы сарептской на соотношение красного и дальнего красного света в спектре физиологической радиации // Известия ТСХА. – 2007. – Вып. 2. – С. 94–98.
11. Чайлахян М.Х., Макеев А.В., Аксенова Н.П., Константинова Т.Н., Мокроносов А.Т. // Физиол. раст. – 1992. – Т. 39. – Вып. 2. – С. 216–223.
12. Шульгин И.А. Растение и солнце. – Л.: Гидрометеиздат, 1973.
13. Шульгин И.А., Щербина И.П., Айдосова С., Панкрухина Т.В., Галушевская И.Ю. Архитектура растений пшеницы как фактор их продуктивности // Биол. науки. – 1986. – № 5. – С. 5–25.
14. Шульгин И.А., Шиловцева О.А. Оптико-физиологические аспекты наземного мониторинга лесных экосистем. В кн.: Мониторинг состояния лесных и урбо-экосистем. – М., 2002.
15. Шульгин И.А. Лучистая энергия и энергетический баланс растений. – М.: Альтекс, 2004.
16. Akita M., Shigeoka T., Koizumi Y., Kawamura M. Mass propagation of shoots of *Stevia rebaudiana* using a large scale bioreactor // Plant Cell Rep. – 1994. – V. 13. – P. 180–183.
17. Bondarev N., Reshetnyak O., Nosov A. Peculiarities of diterpenoid steviol glycoside production in *in vitro* cultures of *Stevia rebaudiana* Bertoni // Plant Science. – 2001. – V. 161 (1). – P. 155–163.
18. Bondarev, N.I. Peculiarities of propagation and development of *Stevia rebaudiana* Bertoni plants *in vitro* // 9th Internat. Conf. of Horticulture. Lednice, 2001. – V. 2. – P. 431–433.
19. Bondarev N.I., Reshetnyak O.V., Nosov A.M. Effects of nutrient medium composition on development of *Stevia rebaudiana* shoots cultivated in the roller bioreactor and their production of SGs // Plant Sci. – 2003. – V. 165 (4). – P. 845–850.
20. Bondarev N.I., Sukhanova M.A., Reshetnyak O.V., Nosov A.M. Steviol glycoside content in different organs of *Stevia rebaudiana* Bertoni and its dynamics during ontogenesis // Biol. Plant. – 2004. – V. 47. – P. 261–264.
21. Franklin K.A., Whitelam G.C. Phytochromes and Shade-Avoidance Responses in Plants / Ann. Bot. – 2005. – V. 96. – № 2. – P. 169–175.
22. Kinghorn A.D., Soejarto D.D. Sweetening agents of plant origin. // Crit. Rev. Plant Sci. – 1986. – V. 4. – P. 79–120.
23. Ladygin V.G., Bondarev N.I., Semenova G.A., Smolov A.A., Reshetnyak O.V. and Nosov A.M. Chloroplast ultrastructure, photosynthetic apparatus activities and production of steviol glycosides in *Stevia rebaudiana* *in vivo* and *in vitro* // Biol. Plant. – 2008. – V. 52(1). – P. 9–16.
24. Landry L.G., Chapple CCS. and Last R. L. Arabidopsis Mutants Lacking Phenolic Sunscreens Exhibit Enhanced Ultraviolet-B Injury and Oxidative Damage // Plant Physiol. – 1995. – V. 109. – P. 1159–1166.
25. Lichtenthaler H.K. The plants 1-deoxy-D-xylulose-5-phosphate pathway for biosynthesis of isoprenoids // Fett/Lipid. 1998. – V. 100. – P. 128–138.
26. Lyakhovkin A.G., Long T.D., Titov D.A., Anh M.P. Cultivation and utilization of stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni). Hanoi: Agricultural publishing house, 1993.

27. Matsui M., Matsui K., Kawasaki Y., Oda Y., Noguchi T., Kitagawa Y., Sawada M., Hayashi M., Nohmi T., Yoshihira K., Ishidate M., Sofuni T. Evaluation the genotoxicity of stevioside and steviol using six in vitro and one in vivo mutagenicity assays. // *Mutagenesis*. – 1996. – V. 11. – P. 573–579.
28. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue culture // *Physiol. Plant.* 1962. – V. 15. – P. 473–495.
29. Nogues S., Allen D.J., Morison J.I.L. and Baker N.R. Ultraviolet-B Radiation Effects on Water Relations, Leaf Development, and Photosynthesis in Droughted Pea Plants // *Plant Physiol.* 1998. – V. 117. – P. 173–181.
30. Olsson L.C., Veit M., Weissenböck G., Bornman J.F. Differential flavonoid response to enhanced UV-B radiation in *Brassica napus*. // *Phytochemistry*. – 1998. – V. 49. – P. 1021–1028.
31. Schmitt J., Stinchcombe J., Heschel M.S., Huber H. The adaptive evolution of plasticity: phytochrome-mediated shade avoidance responses // *Integr. Comp. Biol.* – 2003. – V. 43. – № 3. – P. 459–469.
32. Stoyanova S., Geuns J., Hideg E. and Van den Ende W. The food additives inulin and stevioside counteract oxidative stress. *Int. J. Food Sci. & Nutr.* 2010. Nov. 2.

N.I. BONDAREV, O.V. RESHETNYAK, A.M. NOSOV

EFFECTS OF VISIBLE LIGHT SPECTRAL COMPOSITION AND UV-RADIATION ON DEVELOPMENT OF STEVIA REBAUDIANA BERTONI PLANTS IN VITRO AND BIOSYNTHESIS IN THEM OF STEVIOL GLYCOSIDES

Effects of visible light spectral composition and UV-radiation of B type on development of stevia plants in vitro and synthesis in them of steviol glycosides (SG) were investigated. It was found that for diploid plants both values of the main parameters characterizing seedling growth and the content of SGs in their leaves were higher upon action of red light, whereas for tetraploid plants the same parameters appeared to be optimal ones upon using shorter wavelengths (green light). Such a difference, by our opinion, may be explained by both higher content of photosynthetic pigments and more developed anatomic structure of leave blade in tetraploid plants as compared to those in diploid ones. Although UV-radiation B type appeared to bring about the insignificantly increase in the plant growth parameters as well as compared to the control, the content of SGs was found to markedly decrease under the same conditions.

Key words: Stevia rebaudiana, in vitro, light spectral composition, UV-radiation, diploid, tetraploid, plant growth parameters, steviol glycosides.

А.А. ВАНЬКОВА, кандидат биологических наук, доцент кафедры микробиологии и иммунологии РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева
Тел. 84999760966 (р.), 89152396505; e-mail-anna.vankova@gmail

Л.А. СВИРИДОВА, кандидат биологических наук, ст. преподаватель кафедры микробиологии и иммунологии РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева
Тел. 84999760966, 79162425003; e-mail-mbiol@timacad.ru

Л.В. ВАСИЛЬЕВА, доктор биологических наук, старший научный сотрудник Института микробиологии РАН им. С.Н. Виноградского
Тел. 84991350441

ПОВЕДЕНИЕ ИНТРОДУЦИРОВАННОЙ ПОПУЛЯЦИИ *ACHOLEPLASMA LAIDLAWII* В ПОЧВЕ

*Изучена возможность обитания микоплазмы *Acholeplasma laidlawii*, широко распространенной в природе ультрамикроскопической фитопатогенной бактерии, в различных типах почв. Приведены результаты лабораторных исследований динамики численности интродуцированной популяции *A.laidlawii* в зависимости от температуры и кислотности среды обитания. Практическая значимость работы определяется необходимостью поиска эффективных способов регулирования микоплазменных заболеваний растений.*

Ключевые слова: почва, микроорганизмы, экология, *Acholeplasma laidlawii*, интродукция, популяция.

Микоплазмы – мельчайшие прокариоты (класс *Mollicutes*), лишенные клеточной стенки – широко распространены в природе. Малый размер генома и ограниченные биосинтетические возможности обусловили их сосуществование с клетками высших эукариот. Все известные микоплазмы относят к симбионтам растений, животных и человека. Фитопатогенные микоплазмы вызывают более 600 заболеваний растений из 96 семейств [1]. Микоплазмы растений широко распространены в регионах интенсивного земледелия (Воронежской, Орловской, Саратовской, Астраханской областях, Краснодарском крае, на Северном Кавказе) и наносят существенный ущерб сельскому хозяйству России, снижая урожай пшеницы на 80–90%, картофеля – на 18–20%, томатов и других пасленовых – на 25–38% [3, 10].

Основную роль в распространении микоплазмозов растений традиционно отводят насекомым-переносчикам [2]. Однако в литературе имеются сведения о возможности проникновения микоплазмы *A.laidlawii* через корневую систему люцерны и гороха в надземную часть растений [9, 11]. Этот факт позволяет предположить существование совершенно иного механизма передачи инфекции – через корневую систему растений непосредственно из почвы, которая играет роль естественного резервуара для фитопатогенных микоплазм. Данные о выделении микоплазм из почвы отсутствуют,

что, возможно, связано с методическими трудностями, возникающими при работе с этой группой бактерий.

Почва представляет собой гетерогенную систему, состоящую из множества микро- и мезосред, и является универсальной средой обитания для микроорганизмов с различными физиологическими особенностями [4]. Критерием оценки почвы как возможной среды обитания какого-либо организма является поведение интродуцированной популяции этого организма в почве [5]. Этим методическим подходом мы воспользовались для достижения поставленной цели – выяснить пригодность почвы как среды обитания фитопатогенной микоплазмы *A.laidlawii*.

Объекты и методы исследования

Динамику численности *A.laidlawii* изучали в различных по физико-химическим свойствам почвах: чернозёме обыкновенном карбонатном (Воронежская область, Таловский район, pH 7,9) и дерново-подзолистой почве (Москва, Полевая опытная станция РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, pH 6,0). Штамм *A.laidlawii* получен из НИИЭМ им. Н.Ф. Гамалеи РАМН и маркирован по стрептомицину для того, чтобы его можно было идентифицировать в составе естественного микробного ценоза почвы. Стрептомицинустойчивый штамм *A.laidlawii* получали методом «приучения» исходной культуры к возрастающей концентрации антибиотика (1,4 мг/мл) [4] путем постепенного отбора резистентных форм. В опыте с растениями использовали горох посевной (*Pisum sativum* L.) сорта Тан.

Для культивирования и учета *A.laidlawii* в почве использовали среду Mycoplasma Broth Base (MB) (Becton Dickinson, USA). Биомассу наращивали в жидкой среде при 28°C в течение 4-х суток, затем центрифугировали при 12000g 20 мин., надосадочную жидкость сливали, осадок ресуспендировали в небольшом количестве воды. Титр бактериальной суспензии определяли колориметрически на ФЭК с использованием светофильтра с длиной волны 590 нм. Водную суспензию культуры 10⁹ КОЕ/г почвы вносили в сосуды с 25 г почвы при влажности 60% ПВ в 3-кратной повторности, инкубировали при температуре +20°C. Средние

пробы почвы для анализа отбирали в динамике. После предварительной десорбции микробных клеток встряхиванием почвенной суспензии (почва 1: вода 10) в течение 10 мин. определяли *A.laidlawii* параллельно двумя методами: посевом на агаризованную (1,4%) среду со стрептомицином и ПЦР с применением непрямого метода выделения ДНК. Для проведения ПЦР отбирали средние образцы почвы по 5 г. После десорбции клеток из почвы суспензию фильтровали через бумажный фильтр для удаления грубых частиц, фильтрат центрифугировали при 2500g в течение 1 мин. (+4°C) для осаждения мелких почвенных частиц. Процедуру повторяли, если в суспензии еще оставались почвенные частицы. Супернатант отбирали и осаждали микробные клетки центрифугированием при 1200g в течение 20 мин. (+4°C). Осадок использовали для выделения ДНК, которую затем очищали классической процедурой фенольно-хлороформной экстракции [8]. В качестве праймеров использовали олигонуклеотиды, синтезированные в НПО «Литех». Последовательность праймеров составлена на основе опубликованной [14] первичной структуры рибосомного оперона *A.laidlawii*:

AF (прямой праймер) – 5'GAG ATC TTT GAA AAG TAG ATA AAT GAT GTC TGA AAA GAA ATA AGG3', AR (обратный праймер) – 5'CTT CGA CCG ATT TTC CCA CAT CGT TCA TC 3', фланкирующие ампликон размером 362 п.о. в области межгенного спейсерного района ДНК 16S–23S рПНК. Программа реакции амплификации:

1.	95°C – 2 сек	} 40 циклов
	62°C – 2 сек	
	72°C – 10 сек	
2.	72°C – 5 мин	
3.	хранение 10°C	

При изучении влияния температуры почвы на численность *A.laidlawii* вносили стрептомицинустойчивый штамм *A.laidlawii* в почву (8•10⁷ КОЕ/г почвы) и инкубировали при +4°C, +20°C и +28°C. Подготовку суспензии и интродукцию *A.laidlawii* проводили, как описано выше. При изучении влияния pH на динамику численности *A.laidlawii* ис-

пользовали дерново-подзолистую почву (pH_{KCl} 5,1) и ту же почву с внесением СаО для нейтрализации кислотности (pH_{KCl} 8,0). Влажность почвы поддерживали в пределах 60% ПВ. Исходный титр интродуцируемой популяции – 10^9 КОЕ/г почвы. Почву инкубировали при $+20^\circ\text{C}$. При изучении влияния растений на численность *A.laidlawii* в почве стрептомицинустойчивый штамм *A.laidlawii* в титре 10^9 КОЕ/г почвы равномерно вносили в стаканы с 25 г черноземной почвы и 5-дневными растениями гороха. Контроль – почва без растений. Опыт проводили в фитотроне при 18-часовом световом дне, температуре $+20^\circ\text{C}$ и освещенности 5 тыс. лк. Численность микоплазм в почве определяли методом посева в динамике. Повторность опытов – 3-кратная.

Результаты и обсуждение

Изучение динамики численности *A.laidlawii* по-

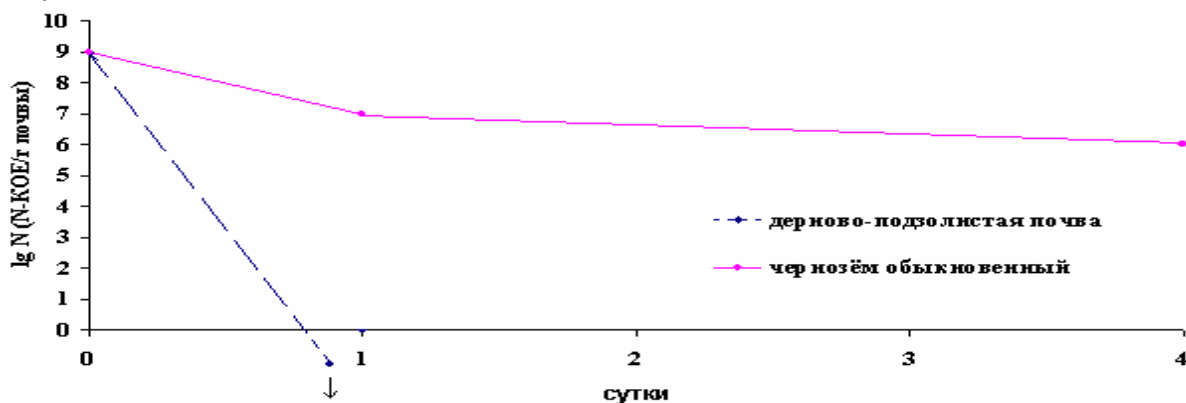


Рис. 1. Динамика интродуцированной популяции *A.laidlawii* в черноземе и дерново-подзолистой почве.

Длительность выживания популяции *A.laidlawii* в черноземе определяли микробиологическим посевом и ПЦР. Оба метода подтвердили присутствие жизнеспособных микоплазм в течение 15 суток (рис. 2, 3).

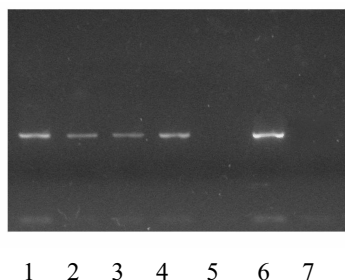


Рис. 2. Электрофореграмма результатов ПЦР по срокам идентификации *A.laidlawii* в черноземе обыкновенном

казало, что темпы изменения численности интродуцированной популяции ахелеплазм в дерново-подзолистой почве и черноземе совершенно различны (рис. 1). В дерново-подзолистой почве численность популяции при исходном титре 10^9 КОЕ/г почвы уже через сутки после интродукции выходит на нулевой уровень – ахелеплазмы не определяются. На 4-е сутки контрольный высев подтверждает эти данные. В черноземе популяция снижается постепенно. Через сутки её численность уменьшается до 10^7 КОЕ/г почвы, то есть на два порядка относительно исходной, а к 4-м суткам – ещё на порядок, до 10^6 КОЕ/г почвы.

Таким образом, в краткосрочном опыте установлено, что чернозем обыкновенный является более предпочтительной средой для ахелеплазм, что объясняется, вероятно, его более благоприятными химическими и физическими свойствами.

1, 2, 3, 4, 5 – соответственно 1, 5, 10, 15, 17 суток после интродукции *A.laidlawii* в почву; 6 – положительный контроль (чистая культура *A.laidlawii*); 7 – отрицательный контроль (почва без внесения *A.laidlawii*).

На временном интервале от 0 до 4-х суток кривая, иллюстрирующая динамику снижения численности популяции (рис. 3), практически совпадает с кривой, представленной на рис. 1, и поэтому темпы снижения численности популяций в этом интервале аналогичны. К 10-м суткам численность ахелеплазм падает на 6 порядков, а к 15-м – на 8 порядков.

Итак, методами посева и ПЦР подтверждено, что при исходном титре 10^9 КОЕ/г почвы интро-

дуцированная популяция сохраняется в черноземе в жизнеспособном состоянии в течение 15 суток, однако численность её не стабилизируется и неуклонно снижается. В дерново-подзолистой почве при таком же исходном уровне внесения популяция *A. laidlawii* не идентифицируется уже через сутки после интродукции в почву.

Полученные результаты согласуются с данными

ми П.А. Кожевина [5], который изучал динамику популяций интродуцированных микроорганизмов в тех же типах почв и наблюдал более резкое сокращение их численности в дерново-подзолистой почве, связанное с ее неблагоприятной кислотностью. Чернозем обыкновенный, таким образом, более подходящая среда для ахлеплазм, чем дерново-подзолистая почва.

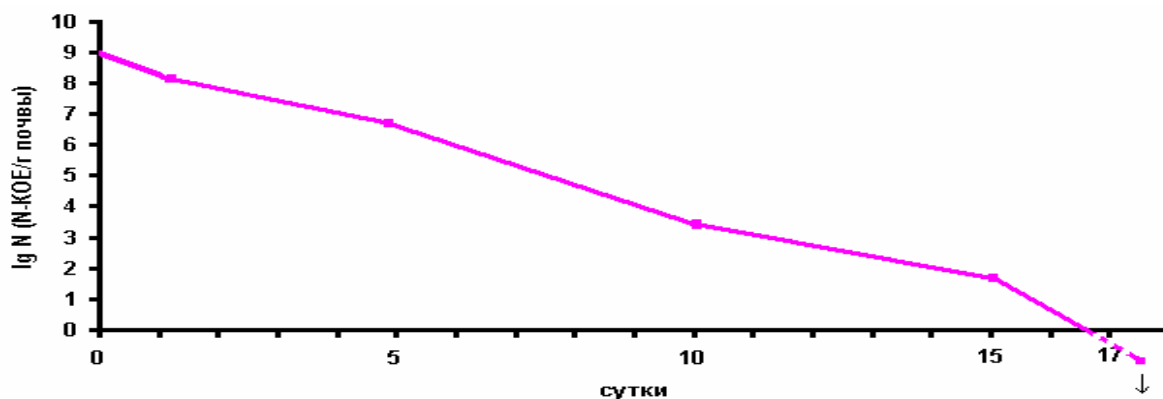


Рис. 3. Динамика численности интродуцированной популяции *A. laidlawii* в черноземе

Изучена динамика численности *A. laidlawii* в черноземе при интродукции популяций с разными исходными уровнями популяционной плотности — 10^8 , 10^9 и 10^{11} КОЕ/г почвы. Численность *A. laidlawii* в почве снижается независимо от исходного титра внесения, однако скорость снижения и время выживания популяций различны. Численность популяции внесенной в титре 10^8 КОЕ/г почвы постепенно уменьшается, к 4-м суткам она снижается на два порядка. Ахлеплазмы достоверно определяются в почве методом посева в течение 6 суток, на 8-е сутки они не обнаруживаются (рис. 4). В варианте с титром внесения *A. laidlawii* 10^9 КОЕ/г почвы регистрируется плавное снижение численности, на 4-е сутки она уменьшается на два порядка, жизнеспособные клетки высеваются из почвы в течение 15 суток. При титре внесения *A. laidlawii* 10^{11} КОЕ/г почвы численность популяции в ходе опыта меняется с тенденцией к убыванию. К 4-м суткам численность популяции снижается на четыре порядка, то есть темп снижения численности ахлеплазм на временном интервале от 0 до 4-х суток существенно выше, чем с начальными значениями 10^8 и 10^9 КОЕ/г почвы. Достоверно микоплазмы изолировали в течение

19 суток ($1,2 \cdot 10^2$ КОЕ/г почвы). На 26-е сутки микоплазмы из почвы на плотную питательную среду не выделяются.

По мере снижения популяционной плотности микроорганизмов наблюдается ослабление отрицательных механизмов антибиоза со стороны почвенных микроорганизмов [4, 6], но это не всегда ведет к стабилизации популяции. Так, популяции, характеризующиеся высоким уровнем затрат на поддержание жизнеспособности в результате внутрипопуляционной конкуренции, могут быстро погибнуть в условиях голодания [6].

При изучении влияния температуры на динамику численности *A. laidlawii* в почве выявлено, что при температурных режимах $+4^\circ\text{C}$, $+20^\circ\text{C}$ и $+28^\circ\text{C}$ популяция *A. laidlawii* в почве сокращается, но динамика этого процесса различна. Наиболее резко она снижается при $+28^\circ\text{C}$ — в течение двух суток почти на три порядка (рис. 5). Вероятно, высокая температура неблагоприятно влияет на развитие микоплазм в почве. На 6-й день они на среде не выявляются. Падение численности микоплазм наблюдается и при температурах $+4^\circ\text{C}$ и $+20^\circ\text{C}$, но оно постепенное. Интересно отметить, что кривые динамики численности при этих температурах

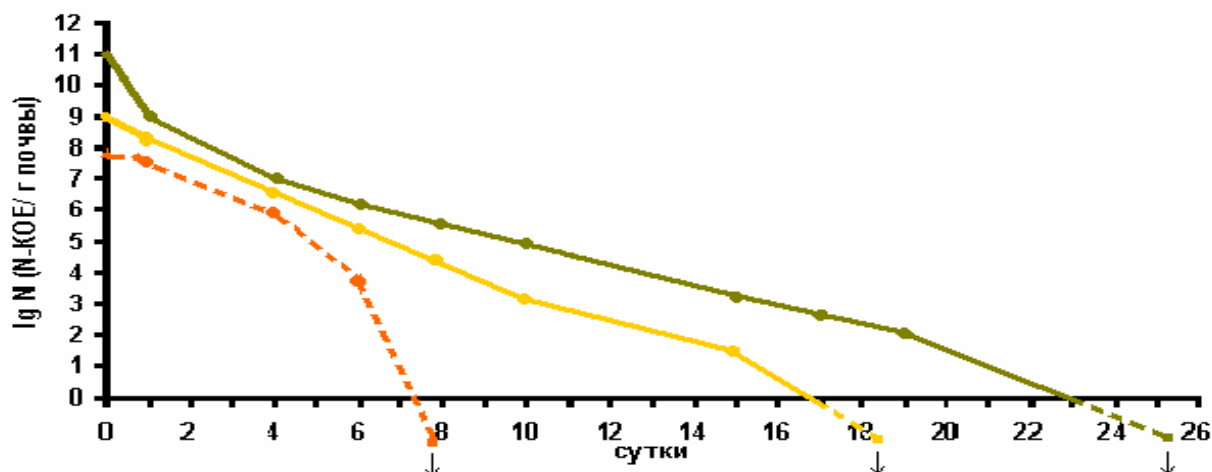


Рис. 4. Динамика численности популяций *A.laidlawii* в черноземе в зависимости от начального титра при их интродукции

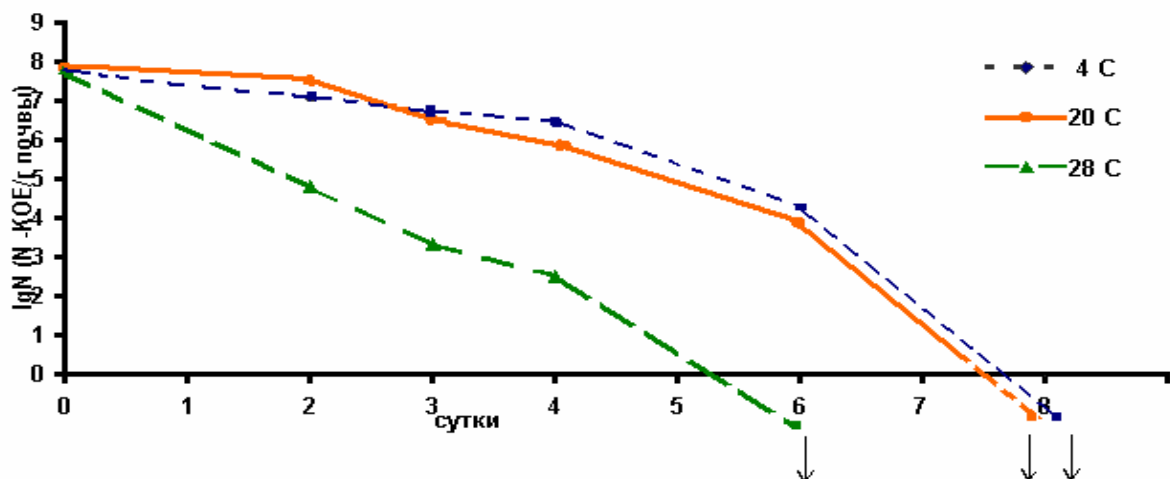


Рис. 5. Динамика численности интродуцированной в чернозем популяции *A. laidlawii* при различных температурных режимах

практически совпадают. Достоверно *A.laidlawii* выявляются на 6-е сутки в количестве $2,1 \cdot 10^4$ и $6,7 \cdot 10^3$ КОЕ/г почвы при $+4^\circ\text{C}$ и $+20^\circ\text{C}$ соответственно, на 8-е сутки микоплазмы не выявляются в обоих вариантах.

Вероятно, высокая температура неблагоприятно влияет на развитие микоплазм. По литературным данным [1, 7, 13], микоплазмы и ахолеплазмы высокоустойчивы к низким температурам. По мере повышения температуры окружающей среды их численность (устойчивость) снижается. Не исключено, что уменьшение количества микоплазм в почве при повышенных температурах связано с их переходом в некультивируемое состояние.

Концентрация ионов водорода (рН), как известно, существенно влияет на активность микроорганизмов. Поддержание определенного рН во время роста особенно важно для тех микроорганизмов, которые продуцируют кислоты, но не обладают к ним толерантностью. Происходящие при неблагоприятных значениях рН нарушения не связаны с прямым действием ионов H^+ и OH^- . Последние лишь снижают степень диссоциации слабых кислот и оснований, которые в незаряженном состоянии значительно легче проникают в клетки, чем продукты их диссоциации [12]. Результаты опыта по влиянию рН почвы на микоплазмы показали, что через сутки после

интродукции в дерново-подзолистую почву (pH_{KCl} 5,1) *A.laidlawii* не обнаруживается, при внесении CaO в дерново-подзолистую почву (pH_{KCl} 8,0)

микоплазмы выявляются с низким титром 10^3 КОЕ/г почвы при начальном титре 10^9 КОЕ/г почвы (рис. 6).

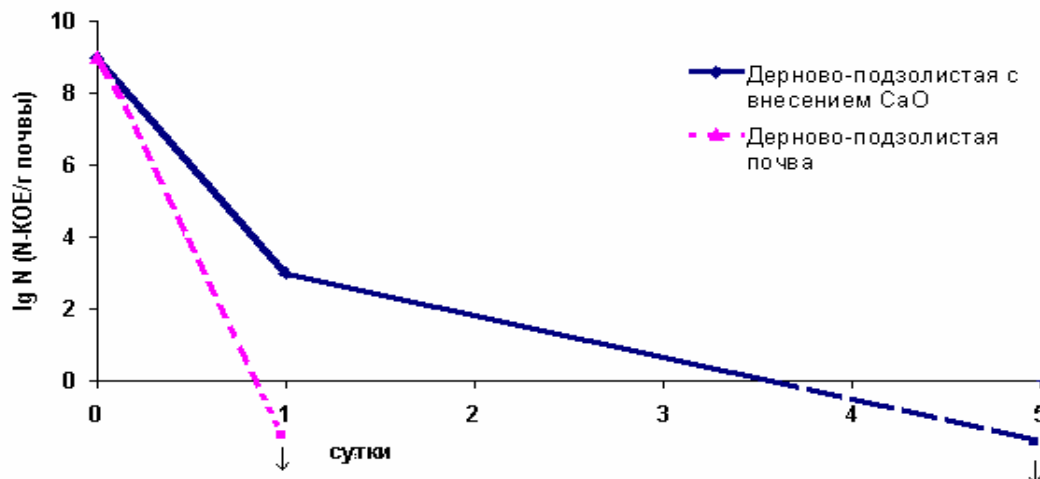


Рис. 6. Динамика численности интродуцированной популяции *Acholeplasma laidlawii* в дерново-подзолистой почве с внесением CaO и без внесения

Через 5 суток микоплазмы не высевались на питательную среду. Интересно отметить, что при одинаковых титрах внесения микоплазм и pH черноземной и дерново-подзолистой почв длительность выявления *A.laidlawii* в черноземе составила 15 дней, а в дерново-подзолистой – не более 5 суток. Следовательно, жизнеспособность микоплазм зависит не только от pH, но и от других физико-химических свойств почвы, например содержания в ней доступных питательных веществ.

Таким образом, можно сказать, что при повышении температуры окружающей среды до $+28^{\circ}C$ численность микоплазм в почве резко снижается. Длительность выживания микоплазм в почве зависит также от pH и типа почвы.

Корневые выделения растений содержат большое количество аминокислот и других органических веществ, стимулирующих рост большинства микроорганизмов в ризосфере растения. Мидьянник [9] установила, что корневые выделения люцерны посевной (*Medicago sativa*) благоприятны для развития *A.laidlawii* и прикорневая зона растений служит оптимальным местом их обитания.

Изучение длительности выживания *A.laidlawii* в почве под действием корневых выделений растений гороха показало (рис. 7), что интродуциро-

ванная популяция *A.laidlawii* сокращается в почве как с растениями, так и без них.

В первые 10 дней после интродукции микоплазм идет более резкое уменьшение численности популяции (на 10^6 КОЕ) в обоих вариантах опыта. Существенной разницы в численности популяций обоих вариантов не обнаружено. В следующие 5 дней в обоих вариантах численность популяции снижалась незначительно. Статистический анализ подтверждает существенную разницу между вариантами с растением и без него, т.е. снижение численности в варианте с растением происходит медленнее. Вероятно, корневые выделения гороха посевного влияют на развитие микоплазм в почве в этот период. Возможно, это связано с более интенсивными корневыми выделениями и их составом в этот период (20-дневные растения). В последующие 2 дня популяция сокращается в обоих вариантах на порядок. Статистически на 17-е сутки после внесения микоплазм в почву существенных различий в численности микоплазм обоих вариантов не выявлено. Через 20 суток микоплазмы в почве в обоих случаях не выявляются.

Таким образом, растения гороха существенно влияют на срок выживания *A.laidlawii* в почве не оказывали.

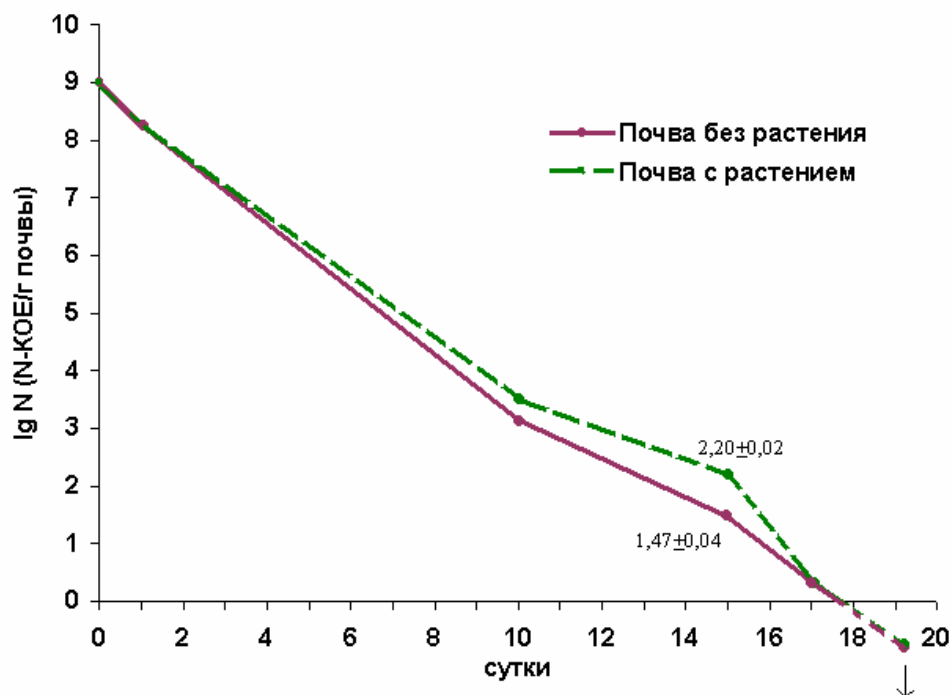


Рис. 7. Влияние растений гороха посевного на длительность выживания *Acholeplasma laidlawii* в черноземной почве

Выводы

1. Показано двумя параллельными методами (микробиологическим посевом и ПЦР), что интродуцированная популяция *Acholeplasma laidlawii* сохраняется в черноземной почве в течение 15 суток, а в дерново-подзолистой погибает в течение суток. Численность интродуцированной популяции не стабилизи-

руется. Время выживания определяется уровнем внесения популяции и факторами окружающей среды.

2. Повышение кислотности и температуры почвы неблагоприятно для развития ахолеплазм. Существенного влияния растений гороха на длительность выживания популяции *A. laidlawii* в почве не выявлено.

Библиографический список

1. Борхсениус С.Н., Чернова О.А., Чернов В.М., Вонский М.С. Микоплазмы. — СПб., 2002. — 320 с.
2. Власов Ю.И., Гените Л.П., Самсонова Л.Н. Ахолеплазмы — патогены растений. — Вильнюс, 1985. — 76 с.
3. Власов Ю.И., Самсонов Л.Н. Об устойчивости томатов к фитоплазменному заболеванию столбуру // Вестник защиты растений. — 2000. — № 2. — С. 26–28.
4. Звягинцев. Почва и микроорганизмы. — М., 1987. — 256 с.
5. Кожевин П.А. Микробные популяции в природе. — М., 1989.
6. Кожевин П.А. Популяционная экология почвенных микроорганизмов // Автореф. дис. ... докт. биол. наук. — М., 2000. — 55с.
7. Коромыслов Г.Ф., Месарош Я., Штипкович Л. Микоплазмы в патологии животных. — М., 1987. — 256 с.
8. Маниатис Т., Фрич Э., Сэмбрук Д. Молекулярное клонирование. — М., 1984. — 480 с.
9. Мидяник Г.А. Пути инфицирования микоплазмами растений люцерны и их влияние на образование и эффективность бобово-ризобияльного симбиоза // Дис. ... канд. биол. наук. — М., 1995. — 235 с.
10. Самсонова Л.Н. Вредоносность и распространение фитоплазм // Агро XXI. — 2000. — № 5. — С 4–5.
11. Чернов В.М., Гоголев Ю.В., Попова Н.В., Чернова О.А. 1999. Генетическая изменчивость микоплазм (*Acholeplasma laidlawii*) при взаимодействии их с эукариотами (*Pisum sativum*) // ДАН. — Т. 369. — С. 275–277.

12. Шлегель Г. Общая микробиология. – М., 1987. – 566 с.
13. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology 10th ed., Baltimore. William and Wilkins Co. – 1997. – 800 p.
14. Kong F., James G., Gordon S., Zelenski A., Gilbert L.G. 2001. Species specific PCR for identification of common contaminant Mollicutes in cell culture // Appl. And Environm. Microbiol. – Vol. 67. – № 7. – P. 3195–3200.

A.A. VANKOVA, L.A. SVIRIDOVA, L.V. VASILJEVA

BEHAVIOUR OF ACHOLEPLASMA LAIDLAWII POPULATION INTRODUCED IN SOIL

Possibility of existence of mycoplasma Acholeplasma laidlawii, the ultramicroscopic phytopathogenic bacterium widespread in nature, in different soil types is studied. The results of laboratory investigations of A.laidlawii population density on depends of soil temperature and acidity are adduced. The practical importance of the work is founded on necessity of looking for effective methods of mycoplasma plant diseases regulation.

Key words: soil, microorganisms, ecology, Acholeplasma laidlawii, introduction, population.



О.Г. ВОЛОБУЕВА, кандидат биологических наук, доцент кафедры
микробиологии ФГОУ ВПО РГАУ – МСХА имени К.А.Тимирязева
Тел. 8-926-463-72-49; ovolobueva@mail.ru

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МИКРО- И МАКРОСИМБИОНТА В БОБОВО- РИЗОБИАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БИОПРЕПАРАТОВ

В условиях полевого опыта исследовали влияние обработки биопрепаратами ризоторфин и альбит на нитрогеназную активность и продуктивность растений фасоли разных сортов. Установлена сортовая реакция растений на обработку альбитом: наибольшей отзывчивостью характеризовался сорт фасоли Гелиада.

Ключевые слова: фасоль, биопрепараты, ризобии, альбит, симбиотическая азотфиксация, нитрогеназная активность, продуктивность.

Взаимодействие партнеров в азотфиксирующем симбиозе характеризует следующий метаболизм: микросимбионт экспортирует продукты азотфиксации в клетки (ткани) хозяина, который предоставляет микросимбионту продукты фотосинтеза, обеспечивая энергией и С-скелетами процесс фиксации азота и ассимиляции её продуктов. В случае бобово-ризобияльного симбиоза эти взаимодействия включают синтез и регуляцию активности нитрогеназы, её защиту от кислорода, снабжение бактериоидов С-соединениями и ассимиляцию аммония [5, 6, 9].

В настоящее время интерес исследователей направлен в сторону более глубокого изучения роли фитогормонов в сложных динамических системах «микроорганизм – симбионт – растение – хозяин» и выяснения природы и характера взаимодействия микро- и макроорганизма. Этому способствует, в частности, использование в сельском хозяйстве биопрепаратов и регуляторов роста для ускорения прорастания семян и повышения урожайности с.-х. культур.

В связи с этим целью настоящей работы было изучение влияния биопрепаратов ризоторфин и альбит на нитрогеназную активность и продуктивность растений фасоли разных сортов.

Объекты и методы. Полевые опыты 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; рН солевой вытяжки – 4,6 мг-экв/100 г почвы. Повторность опытов – 4-кратная, расположение вариантов рендомизированное, площадь делянки – 4–4,5 м².

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 альбита в концентрации 10^{-6} М, затем подсушивали, перед посевом обрабатывали ризоторфином. Варианты опыта: 1 – контроль, без обработки, 2 – обработка семян ризоторфином, 3 – обработка семян альбитом, 4 – обработка семян альбитом на фоне инокуляции ризоторфином.

Ризоторфин (*Rhizobium phaseoli*, штамм 700) получен из ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии (Санкт-Петербург). Биопрепарат альбит разработан в Институте биохимии и физиологии микроорганизмов имени Г.К. Скрябина РАН (Пушино) совместно с научно-производственной фирмой ООО «Альбит» [1]. Альбит содержит очищенные действующие вещества из клеток бактерий *Bacillus megaterium* и *Pseudomonas aureofaciens*, которые в природных условиях обитают в ризосфере растений, стимулируют их рост и повышают устойчивость к болезням. Биопрепарат обладает полифункциональным действием, проявляющимся в индукции роста растений и ак-

тивизации микроорганизмов ризосферы и ризоплазмы растений [3].

В процессе вегетации проводили фенологические наблюдения за динамикой роста и развития растений, учитывали массу и количество клубеньков. Активность нитрогеназы в клубеньках определяли на газовом хроматографе «Цвет-106» [4], проводили учет урожая и анализ его структуры. При статистической обработке результатов использовали программы Statistica for Microsoft Windows.

Результаты и обсуждение.

При обработке биопрепаратами наблюдается увеличение надземной массы и высоты растений фасоли сортов Гелиада и Шоколадница (табл. 1). Наибольшее накопление вегетативной массы растений отмечено в 2008 году, когда складывались наиболее благоприятные климатические условия для развития растений фасоли. У растений сорта Гелиада при обработке альбитом происходило увеличение надземной массы в 2006, 2008 гг. и ризоторфином в 2007 г. Наибольшая высота у этого сорта отмечена при обработке альбитом (2006, 2007 гг.) и при совместной обработке альбитом и ризоторфином (2008 г.). У растений сорта Шоколадница наибольшая надземная масса и высота отмечена при обработке альбитом (2006 г.) и совместной обработке альбитом и ризоторфином (2007, 2008 гг.).

Таблица 1 – Влияние биопрепаратов на показатели роста растений фасоли (среднее за 2006–2008 гг.)

Вариант	Сорт	Надземная масса, г на растение			Высота, см		
		2006 г.	2007 г.	2008 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.
Контроль	Гелиада	14±0,4	30±0,4	45±0,5	31±0,5	40±0,3	45±0,9
	Шоколадница	13±0,1	29,5±0,4	52±0,5	27,5±1,2	31±0,2	39±0,3
Ризоторт ин	Гелиада	16±0,2	39,9±0,4	50,5±0,2	33,5±0,2	45±0,2	42±0,3
	Шоколадница	13±0,5	30,4±0,3	59,5±0,1	30,5±1,7	33±0,2	40±0,2
Альбит	Гелиада	22±0,4	38±0,3	54,8±0,4	40,2±0,4	46±0,3	47±0,1
	Шоколадница	15±0,1	37±0,6	60,2±0,1	31±0,1	34±0,7	44±0,2
Ризоторт ин + Альбит	Гелиада	20±0,2	31,5±0,3	53±0,2	39,5±0,3	42±0,1	50±0,4
	Шоколадница	14±0,4	40,6±0,6	61,4±0,3	26±0,3	35±0,9	45±0,3

Обработка семян растений фасоли сорта Гелиада биопрепаратами оказала влияние на количество, массу клубеньков и нитрогеназную активность (табл. 2–3). Наивысшие показатели нитрогеназной активности, количества и массы клубеньков у этого сорта наблюдались в 2008 г. при совместной обработке альбитом и ризоторфином.

У растений фасоли сорта Шоколадница под влиянием ризоторфина происходило увеличение числа и массы клубеньков и активности в них фермента нитрогеназы в 2006 году. Однако в этот период биопрепарат альбит и совместная обработка альбитом и ризоторфином не оказали влияния на нитрогеназную активность, количество и массу клубеньков. В 2007 году под влиянием ризоторфина, альбита и совместной обработки ризоторфином и альбитом наблюдалась тенденция увеличения количества и массы клубеньков. Высокие показатели нитрогеназной активности, количества и массы клубеньков отмечены у растений сорта Шоколадница в 2008 году при обработке альбитом и совместной комбинации альбита и ризоторфина (табл. 2–3).

Проявились сортовые особенности растений фасоли на действие биопрепаратов ризоторфин и альбит. Уместно обратить внимание на эффект ризобактерий альбита, возможно, оказывающих влияние на метаболизм клубеньковых бактерий. Кроме того, вероятно, это связано и с тем, что большая часть ризобактерий (PGPR – Plant Growth Promoting Rhizobacteria), входящих в состав биопрепарата альбит, совместно с ризобиями, входящими в состав биопрепарата ризоторфин, оказывают стимулирующий эффект на растения. Это отразилось на повышении нитрогеназной активности, количества и массы клубеньков.

Ризобактерии активно колонизируют поверхность корня, вытесняя с нее патогенов и лишая их источников питания [7, 8, 10]. Наилучшими экологическими нишами для PGPR являются участки максимального выброса корневых экссудатов, через которые может экскретироваться до 30% продуктов растительного фотосинтеза. Большая часть PGPR находится на поверхности корня, образуя микроколонии или биопленки и обычно концентрируясь на стыках эпидермальных клеток [2, 9]. Процессы колонизации корневой поверхности

бактериями не отличаются высокой избирательностью, и многие почвенные микроорганизмы могут заселять корни самых разных растений, что создает условия для «селекции» растением потенциально полезных штаммов. В то же время бактерии могут синтезировать антибиотические факторы, которые индуцируются в ризосфере лишь некоторых растений. Активность ростстимулирующих ризобактерий находится под непосредственным контролем макросимбионта, в экссудатах которого содержится много питательных веществ, обеспечивающих размножение ризобактерий в прикорневой зоне и проявление ими биоконтрольных свойств. Наиболее активное выделение этих веществ наблюдается в зоне элонгации корня, где численность бактерий максимальна [11]. В результате синтеза экссудатов концентрация бактерий в прикорневой зоне может повышаться по сравнению с почвой в 10–100 раз (ризосферный эффект), при этом существенно изменяется и качественный состав микробного сообщества. Одним из механизмов поступления питательных веществ от растений в ризобактерии могут быть белковые каналы или поры. Они образуются при тесном контакте бактерий с растительными клетками и гомологичны каналам, участвующим в формировании систем секреции третьего типа, которые многие фитопатогены и некоторые ризобии используют для доставки в растительные клетки сигнальных белков-эффекторов [12].

Выделение питательных субстратов макросимбионтом – не единственный способ, которым растение может регулировать деятельность ризобактерий. У ряда растений (горох, рис, люцерна, соя, томат) выявлена способность выделять в почву вещества, имитирующие действие лактонов гомосерина – широко распространенных у грамотрицательных бактерий сигналов, с помощью которых они регулируют свои адаптивные функции по механизму «чувства кворума» (quorum sensing; Fuqua et al., 1994). С помощью факторов, имитирующих действие этих сигналов, растения могут управлять функциями ризобактерий (*Serratia*, *Pseudomonas*, *Chromobacterium*), непосредственно связанными с биоконтролем патогенов, т.е. подвижностью и синтезом феназинов [13]. При инокуляции корней модельного бобового *Medicago truncatula* био-

Таблица 2 – Влияние биопрепаратов на клубенькообразующую способность растений фасоли (среднее за 2006–2008 гг.)

Вариант	Сорт	Число клубеньков на растение, шт.			Масса клубеньков на растение, мг		
		2006 г.	2007 г.	2008 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.
Контроль	Гелиада	9±0,3	3±0,7	6±0,1	39±1,1	50±0,8	132±0,4
	Шоколадница	20±0,01	8±0,5	26±0,4	85±0,2	50±0,9	148±0,1
Ризоторт ин	Гелиада	10±0,2	5±0,6	18±0,1	41±0,9	92.5±0,9	186±0,7
	Шоколадница	23±0,3	11±0,2	21±0,9	90±0,7	102±0,9	126±0,2
Альбит	Гелиада	15±0,3	18±0,6	20±0,3	56±0,5	87±0,9	191±0,1
	Шоколадница	19±0,1	15±0,17	34±0,3	45±0,7	118±0,9	154±0,5
Ризоторт ин + Альбит	Гелиада	16±0,3	21±0,9	24±0,7	65±1,4	200±0,9	204±0,3
	Шоколадница	18±0,2	19±0,6	40±0,9	31±0,3	135±0,9	168±1,0

Таблица 3 – Нитрогеназная активность растений фасоли в полевых условиях при обработке биопрепаратами, среднее за 2006–2008 гг.

Вариант	Сорт	Активность нитрогеназы, мкг N ₂ /раст. Час	
		2006 г.	2008 г.
Контроль (без обработки)	Гелиада	6,51±0,3	3,56±0,27
	Шоколадница	1,63±0,57	4,21±0,36
Ризоторт ин	Гелиада	6,74±0,07	5,62±0,66
	Шоколадница	21,57±1,4	14,04±0,61
Альбит	Гелиада	6,94±0,12	7,82±0,15
	Шоколадница	2,94±4,4	6,19±0,17
Альбит + Ризоторт ин	Гелиада	7,08±0,26	8,14±0,18
	Шоколадница	3,37±0,4	7,18±0,7

контрольным штаммом *Pseudomonas fluorescens* удается наблюдать индукцию некоторых генов растений, контролируемых сигнальными взаимодействиями с ризобиями и микоризными грибами, например гена *DMI3*, кодирующего Ca²⁺-кальмодулин-зависимую киназу [14]. Эти данные доказывают общность молекулярных механизмов, определяющих взаимодействия растений с внутриклеточными и ассоциативными симбионтами.

Анализ структуры урожая фасоли показал, что данные азотфиксирующей активности растений коррелируют с показателями урожайности и зависят от климатических условий года и сорта растений.

В 2006 году у растений сорта Гелиада при обработке биопрепаратами наблюдается тенденция увеличения урожая по сравнению с контролем. Наивысший урожай (2,57 т/га) получен в этом году у сорта Шоколадница при обработке ризоторфином (рис. 1).

В 2007 году у растений сорта Гелиада наибольший урожай получен при совместной обработке альбитом и ризоторфином (3,75 т/га). В этот период у сорта Шоколадница увеличение урожайности наблюдается при обработке альбитом. Протекторное действие биопрепарата альбит наблюдается в засушливый период лета 2007 года. В благо-

приятном по климатическим условиям 2008 году обработка биопрепаратами повышала урожай растений фасоли обоих сортов. У сорта Гелиада наивыс-

ший урожай получен при обработке альбитом (3,8 т/га), а у сорта Шоколадница – при совместной обработке альбитом и ризоторфином (4,0 т/га) (рис. 1).

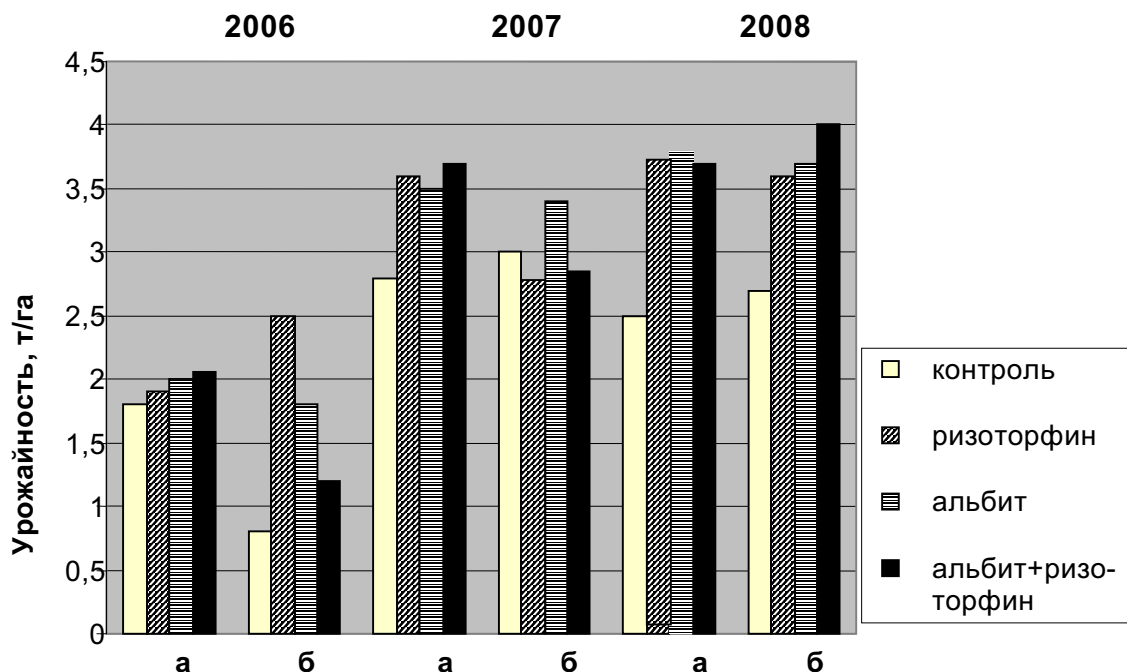


Рис. 1. Изменение урожая (т/га) фасоли сортов Гелиада (а) и Шоколадница (б) по вариантам I–IV (столбики слева направо) и годам

Таким образом, в результате изучения взаимодействия микро- и макросимбионта в бобово-ризобиальной системе при использовании биопрепаратов установлены сортовые особенности растений фасоли на действие ризоторфина и альбита. Наиболее отзывчивым на действие биопрепарата альбит оказался сорт Гелиада. Совместная обработка альбитом и ризоторфином привела к повышению нитрогеназной активности и урожайности растений этого сорта. Сорт фасоли Шоколадница оказался наиболее отзывчивым на действие биопрепарата ризоторфин. При обработке ризоторфи-

ном увеличивалась нитрогеназная активность и урожайность растений по сравнению с контролем. Альбит способствовал снижению эффективности симбиоза и урожайности растений этого сорта.

Итак, сорт как биологическая система является важнейшим фактором регулирования продуктивности посевов и качества продукции растениеводства. Стереотип реакции каждого сорта растений фасоли на действие ризобий и ризобактерий характеризуется устойчивостью, что подтверждает надежность взаимоотношений исследуемых систем.

Библиографический список

1. Алехин В.Г., Злотников А.К. Биопрепарат Альбит: результаты и особенности применения // Главный агроном. – 2007. – № 3. – С. 55–59.
2. Бревин Н. Колонизация клеток и тканей *Rhizobium*: структура и развитие инфекционных нитей и симбиосом // Rhizobiacea. Молекулярная биология бактерий, взаимодействующих с растениями / Под ред. Г. Спайнка и др. – СПб.: Бионт, 2002. – С. 451–465.
3. Дурынина Е.П., Пахненко О.А., Злотников А.К. и др. Влияние биопрепарата альбит на продуктивность ячменя и содержание биофильных элементов в урожае // Агрохимия. – 2006. – № 1. – С. 49–54.

4. Орлов В.П., Орлова И.Ф., Щербина Е.А. и др. Методика оценки активности симбиотической азотфиксации селекционного материала зернобобовых культур ацетиленовым методом. – Орел, 1984.
5. Проворов Н.А. Растительно-микробные симбиозы как эволюционный континуум // Журн. общ. биол. – 2009. – Т. 70. – № 1. – С. 10–34.
6. Проворов Н.А., Воробьев Н.И., Андронов Е.Е. Макро- и микроэволюция бактерий в системах симбиоза // Генетика. – 2008. – Т. 4. – № 1. – С. 12–25.
7. Проворов Н.А., Мыльников С.В. Генетические механизмы индивидуальных и кооперативных адаптаций // Экол. генетика. – 2007. – Т. 5. – Вып. 1. – С. 23–30.
8. Проворов Н.А., Тихонович И.А. Эколого-генетические принципы селекции растений на повышение эффективности взаимодействия с микроорганизмами // С.-х. биология. – 2003. – № 3. – С. 11–25.
9. Тихонович И.А., Проворов Н.А. Симбиозы растений и микроорганизмов: молекулярная генетика агросистем будущего. – Санкт-Петербург, 2009. – С. 15–52.
10. Ane J.M., Kiss G.B., et al. Medicago truncatula DMI1 required for bacteria and fungal symbioses in legumes // Science. – 2004. – Vol. 303. – P. 1364–1367.
11. Beveridge C.A., Mathesius U., Rose R.J., Gresshoff P. Common regulatory themes in meristem development and whole-plant homeostasis // Current Opin. Plant Biol. – 2007. – Vol. 10. – P. 14–51.
12. Leigh I. A., Walker G.C. Exopolysaccharides of *Rhizobium*: synthesis, regulation and symbiotic functions // Trends in Genetics. – 1994. – Vol. 10. – № 2. – P. 63–67.
13. Stougaard J. Regulators and regulation of legume root nodule development // Plant Physiol. – 2000. – Vol. 124. – P. 531–540.
14. Young N.D., Mudge J., Ellis T. H. N. Legume genomes: more than peas in a pod // Curr. Opin. Plant Biol. – 2003. – Vol. 6. – P. 199–204.

O.G. VOLOBUEVA

MICRO-AUD MACROSIMBIOT INTERACTIONS IN BEEN-RIZOBIAL SYSTEM BY USING BIOPREPARATIONS.

The Risotorphin and Albit biopreparations influence nitrogenasa activity and crop productivity of different kidney beans. Crop variety response to Albit treatment has been revealed: Geliada kidney bean variety have been found to be most respondent ones.

Key words: *kidney bean, biopreparations, rhizobium, albit, symbiotic nitrogen fixation, nitrogenasa activity, productivity.*

А.С. ГУРЕВИЧ, кандидат биологических наук,
доцент кафедры агрономии ФГОУ ВПО «Калининградский
государственный технический университет»
Тел. 8 909 791 73 48; gur@kaliningradka.ru.

ВЛИЯНИЕ НА РАСТЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ ОБРАБОТКИ СУЛЬФАТОМ МЕДИ И АУКСИНОМ

*Изучалось действие сульфата меди и индолилуксусной кислоты на рост и фотосинтез картофеля (*Solanum tuberosum* L.). Установлено, что экзогенный ауксин оказывает некоторое стимулирующее действие на рост растений и не оказывает существенного влияния на фотосинтез. Вместе с тем экзогенный ауксин усиливает действие экзогенного цитокинина. Обсуждается гипотеза о стрессовом характере влияния избранной концентрации сульфата меди на растения картофеля.*

Ключевые слова: *Solanum tuberosum*, сульфат меди, ауксин, цитокинин, рост, фотосинтез.

Как было показано в наших предшествующих работах [1, 2], доза меди, обеспечивающая максимальную прибавку хозяйственного урожая картофеля в случае предпосадочной обработки, вызывает торможение роста и фотосинтеза на ранних стадиях развития растений на фоне снижения активности эндогенных гиббереллинов, повышения активности абсцизовой кислоты и ее производных и повышения активности цитокининов.

Вместе с тем впоследствии активность эндогенных гиббереллинов восстанавливается, активность абсцизинов падает, а активность цитокининов продолжает оставаться на высоком уровне, и растения, получившие сульфат меди, догоняют и опережают контрольные по темпам роста и продуктивности. Это позволяет выдвинуть гипотезу о том, что воздействие на растения дозы микроэлемента, вызывающей максимальную прибавку урожая, носит характер стресса, а повышение урожайности происходит вследствие компенсации и суперкомпенсации стрессового воздействия.

В то же время предпосадочная обработка клубней картофеля сульфатом меди оказывает иное действие на активность эндогенных ауксинов. В фазу всходов активность ауксинов в листьях опытных растений не отличается от контроля, а последующие фазы онтогенеза (особенно в фазу цветения) превышают его. Известно, что ауксин способен усиливать действие цитокинина на физиологические процессы растений [3, 4].

Для того чтобы выяснить роль ауксинов в изменении гормонального баланса растений картофеля под влиянием предпосадочной обработки клубней сульфатом меди, мы считаем целесообразным провести обработку растений, обогащенных медью, экзогенным ауксином и совместно экзогенными ауксином и цитокинином. В этой связи целью настоящей работы стало изучение совместного влияния предпосадочной обработки клубней картофеля сульфатом меди и экзогенными ауксином и цитокинином на рост и фотосинтез растений.

МЕТОДИКА

Исследования проводили на картофеле *Solanum Tuberosum* L. сорта Лорх. В статье представлены данные, полученные при выращивании растений в лабораторной установке с использованием песчаной культуры на полной смеси Кнопа [5]. Вес песка в одном сосуде составлял 11,5 кг (в расчете на абсолютно сухую массу). Полив осуществляли до постоянного веса сосуда, исходя из 60% влагоемкости песка. Освещенность поддерживали на постоянном уровне 8 кЛк посредством люминесцентных ламп и ламп накаливания, оснащенных водным экраном. Температура в ходе экспериментов составляла + 18–20°C.

Полевые эксперименты проводили в следующих условиях. Почва – серая лесная, суглинистая, имеющая агрохимическую характеристику: гумус – 5,6 – 6,0; сумма поглощенных оснований – 19,5; азот – 0,16; фосфор – 10,0; калий – 12,2; подвижная медь – 1,8–2,0 мг/кг. Полевые эксперименты осуществляли в десятипольном севообороте. Предшественником картофеля служила озимая пшеница. Общая площадь делянки составляла 110 м², учетная – 100 м². Удобрения вносили из расчета N₉₀ P₆₀ K₁₅₀. Обработку почвы и уход за растениями проводили в соответствии с общепринятой агротехникой.

Для экспериментов использовали посадочные клубни массой 60–65 г. Опытные клубни в течение суток непосредственно перед посадкой замачивали в 0,05% растворе сульфата меди, то есть в дозировке, вызывающей максимальный прирост хозяйственного урожая, в растворе индолилуксусной кислоты (ИУК) в концентрации $6 \cdot 10^{-5}$ М и в растворе экзогенного цитокинина – 6-бензоаминопурина (6-БАП) в концентрации $4 \cdot 10^{-5}$ М. Контрольные клубни замачивали в воде.

Высоту растений измеряли сантиметровой лентой по главному побегу. Площадь листьев измеряли весовым методом [6]. Содержание хлорофилла в листьях определяли с помощью спектрофотометра в ацетоновом экстракте [7]. Мезоструктуру листьев изучали на прижизненных срезах под световым микроскопом с помощью окулярного микрометра. Мощность слоя палисадной паренхимы рассчитывали в процентах от толщины всего мезофилла. Определение фотохимической актив-

ности хлоропластов проводили по скорости фотовосстановления феррицианида калия [8]. Содержание эндогенных фитогормонов определяли в листьях комплексным методом [9].

Замеры и анализы осуществляли в трех – пятикратной биологической повторности в следующие фазы развития: всходы, боковое ветвление, бутонизация, начало цветения, начало пожелтения нижних листьев. Сроки взятия проб: 20, 35, 42, 52 и 72-й дни вегетации в соответствии с фазами развития. Достоверность разности средних показателей оценивали по критерию t-Стьюдента. Ниже представлены средние арифметические из четырех независимых экспериментов и их стандартные отклонения.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Как показали эксперименты, под влиянием замачивания клубней в растворе индолилуксусной кислоты содержание эндогенных ауксинов в листьях повысилось (табл. 1). Вместе с тем в листьях растений, обработанных совместно сульфатом меди и ауксином, содержание эндогенных ауксинов изменилось незначительно по сравнению с растениями, обработанными только сульфатом меди.

Таблица 1 – Влияние предпосадочной обработки клубней картофеля сульфатом меди и ИУК на содержание эндогенных ауксинов в листьях. Фаза цветения

Вариант	Содержание ауксинов (мг/г сухой массы)
К	$(12,9 \pm 0,31) \cdot 10^{-5}$
Cu	$(26,2 \pm 0,35) \cdot 10^{-5}$
ИУК	$(27,1 \pm 0,24) \cdot 10^{-5}$
Cu+ИУК	$(27,4 \pm 0,30) \cdot 10^{-5}$

Влияние экзогенного ауксина на процессы роста в связи с обработкой сульфатом меди отражено в табл. 2. Из данных таблицы следует, что экзогенный ауксин не оказал существенного влияния на среднесуточный прирост главного побега. Имела место лишь некоторая тенденция к увеличению темпов роста растений под влиянием экзогенной ИУК. Однако замачивание клубней картофеля в растворе ИУК ускорило появление всходов у контрольных растений и сгладило тормозящее действие сульфата меди на этот процесс.

Таблица 2 – Влияние предпосадочной обработки клубней картофеля сульфатом меди и ИУК на среднесуточный прирост главного побега растений, мм/сутки

Фазы онтогенеза	Вариант			
	К	Cu	ИУК	Cu+ИУК
Всходы	12,3±0,05	11,3±0,03	12,6±0,06	11,4±0,09
Боковое ветвление	26,8±0,24	22,0±0,13	27,1±0,11	22,1±0,12
Бутонизация	11,4±0,34	19,6±0,24	11,7±0,09	20,0±0,14
Цветение	6,9±0,07	9,6±0,10	6,9±0,13	9,5±0,07
Начало пожелтения нижних листьев	2,3±0,08	8,9±0,21	2,6±0,10	9,0±0,06
Время появления первых всходов с момента посадки (сутки)	14,6±0,23	17,1±0,49	12,8±0,15	15,0±0,27

На формирование фотосинтетического аппарата замачивание клубней в растворе ИУК также не оказало существенного действия (табл. 3). Вместе с тем совместное применение экзогенного ауксина и 6-БАП заметно повысило параметры структуры мезофилла и содержание хлорофилла в листьях растений по сравнению с контролем. Причем при совместном использовании

двух гормональных препаратов эффект оказался выше, чем при их раздельном внесении. При этом растения, обогащенные медью, практически не реагировали ни на ИУК, ни на 6-БАП, ни на совместную обработку этими веществами. Сходные закономерности проявились по отношению к фотохимической активности хлоропластов листьев (табл. 4).

Таблица 3 – Влияние предпосадочной обработки клубней картофеля сульфатом меди, ИУК и 6-БАП на мезоструктуру и содержание хлорофилла в листьях. Фаза цветения

Вариант	Содержание хлорофилла в листьях (мг/г сухой массы)	Мощность слоя палисадной паренхимы (%)	Количество хлоропластов в клетках (шт.)	
			палисадной паренхимы	губчатой паренхимы
К	6,6±0,14	39,2±1,15	21±0,8	14±0,4
ИУК	6,7±0,09	39,3±0,67	22±0,6	14±0,5
6-БАП	7,2±0,12	43,1±0,42	24±1,1	15±0,4
ИУК+6-БАП	7,6±0,14	43,9±0,20	26±1,7	16±0,8
Cu	8,0±0,19	47,6±0,18	28±1,3	17±0,9
Cu +ИУК	7,9±0,13	46,8±0,23	27±1,0	16±0,6
Cu +6-БАП	8,0±0,25	46,9±0,16	28±1,3	17±0,6
Cu +ИУК +6-БАП	8,0±0,21	47,1±0,18	28±1,1	17±0,8

Таблица 4 – Влияние предпосадочной обработки клубней картофеля сульфатом меди, ИУК и 6-БАП на фотохимическую активность хлоропластов листьев. Фаза цветения

Вариант	ФХА изолированных хлоропластов (мкМ $K_3Fe(CN)_6$ /мг хл. · час)
К	199,3±10,63
ИУК	208,7±9,12
6-БАП	285,3±9,72
ИУК+6-БАП	328,4±9,67
Cu	369,5±10,01
Cu+ИУК	356,4±10,23
Cu+6-БАП	359,7±9,84
Cu+ИУК+6-БАП	363,2±10,14

Обсуждение

Как отмечалось выше, предпосадочная обработка клубней сульфатом меди повышает содержание эндогенных ауксинов в растениях картофеля, начиная с фазы бокового ветвления. Вероятно, в связи с этим в листьях растений, обработанных сульфатом меди и раствором ИУК, содержание ауксинов существенно не изменилось по сравнению с растениями, обработанными только сульфатом меди.

Вместе с тем экзогенные фитогормоны могут не оказывать физиологического действия, если они вносятся на фоне высокого содержания эндоген-

ных гормонов той же группы [10]. Это положение подтвердилось в наших экспериментах с ИУК. Данные соображения справедливы и по отношению к экзогенному цитокинину.

В целом можно заключить, что обработка ИУК и 6-БАП не оказала заметного влияния на процессы роста и фотосинтез растений картофеля, подвергшихся предпосадочной обработке сульфатом меди, вследствие высокого содержания эндогенных ауксинов и цитокининов в таких растениях.

Полученные нами результаты согласуются с данными других исследователей. Так, в ряде работ [11–14] отмечается отсутствие заметного влияния ауксина на рост и фотосинтетическую деятельность растений. Однако многие ученые подчеркивают, что ауксин способен усиливать действие цитокинина на физиологические процессы растений [3, 4, 15].

Повышение содержания эндогенных ауксинов, оказывающих аддитивное с цитокининами действие на физиологические процессы, под влиянием предпосадочной обработки клубней сульфатом меди может рассматриваться как один из аргументов в пользу гипотезы о стрессовом характере действия использованной в опытах дозировки сульфата меди на растения картофеля.

ВЫВОДЫ

1. Предпосадочная обработка растений картофеля экзогенной ИУК повышает активность эндогенных ауксинов.
2. Экзогенный ауксин ускоряет появление всходов, но не оказывает существенного влияния на формирование фотосинтетического аппарата и фотохимическую активность хлоропластов листьев.
3. Ауксин способен усиливать действие цитокинина на фотосинтетический аппарат.
4. При совместной обработке сульфатом меди и ИУК экзогенный ауксин не оказывает существенного влияния на растения.
5. Полученные данные могут служить свидетельством в пользу гипотезы о том, что действие сульфата меди в концентрации 0,05 % в случае предпосадочной обработки опосредуется изменением гормонального баланса растений.
6. Результаты экспериментов могут рассматриваться в качестве одного из доказательств стрессового характера влияния предпосадочной обработки клубней сульфатом меди в концентрации 0,05% на растения картофеля.

Библиографический список

1. Гуревич А.С. Влияние предпосадочной обработки клубней сульфатом меди на гормональный баланс растений картофеля / А.С. Гуревич // *Агрохимия*. – 2006. – № 3. – С. 40–45.
2. Гуревич А.С. Влияние предпосадочной обработки клубней сульфатом меди на рост и фотосинтез растений картофеля / А.С. Гуревич // *Агрохимия*. – 2006 – № 7. – С. 33–39.
3. Buschmann C. Hill activity and P-700 cobctntration of chloroplasts isolated from redish seedlings treted with β -indoleacetic acid, kinetin or gibberellic acid / C. Buschmann, H.K. Lichtenthaler // *Z. Natur forscj.*, 1977. – V. 32(c). – № 9–10. – P. 798–802.
4. Полевой В.В. Фитогормоны / В.В. Полевой. – Л., 1982. – 249 с.
5. Сказкин Ф.Д. Практикум по физиологии растений / Ф.Д. Сказкин, Е.И. Ловчинская, М.С. Миллер, В.В. Анисеев. – М., 1958. – 339 с.
6. Ничипорович А.А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах / А.А. Ничипорович, С.Н. Чмора, М.П. Власова, Л.Е. Строганова. – М., 1961. – 135 с.
7. Mac-Kinney G. Absorption of light by chlorophyll solutions / G. Mac-Kinney // *J. Biol. Chem.*, 1941. – V. 140. – № 2. – P. 315–322.
8. Гавриленко В.Ф. Большой практикум по физиологии растений / В.Ф. Гавриленко, М.Е. Ладыгина, М.М. Хандобина. – М., 1975. – 392 с.
9. Власов П.В. Комплексный метод определения природных регуляторов роста. Первичный анализ незрелых семян кукурузы на активность свободных ауксинов, гиббереллинов и цитокининов с помощью биотестов / П.В. Власов, В.В. Мазин, Р.Х. Турецкая, А.В. Гуськов, Е.И. Комизерко, В.Н. Ложникова, Л.А. Янина, Э.М. Коф, Л.Н. Конопская, Г.Д. Шарипов, В.П. Филонова, В.И. Кефели // *Физиология растений*. – 1979. – Т. 26. – В. 3. – С. 648–655.

10. Кулаева О.Н. Цитокинины и их физиологическое действие / О.Н. Кулаева // Успехи современной биологии. – 1967. – Т. 63. – В. 1. – С. 28–53.
11. Bidwell R.G. Effect of growth regulators on CO₂ assimilation in leaves and its correlatuon with the bud break response in photosynthesis / R.G. Bidwell, W.B. Turner // Plant Physiol., 1966. – V. 41. – № 2. – P. 267–270.
12. Овсянникова Е.П. Особенности гормональной регуляции ростовых процессов у растений огурца / Е.П. Овсянникова // Физиологические основы ростовых процессов. – М., 1986. – С. 37–43.
13. Бестужева Н.Б. Влияние фитогормонов на фотохимическую активность хлоропластов растений C₄ пути фотосинтеза / Н.Б. Бестужева // Физиологические основы ростовых процессов. – М., 1986. – С. 53–60.
14. Saniewski M. Hormonalna regulacja wzrostu i rozwoju ozdobnych roslin cebulowych / M. Saniewski, L. Kawa-Miszczak, E. Wegrzynowicz-Lesiak // Zeszyty nauk. Inst. Sadown. Kwiac. – Skierniewice, 2000. – T. 7. – S. 37–48.
15. Дёрфлинг К. Гормоны растений. Системный подход / К. Дёрфлинг // М., 1985. – 303 с.

A.S. GUREVICH

INFLUENCE OF PROCESSING BY SULFATE OF COPPER AND AUXIN ON PLANTS OF THE POTATO

Action of sulfate of copper and indoleacetic acid on growth, and photosynthesis of a potato (Solanum tuberosum L.) was studied. It is established, that exogenous auxin some stimulating an effect has on growth of plants and does not render essential influence on photosynthesis. At the same time, exogenous auxin strengthens action of exogenous cytokinin. The hypothesis about stressful character of influence of the elected concentration of sulfate of copper on plants of a potato is discussed.

Key words: *Solanum tuberosum – sulfate of copper – auxin – cytokinin – growth – photosynthesis.*



А. Ф. ДУЛИН, кандидат биологических наук, профессор кафедры
биологии и географии Дальневосточного
государственного гуманитарного университета
Тел. (4212) 30-53-14; d-Frolin@mail.ru

РАЗЛИЧИЯ ГЛУБИНЫ ПОКОЯ СЕМЯН НЕКОТОРЫХ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ ВИДОВ СЕМ. ASTERACEAE

Установлен тип покоя семян нескольких дальневосточных видов сем. Asteraceae. На основании экспериментальных данных проведен сравнительный анализ глубины покоя семян восемнадцати видов, произрастающих в одинаковых экологических условиях.

Ключевые слова: сем. Asteraceae, семена, неглубокий покой, прорастание семян.

Органический покой семян по классификации М.Г. Николаевой представлен несколькими типами, характеризующимися определенной связью между причинами, вызывающими покой, и условиями их нарушения [1, 2]. Формирование глубины покоя зависит от экологических, эколого-географических условий произрастания материнского растения, степени зрелости семян, длительности и условий хранения [3, 4, 5]. Однако, чтобы вычленить именно генетическую составляющую условий формирования покоя, необходимы исследования на растениях, подвергающихся воздействию одинакового комплекса экологических факторов. Сведения такого рода в литературе немногочисленны.

Объектами исследования служили дальневосточные виды растений, произрастающие на территории агробиологической станции ДВГГУ: *Achillea asiatica* Serg., *Arctium lappa* L., *Adenocaulon himalaicum* Edgew., *Ajania pallasiana* (Fish. ex Bess.) Poljark., *Atratyloides ovata* (Thunb.) DC, *Cacalia hastata* L., *Doellingeria scabra* (Thunb.) Nees., *Heteropappus biennis* (Ledeb.) Tamamsch. ex Grub., *Eupatorium lindleyanum* DC, *Latua sibirica* (L) Benth. ex Maxim., *Leibnitzia anandria* (L) Turcz., *Ligularia fischeri* (Ledeb.) Turcz., *Phalacrolooma strigosum* (Muhl. ex Wild.) Tzvel., *Picris davurica* Fisch., *Saussurea pulchella* (Fisch.) Fisch., *Serratula manshurica* Kitag., *Tanacetum boreale* Fisch ex DC, *Taraxacum officinale* Wigg. (названия растений даны с учетом последних принятых изменений [6]). Собранные зрелые семена хранили в течение 3–4 месяцев в сухом состоянии при комнатной температуре. Проращивание семян проводили на влажной фильтровальной бумаге в чашках Петри в трехкратной повторности в темноте или на рассеянном дневном свете при температуре 23–25 градусов. В каждую чашку помещали по сто семян. Подсчет проросших семян проводили ежедневно. Скорость прорастания оценивали по величине отношения числа проросших семян ко времени прорастания, глубину покоя – по проценту проросших семян [7, 8].

Семена видов сем. Asteraceae характеризуются физиологическим покоем различного типа: *Artemisia tridentata*, *Balsamorhiza sagittata* – глубоким B_3 , *Bidens bipinnata* формирует семена двух типов покоя: глубокого и промежуточного – B_3 и B_2 . Большинство же видов обладают неглубоким физиологическим покоем B_1 [9, 10]. Такие семена мо-

гут прорасти и на свету, и в темноте. Семена с большей глубиной покоя прорастают на свету, но не могут прорасти совсем или прорастают замедленно, частично в темноте. Для исследуемых семян, кроме двух видов *T. officinale* и *A. lappa*, данные об условиях прорастания, типе покоя в самой полной сводке отсутствуют [10]. В этой связи представляло интерес установить тип покоя семян.

Как видно из данных табл. 1, семена *T. officinale*, *L. anandria*, *T. boreale*, *A. pallasiana*, *H. biennis*, *A. asiatica* проросли в темноте, что говорит об их неглубоком физиологическом покое. При этом высокой скоростью прорастания обладали семена *T. officinale*, что согласуется с литературными данными [10], и *L. anandria*; низкой скоростью прорастания – семена *A. asiatica* и *H. biennis*. Семена нескольких исследованных видов, не прорастающих в темноте, на свету проросли с различной скоростью (табл. 2). За неделю проросло семян: *A. himalaicum* – 8%, *Ph. strigosum* – 24%, *L. fischeri* – 32%, *A. ovata* – 45%, *A. lappa* – 50%, *S. pulchella* – 94%. Не проросли и в темноте, и на свету *D. scabra*, *C. hastata*, *P. davurica*, *E. lindleyanum*, *L. sibirica*, *S. manshurica*.

Другим маркером глубины покоя семян признается реакция семян на обработку гиббереллином: чем меньше концентрация гиббереллина способна активировать высокую скорость прорастания, тем меньше их глубина покоя [11].

Наименьшей глубиной покоя из этих шести ви-

дов обладают семена *S. manshurica*: концентрация гиббереллина 100 мг/л приводила к полному прорастанию. Наибольшей глубиной покоя обладают семена *D. scabra*, *C. hastata*, количество проросших семян под влиянием возрастающих концентраций гиббереллина увеличивалось незначительно. В варианте с максимальной концентрацией гиббереллина 500 мг/л проросло лишь 10 – 14%. Повидимому, покой семян этих двух видов следует отнести к промежуточному типу. Согласно М.Г. Николаевой, к промежуточному типу покоя относится такой покой, при котором для прорастания семян необходима довольно длительная (1–3 месяца) холодная стратификация; сухое хранение, а также обработка гиббереллином полностью или частично заменяют действие пониженной температуры [1]. Таким образом, окончательную оценку типа покоя можно сделать после дополнительного исследования влияния холодной стратификации на прорастание семян.

Полученные данные показывают значительные вариации глубины покоя семян в рамках одного типа В₁.

Изученные виды в порядке возрастания глубины покоя семян можно расположить в следующем ряду: *A. asiatica* – *T. boreale* – *L. anandria* – *A. pallasiana* – *S. pulchella* – *H. biennis* – *T. officinale* – *S. manshurica* – *P. davurica* – *Ph. strigosum* – *L. sibirica* – *L. fischeri* – *A. ovata* – *A. lappa* – *A. himalaicum* – *E. lindleyanum* – *C. hastata* – *D. scabra*.

Таблица 1 – Прорастание семян видов сем. Asteraceae в темноте

Вид	Проросших семян, %	Вид	Проросших семян, %
<i>Adenocaulon himalaicum</i>	0	<i>Taraxacum officinale</i>	35±3
<i>Heteropappus biennis</i>	6±1	<i>Picris davurica</i>	0
<i>Ajanica pallasiana</i>	18±1	<i>Leibnitzia anandria</i>	34±3
<i>Saussurea pulchella</i>	0	<i>Latua sibirica</i>	0
<i>Cacalia hastata</i>	0	<i>Achillea asiatica</i>	2±1
<i>Doellingeria scabra</i>	0	<i>Serratula manshurica</i>	0
<i>Ligularia fischeri</i>	0	<i>Atratyloides ovata</i>	0
<i>Phalacrolooma strigosum</i>	0	<i>Arctium lappa</i>	0
<i>Eupatorium lindleyanum</i>	0	<i>Tanacetum boreale</i>	25±2

Таблица 2 – Влияние гиббереллина на прорастание семян видов сем. Asteraceae на свету

Вид растения	Проросших семян, %				
	Вода	Концентрация гиббереллина, мг/л			
		50	100	250	500
<i>Cacalia hastata</i>	0	0	5±2	14±1	14±1
<i>Doellingeria scabra</i>	0	3±1	4±1	5±1	10±2
<i>Serratula manshurica</i>	0	67±3	99±2	99±3	99±2
<i>Ajania pallasiana</i>	68±2	93±3	90±3	91±2	68±4
<i>Ligularia fischeri</i>	32±1	88±2	89±1	100±0	75±3
<i>Saussurea pulchella</i>	94±2	76±2	55±3	50±1	50±1
<i>Heteropappus biennis</i>	36±2	53±2	52±1	43±3	29±2
<i>Adenocaulon himalaicum</i>	8±1	65±1	69±2	85±4	88±2
<i>Phalacrolooma strigosum</i>	24±2	34±2	36±1	20±1	12±1
<i>Taraxacum officinale</i>	71±3	80±2	100±0	86±3	80±3
<i>Picris davurica</i>	0	75±2	90±3	85±2	70±2
<i>Leibnitzia anandria</i>	95±1	95±3	90±1	84±1	71±1
<i>Lactuca sibirica</i>	0	25±2	45±2	30±1	20±1
<i>Atractylodes ovata</i>	45±3	75±2	75±3	85±3	65±2
<i>Arctium lappa</i>	50±3	53±2	65±2	77±4	52±2
<i>Eupatorium lindleyanum</i>	0	6±2	7±1	43±3	86±3
<i>Achillea asiatica</i>	99±3	100±0	98±2	98±2	–
<i>Tanacetum boreale</i>	98±2	98±1	99±3	100±0	–

Согласно современным представлениям физиологические и морфологические свойства семян формируются в ходе эволюции; анализ имеющихся в мировой литературе данных позволил исследователям обнаружить ряд существенных закономерностей взаимосвязи типов покоя и систематического положения видов [3, 12]. В этой связи сравнительное изучение глубины покоя в рамках семейства может быть полезным для решения воп-

росов эволюции и таксономии растений. Проведенная экспериментальная работа имеет и прикладное значение. Два из исследованных видов – *Ph. strigosum*, *H. biennis* – обладают декоративными достоинствами, шестнадцать – представители лекарственной дальневосточной флоры [13]. Выявленные особенности прорастания их семян могут быть использованы при подготовке посадочного материала.

Библиографический список

1. Николаева М.Г. Покой семян // Физиология семян. – М.: Наука, 1982. – С. 125–183.
2. Кан А.А. Покой семян: смена концепций и теорий // Физиология и биохимия покоя и прорастания семян. – М.: Колос, 1982. – С. 47–71.
3. Николаева М.Г. Особенности прорастания семян в зависимости от филогенетического положения растений и эколого-географических условий их обитания // Физиология растений. – 1999. – Т. 46. – № 3. – С. 432–437.
4. Даскалюк А.П., Тома О.К., Яроцкая Л.В., Никита И.И. Кинетика стратификации, прорастание и изменение полипептидного состава семян яблони разной скороспелости // Физиология растений. – 1996. – Т. 43. – № 4. – С. 574–580.
5. Дулин А.Ф. Роль гормонального ответа растений на воздействие экологических факторов в процессе формирования семян // Проблемы биологии растений: Материалы Международной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения В.В. Письякуовой. – СПб.: ТЕССА, 2006. – С. 298–305.

6. Шлотгауэр С.Д., Крюкова М.В., Антонова Л.А. Сосудистые растения Хабаровского края и их охрана. – Владивосток–Хабаровск: ДВО РАН, 2001. – 194 с.
7. Николаева М.Г., Лянгузова И.В., Поздова Л.М. Биология семян. – СПб.: Изд. НИИ химии СПбГУ, 1999. – 232 с.
8. Даскалюк А.П. Снятие покоя, прорастание и утечка электролитов из зародышей яблони при стратификации в присутствии сахарозы // Физиология растений. – 2002. – Т. 49. – № 6. – С. 783–789.
9. Видавер У. Свет и прорастание семян // Физиология и биохимия покоя прорастания семян. – М.: Колос, 1982. – С. 211–225.
10. Николаева М.Г., Разумова М.В., Гладкова В.Н. Справочник по проращиванию покоящихся семян. – Л.: Наука, 1985. – 339 с.
11. Николаева М.Г., Разумова М.В. Влияние гиббереллинов и цитокининов на прорастание покоящихся семян // Роль температуры и фитогормонов в нарушении покоя семян. – Л.: Наука, 1981. – С. 55–83.
12. Baskin C.C. Baskin J.M. Seeds. Ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination. – Ney York: Acad. Press., 1998. – 666 p.
13. Шретер А.И. Лекарственная флора советского Дальнего Востока. – М.: Медицина, 1975. – 328 с.

A.F. DULIN

THE DIFFERENSES OF THE DORMANT STATE SEEDS OF SOME FAR EASTERN ASTERACEAE SPECIES

There were estimated the species of the dorman state of Asteraceae Far Eastern seeds. In this paper represented analysis of the dorman state seeds of the 18 species of growing in the edential ecologic conditions plants.

Key words: *Asteraceae – seeds – non-deep dormancy – germination of seeds.*



Н.А. ЗЕЙСЛЕР, старший преподаватель кафедры ботаники
Государственного образовательного учреждения высшего
профессионального образования

«Вологодский государственный педагогический университет»

Тел.: (8172) 729856 (дом.), (8172) 725251 (раб.); zejsler@yandex.ru

Е.Ю. БАХТЕНКО, доктор биологических наук, доцент, первый
проректор Государственного образовательного учреждения высшего
профессионального образования

«Вологодский государственный педагогический университет»

Тел.: (8172) 769238 (дом.), (8172) 769196 (раб.); bakhtenko@yandex.ru

Н.П. КАРСУНКИНА, кандидат биологических наук, доцент
Государственного образовательного учреждения высшего
профессионального образования

«Российский государственный аграрный университет –

Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева»

Тел. (495) 9762054; plantphys@timacad.ru

СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВИДОВ ОВСА В СВЯЗИ С УСТОЙЧИВОСТЬЮ К ЗАСУХЕ

Приводятся данные исследований физиологических реакций на засуху видов рода *Avena* L.: *A. sativa* L., *A. byzantina* C. Koch., *A. fatua* L., *A. strigosa* Schreb. Установлены различия дикорастущих и культурных видов по изменению темпов роста, продуктивности, водного обмена, содержания фитогормонов при недостаточной влажности почвы. Выявлено, что большей засухоустойчивостью отличается *A. strigosa*. Это проявилось в снижении показателей водного обмена, сохранении темпов роста и увеличении зерновой продуктивности. Меньшая устойчивость к недостаточной влажности почвы характерна для культурного вида *A. sativa*.

Ключевые слова: *A. sativa* L., *A. byzantina* C. Koch., *A. fatua* L., *A. strigosa* Schreb., засуха, водный обмен, морфометрические показатели, фитогормоны.

Одной из важнейших сельскохозяйственных культур России является овес. Традиционно на территории РФ возделывают овес посевной (*Avena sativa* L.), имеющий большое практическое значение как основная зернофуражная культура. В целом система рода *Avena* насчитывает 26 видов, которые имеют три уровня плоидности и представлены как культурными, так и дикорастущими формами. Виды отличаются по показателям продуктивности и устойчивости к действию неблагоприятных абиотических факторов [8].

Систематизации результатов исследований рода *Avena* посвящен ряд работ [8, 9, 10]. В них приводится морфофизиологическая характеристика, эколого-географическая классификация, анализируется происхождение видов овса. Вместе с тем физиология овса исследована значительно меньше по сравнению с такими зерновыми культурами, как пшеница, ячмень, кукуруза и др. Следует также отметить неравно-

мерность изучения рода *Avena*. Большая часть публикаций связана со сравнением урожайности сортов овса [1, 4], причем объектом исследования в основном являются сорта *A. sativa* L. и *A. byzantina* C. Koch. Значительно меньше внимания уделяется изучению физиологических реакций представителей рода на неблагоприятные факторы среды. Имеются отдельные данные о влиянии почвенной засухи на физиологические процессы овса [2, 5]. В единичных работах рассматриваются реакции видов на стресс-факторы [13] и проводится сравнение стрессовых реакций сорно-полевых, дикорастущих и культурных видов [16]. Вместе с тем проведение сравнительных физиологических исследований поведения различных видов в нормальных и стрессовых условиях дает возможность выявить специфические и неспецифические реакции.

Цель настоящей работы состояла в исследовании физиологических реакций (темпов роста, продуктивности, водного обмена, содержания фитогормонов) видов рода *Avena* на засуху на ранних стадиях онтогенеза.

Объектами изучения являлись образцы видов рода *Avena* из коллекции ГНЦ РФ ВНИИР им. Н.И. Вавилова: *A. sativa* L. var. *aurea* *copm* Borrus ($2n=42$), *A. byzantina* C. Koch. сорт *Hill* ($2n=42$), *A. fatua* L. ($2n=42$) – сорно-полевой, дикорастущий, *A. strigosa* Schreb. var. *typica* ($2n=14$) – культурный (засоряющий посевы).

Эксперимент проводился в 2005–2009 гг. Растения выращивали в условиях вегетационного опыта методом почвенных культур. Почвенную засуху создавали путем прекращения полива на 11-е сутки после появления всходов и поддерживали в течение 5 суток. Влажность почвы при этом постепенно снижалась с 70% до 30% ПВ. На 5-е сутки засухи изучали морфометрические показатели (сухую массу побега и корневой системы, прирост листа третьего яруса), показатели водного обмена: интенсивность эвапотранспирации, продуктивность транспирации, транспирационный коэффициент, водоудерживающую способность, оводненность побега и корневой системы [12].

Определение содержания свободных форм фитогормонов: абсцизовой кислоты – АБК, индолилуксусной кислоты – ИУК, зеатина, зеатинрибо-

зида – проводили иммуноферментным методом [6]. Для фиксации растительного материала в 80% этаноле использовали наземную часть 11-дневных проростков (фаза 3-х листьев). Растительный материал гомогенизировали и экстрагировали 80%-ным этанолом. Спиртовой экстракт отделяли центрифугированием и упаривали до водного остатка. Очистку АБК и ИУК проводили по модифицированному экстракционному методу [18]. Цитокинины разделяли с помощью тонкослойной хроматографии [17]. Оптическую плотность раствора измеряли на автоматическом сканере Titertek-Uniskan (Eflab, Финляндия) при длине волны 492 нм. В качестве стандарта использовали известные количества метилизованных АБК и ИУК («Serva», США) и зеатина («Serva», США).

Для исследования структуры урожая растения выращивали методом почвенных культур в сосудах объемом 10 л. Почвенную засуху создавали в фазу кушения путем прекращения полива и поддерживали в течение 10 дней. В фазу восковой спелости определяли озерненность, массу зерна и массу 1000 зерен с растения, сухую массу побегов.

Всего было поставлено 5 лабораторных и 5 вегетационных опытов. Измерения проводили в 10–20-кратной повторности. В таблицах представлены средние арифметические значения и стандартные отклонения.

При нормальной влажности почвы проявились отличия исследуемых видов рода *Avena* по морфометрическим показателям (табл. 1). Так, *A. sativa* и *A. byzantina* имели большую сухую и сырую массу побега, площадь листовой поверхности по сравнению с *A. strigosa* и *A. fatua*. *A. strigosa* отличался большим развитием корневой системы и меньшими темпами роста побега, что проявилось в более низком отношении массы побега к массе корня. По остальным показателям существенных отличий не выявлено.

В условиях засухи темпы роста снизились у всех видов (табл. 1). В литературе имеются отдельные данные о замедлении роста и накопления биомассы при недостаточной влажности почвы у представителей видов *A. sativa* и *A. byzantina* [4,11].

Одной из причин снижения темпов роста при засухе являются изменения в водном обмене растений (табл. 2).

Таблица 1 – Морфометрические показатели*

Показатели	Вариант	<i>A. sativa</i>	<i>A. byzantina</i>	<i>A. fatua</i>	<i>A. strigosa</i>
Сухая масса побега, мг	Контроль	48±7	50±4	35±3	31±3
	Засуха	41±4	47±7	31±4	30±5
Сухая масса корня, мг	Контроль	14±3	14±4	11±4	15±6
	Засуха	13±4	17±5	13±5	15±6
Сухая масса побега/ сухая масса корня	Контроль	3,43±0,87	3,57±0,32	3,18±0,48	2,07±0,34
	Засуха	3,15±0,67	2,76±0,60	2,38±0,55	2,00±0,21
Сырая масса побега, г	Контроль	430±109	433±113	317±95	304±90
	Засуха	276±91	323±104	204±86	236±92
Сырая масса корня, г	Контроль	107±38	158±22	116±16	257±37
	Засуха	81±24	92±15	88±22	162±16
Сырая масса побега/ сырая масса корня	Контроль	3,07±0,71	1,92±0,29	2,26±0,18	1,44±0,23
	Засуха	1,91±0,25	1,89±0,32	1,60±0,10	1,01±0,29
Прирост 3-го листа, см/сутки	Контроль	3,8±0,6	3,1±0,7	3,5±0,5	2,4±0,3
	Засуха	2,6±0,7	2,2±0,3	2,3±0,4	2,4±0,3
Площадь листовой поверхности, см ²	Контроль	22,8±4,6	22,7±2,6	16,1±2,0	12,2±1,1
	Засуха	20,9±4,4	18,7±3,2	11,2±1,0	11,3±0,8

*В таблице приведены средние значения 5 опытов. Под действием засухи в большей степени изменилась сырая масса растения и прирост 3-го листа, в меньшей – сухая масса растения. Так, сухая масса побега уменьшилась на 3–15%, сырая масса побега – на 22–26%, корня – на 24–42%, прирост 3-го листа – 28–35%, площадь листовой поверхности растения – на 7–30%. При этом сухая масса корневой системы у большинства видов не изменилась или увеличилась (18–21%), что привело к снижению соотношения массы побега и корневой системы и, вероятно, связано с оттоком питательных веществ в корневую систему в условиях засухи. В меньшей степени ингибирование роста проявилось у *A. strigosa*.

Таблица 2 – Показатели водного обмена*

Показатели	Вариант	<i>A. sativa</i>	<i>A. byzantina</i>	<i>A. fatua</i>	<i>A. strigosa</i>
Оводненность побега, %	Контроль	88,2±4,6	87,8±4,8	88,9±3,0	89,4±2,4
	Засуха	81,7±8,9	83,3±8,2	82,8±8,7	85,4±7,3
Оводненность корня, %	Контроль	88,4±1,8	89,5±1,7	90,5±2,1	88,7±2,7
	Засуха	83,5±3,5	83,8±3,6	85,9±6,0	86,4±3,7
Водоудерживающая способность, %	Контроль	71,9±8,6	89±4,0	81,9±1,1	81,1±3,4
	Засуха	84,3±1,1	92,9±2,7	92,3±2,0	89,7±1,4
Транспирационный коэффициент, л/г	Контроль	337,3±38,5	369,9±45,3	442,3±66,1	520,0±55,2
	Засуха	278,5±27,3	252,3±33,3	427,1±56,3	328,3±24,0
Продуктивность транспирации, г/л	Контроль	3,2±0,4	2,9±0,3	2,5±0,3	2,0±0,2
	Засуха	3,8±0,4	4,5±0,7	2,6±0,4	3,1±0,2
Интенсивность эвапотранспирации, г/час*растение	Контроль	0,2±0,1	0,3±0,1	0,3±0,1	0,3±0,0
	Засуха	0,0±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,0±0,0

*В таблице приведены средние значения 5 опытов.

Содержание воды в растительном организме – один из основных показателей физиологического состояния, а изменения водообмена являются характеристикой качественной направленности физиологических процессов в растениях.

На 5-е сутки засухи у видов рода *Avena* наблюдалось уменьшение оводненности побега (5–7%) и корневой системы (3–6%), интенсивности эвапотранспирации (67–100%), транспирационного

коэффициента (3–37%), увеличение ВУС (4–17%) и продуктивности транспирации (4–55%). В большей степени в условиях недостаточной влажности почвы изменились такие показатели, как транспирационный коэффициент, интенсивность и продуктивность транспирации.

Установлено, что у *A. sativa* и *A. byzantina* при нормальной и недостаточной влажности почвы транспирационный коэффициент ниже, а продуктив-

ность транспирации выше по сравнению с *A. fatua* и *A. strigosa* (табл. 2).

Гормональная система является посредником в ответной реакции организма на воздействия факторов окружающей среды и выполняет существенную роль в адаптационных реакциях растений [15]. В этой связи важно сопоставление протекания физиологических процессов с содержанием фитогормонов.

Одной из характерных реакций растений на стресс-факторы является увеличение содержания АБК. В наших опытах это подтвердилось для всех исследованных видов. После прекращения полива (на 3-е сутки) содержание АБК у всех овсов возрастало по сравнению с контролем, причем в большей степени у *A. byzantina* и *A. strigosa* (табл. 3). Повышенный уровень АБК у исследуемых образцов сохранялся и на 5-е сутки, кроме *A. sativa*. У этого вида содержание АБК снижалось по сравнению с контролем. Отличалась динамика изменения абсцизовой кислоты. Так, возрастание содержания АБК у *A. sativa* и *A. byzantina* достигало максимума на 3-и сутки после прекращения полива, а у *A. fatua* и *A. strigosa* – на 5-е сутки.

Количество ауксинов на 3-и сутки засухи у всех видов снижалось, в большей степени у *A. sativa* и *A. fatua*. На 5-е сутки после прекращения полива содержание гормона у *A. sativa* снижалось, у других видов – возрастало, причем у *A. byzantina* и *A. fatua* уровень ауксинов увеличивался по сравнению с контролем.

Аналогично ауксином изменялись цитокинины. На 3-и сутки после прекращения полива содержание зеатина и зеатинрибозидов у всех видов снижалось по сравнению с контролем. Далее у *A. byzantina*, *A. fatua* и *A. strigosa* их уровень увеличивался по сравнению с контролем, а у *A. sativa* уменьшался. Так, на 5-е сутки засухи у *A. sativa* содержание зеатина и зеатинрибозидов было в 2 раза ниже, чем в контроле, а у *A. byzantina* – в 2 раза выше по сравнению с контролем.

Известно, что биологическую продуктивность оценивают по количеству сформировавшейся общей биомассы растения. Урожай зерна составляет часть общей биомассы и зависит от степени согласованности процессов формирования надземной части и отдельных элементов урожайности.

По нашим данным, биологическая продуктивность выше у сорно-полевого вида *A. fatua*, тогда как большая зерновая продуктивность характерна для видов *A. sativa* и *A. byzantina* (табл. 4).

Под действием перенесенной засухи биологическая продуктивность снизилась у всех видов овса: *A. sativa* – на 33,2%, *A. strigosa* – на 18,9%, *A. byzantina* – на 15,0%, *A. fatua* – на 9,9%. Изменение зерновой продуктивности зависело от вида. У *A. sativa* и *A. byzantina* урожай зерна уменьшился соответственно на 21,9 и 11,0% за счет снижения количества зерен. У *A. fatua* и *A. strigosa* отмечено даже некоторое увеличение зерновой продуктивности, что связано у *A. fatua* с размером зерен, а у *A. strigosa* – с озерненностью.

Таблица 3 – Содержание фитогормонов в побегах*

Гормоны	Вариант	<i>A. sativa</i>		<i>A. byzantina</i>		<i>A. fatua</i>		<i>A. strigosa</i>	
		3-и сутки	5-е сутки	3-и сутки	5-е сутки	3-и сутки	5-е сутки	3-и сутки	5-е сутки
АБК	Контроль	8,96±3,93	10,27±4,58	13,10±0,06	11,06±4,15	9,31±0,32	5,65±0,16	9,80±0,06	6,91±0,18
	Засуха	17,27±1,16	6,79±0,40	32,13±1,45	18,87±0,60	10,64±0,59	11,02±1,27	21,22±1,66	17,38±6,43
ИУК	Контроль	28,55±1,01	18,00±0,78	24,45±2,02	19,61±0,79	40,40±2,44	19,95±0,18	19,42±3,37	26,86±1,64
	Засуха	27,80±0,17	4,40±0,36	19,66±4,22	20,71±0,72	9,32±1,77	25,89±1,09	13,50±2,90	22,41±0,01
Зеатин	Контроль	2,48±1,00	1,94±0,32	2,56±0,29	1,82±0,00	2,05±0,06	2,37±0,31	2,95±0,54	2,03±0,04
	Засуха	1,52±0,28	2,28±0,11	1,75±0,18	2,35±0,21	3,20±1,01	2,93±0,60	2,36±0,15	2,27±0,08
Зеатин-рибозид	Контроль	4,96±0,28	4,74±0,54	4,23±0,30	2,65±0,40	8,83±0,57	4,78±0,53	6,05±0,43	3,11±0,40
	Засуха	3,85±0,06	3,70±0,75	3,68±0,03	3,97±0,49	7,44±0,52	5,59±0,45	5,45±0,36	4,23±0,18

*В таблице приведены результаты типичного опыта.

Таблица 4 – Структура урожая при недостаточной влагообеспеченности*

Показатели	Вариант	<i>A. sativa</i>	<i>A. byzantina</i>	<i>A. fatua</i>	<i>A. strigosa</i>
Масса зерна с растения, г	Контроль	2,60±0,31	2,10±0,27	1,47±0,15	1,25±0,07
	Засуха	2,03±0,23	1,87±0,31	1,63±0,18	1,31±0,16
Число зерен с растения, шт.	Контроль	71±12	54±9	69±8	87±12
	Засуха	54±8	50±10	67±11	97±13
Масса 1000 зерен, г	Контроль	36,62±1,51	38,89±2,19	21,30±1,39	14,37±1,46
	Засуха	37,59±3,18	37,40±4,05	24,33±2,03	13,57±0,96
Сухая масса растения, г	Контроль	5,79±0,95	5,54±0,24	6,44±0,57	5,03±0,32
	Засуха	3,94±0,47	4,71±0,53	5,8±0,30	4,18±0,25

*В таблице приведены результаты типичного опыта.

Известна повышенная чувствительность овса к недостатку влаги в почве [3, 14]. Однако род *Avena* обладает широким спектром адаптивных реакций к различным климатическим условиям [7]. Исследование изменений физиологических показателей под действием засухи (темпов роста, водного обмена, содержания фитогормонов, структуры урожая) у различных видов овса позволяет выделить общие неспецифические реакции.

Под действием засухи у видов рода *Avena* снижались морфометрические показатели, оводненность побега и корневой системы, интенсивность эвапотранспирации, транспирационный коэффициент, возрастала водоудерживающая способность и продуктивность транспирации. Это наблюдалось

на фоне увеличения содержания АБК, снижения ауксинов и цитокининов.

Проявились и видоспецифические реакции. Сорт *Borrus* (*A. sativa*) отличался большей зерновой продуктивностью по сравнению с другими образцами и меньшей устойчивостью к засухе, что проявилось в торможении ростовых процессов, снижении уровня водного обмена, урожайности, значительном и более продолжительном изменении гормонального статуса.

У *A. strigosa* показатели водного обмена снижались в большей степени по сравнению с остальными видами. При этом темпы роста изменялись незначительно, а зерновая продуктивность возрастала. Это позволяет судить о большей устойчивости данного вида к почвенной засухе.

Библиографический список

1. Баталова Г.А. Селекция овса на северо-востоке Нечерноземной зоны России: Автореферат дис. ... док. с.-х. наук: 06.01.05 / Баталова Галина Аркадьевна. – СПб., 2000. – 60 с.
2. Бахтенко Е.Ю. Гормональный баланс пшеницы и овса в связи с устойчивостью к засухе / Е.Ю. Бахтенко, И.В. Скоробогатова, Н.П. Карсункина, Е.В. Захарова, А.В. Платонов // Агрохимия. – 2001. – № 7. – С. 43–48.
3. Вавилов Н.И. Мировые ресурсы. Засухоустойчивость сортов / Н.И. Вавилов // Доклады Всесоюзной конференции по борьбе с засухой. – М., 1932. – Бюлл. 2.
4. Васячкина И.В. Селекционная ценность засухоустойчивых образцов овса в условиях Среднего Поволжья: Дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Васячкина Ирина Витальевна. – СПб., 1993. – 125 с.
5. Колкунов В.В. К вопросу о транспирации и засухоустойчивости культурных растений / В.В. Колкунов // Научно-агрономич. журнал. – 1926. – № 9. – С. 531–551.
6. Кудоярова Г.Р. Иммунохимические исследования гормональной системы растений: регуляция роста и ответы на внешние воздействия: Автореф. дис. ... докт. биол. наук: 03.00.12 / Кудоярова Гюзель Радомесовна. – СПб., 1996. – 48 с.
7. Культурная флора: Овес / Коллектив авторов / Под ред. В.Д. Кобылянского, В.Н. Солдатова – Т. II. – Ч. 3. – М.: Колос, 1994. – 367 с.
8. Лоскутов И.Г. Овес (*Avena L.*). Распространение, систематика, эволюция и селекционная ценность: [монография] / И. Г. Лоскутов. – Санкт-Петербург: ГНЦ РФ ВИР, 2007. – 335 с.

9. Митрофанов А.С., Митрофанова К.С. Овес / А.С. Митрофанов, К.С. Митрофанова. – М.: Колос, 1967. – 287 с.
10. Мордвинкина А.И. Эколого-географическая классификация культурных и сорно-полевых овсов / А.И. Мордвинкина // Доклады ВАСХНИЛ. – М.: Сельхозгиз, 1939. – Вып. 9. – С. 3–10.
11. Олех К. Влияние влажности почвы на интенсивность фотосинтеза, дыхания и других функций листа овса: Автореф. дис. ... канд. биол. наук / К. Олех. – М., 1960. – 21 с.
12. Практикум по физиологии растений / Под ред. Н.Н. Третьякова. – М.: Колос, 1982. – 271 с.
13. Сказкин Ф.Д. Критический период у растений к недостаточному водоснабжению / Ф.Д. Сказкин // Тимирязевские чтения. – М.: Изд-во Академии наук СССР, 1961. – 51 с.
14. Удовенко Г.В. Устойчивость растений к абиотическим стрессам / Г.В. Удовенко // Физиологические основы селекции растений. – С.-Петербург: Изд-во ВИР, 1995. – С. 293–346.
15. Якушкина Н.И. Роль фитогормонов в адаптации растений к условиям среды / Н.И. Якушкина // Гормональная регуляция ростовых процессов. – М., 1985. – С. 3–8.
16. Ярош Н.П. Биохимические свойства зерна некоторых диких и культурных видов овса / Н.П. Ярош, Н.А. Родионова, В.А. Пасынков // Бюллетень ВИР. – Л., 1977. – Вып. 73. – С. 14–20.
17. Kudoyarova, G. R. Fast changes in growth rate and cytokinin content of the shoot following rapid cooling of roots of wheat seedling / Kudoyarova G. R., Farhutdinov R. G., Mitrichenko A. N., Teplova I. R., Dedov A. V., Veselov S. U., Kulaeva O. N. // Plant Growth Regul. – 1998. – № 26. – С. 105–108.
18. Veselov S. Yu. Modified solvent partitioning scheme providing increased specificity and rapidity of immunoassay for indole 3-acetic acid / Veselov S. Yu., Kudoyarova G. R., Egutkin N. L., Gyuli-Za-de V. Z., Mustafina A. R., Kof E. M. // Physiol. Plant. – 1992. – № 86. – С. 93–96.

N.A. ZEJSLER, E.YU. BAKHTENKO, N.P. KARSUNKINA

STRUCTURAL AND FUNCTIONAL PECULIARITIES OF SPECIES OF OATS IN CONNECTION WITH RESEARCH OF RESISTANCE TO DROUGHT

There are the results of researches of physiological reactions of species of the genus Avena L.: A. sativa L., A. byzantina C. Koch., A. fatua L., A. strigosa Schreb. to drought. There were revealed distinctions of wild and cultivated species in changes of growth rates, productivity, water metabolism, fitohormones contents in the presence of insufficient soil humidity. It was revealed that A. strigosa possesses greater drought-resistance. It was showed in lowering parameters of water metabolism, preservation of growth rate and in increasing of grain productivity. A. sativa was characterized by lesser resistant to insufficient humidity of soil.

Key words: A. sativa L., A. byzantina C. Koch., A. fatua L., A. strigosa Schreb., drought, water metabolism, morphometric parameters, fitohormones.

А.Ф. КОЛЕСНИКОВА, профессор, доктор с.-х.н., кафедра почвоведения
и прикладной биологии Орловского государственного университета

Тел. 8(4862) 76-27-09; fedotovaie@mail.ru

И.Э. ФЕДОТОВА, заведующая кафедрой, к. с.-х.н.,
кафедра почвоведения и прикладной биологии

Орловского государственного университета

Тел. 8(4862) 45-69-69, 8-910-303-42-31; fedotovaie@mail.ru

ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА РЕПРОДУКЦИОННЫХ ПОЧЕК НА ФОРМИРОВАНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННО- БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ ВЕГЕТАТИВНОГО ПОТОМСТВА СОРТОВ ВИШНИ ОБЫКНОВЕННОЙ (*PRUNUS CERASUS* L.)

Многолетними исследованиями выявлено влияние фенотипических различий состояния маточных деревьев, силы роста побегов на формирование репродукционных качеств почек вишни обыкновенной и проявление хозяйственно-биологических признаков в вегетативном потомстве (V_r). Установлено, что путём перераспределения ассимилятов листьев в пределах побегов маточных деревьев можно повысить качество репродукционных почек и уровень хозяйственно-биологических признаков их вегетативного потомства (V_r).

Ключевые слова: маточные деревья, побеги, листья, подвои, репродукционные почки, окулировка, фенотипические различия, хозяйственно-биологические признаки, вегетативное потомство, переключение ассимилятов.

Актуальность исследований.

Под влиянием установившихся в последний период климатических аномалий в средней зоне плодородия России произошло нарушение физиологического ритма развития растений вишни обыкновенной (*Prunus Cerasus* L.) и появление массовых эпифитотий опасных болезней коккомикоза (возбудитель *Coccomyces hiemalis* Higg.) и (в последнее десятилетие) монилиоза (возбудитель *Monilia cenerea* Shroet Honey). Вследствие действия данных факторов началась гибель насаждений ранее широко распространённой косточковой плодовой культуры вишни обыкновенной. К настоящему времени в Центральном регионе России не осталось её промышленных насаждений. Вишню здесь выращивают лишь в любительском садоводстве с малой численностью деревьев.

Селекционными учреждениями созданы новые, адаптированные к изменившейся окружающей среде сорта, но для успешного восстановления насаждений этой ценной исконно российской культуры требуется высококачественный посадочный материал данных сортов. Основатели научного садоводства считают, что качество посадочного материала в значительной степени зависит от качества репродукционных (прививочных) почек. На неравноценность репродукционных почек в зависимости от возраста дерева, местоположения побегов в кроне и почек на побегах яблони указывали:

И.В. Мичурин (1948), А.Т. Болотов (1952), Н.И. Кичунов (1929), М.В. Рыгов (1956), позже – Н.И. Туровцев (1970), Т.К. Поплавская (1962), В.М. Тюленев (1967) и др. Исстари было принято маточные деревья выбирать среди наиболее урожайных, зимостойких и здоровых, для прививок использовать только среднюю часть побегов с хорошо развитыми почками (Степанов, 1981).

С развитием генетики были накоплены научные данные, утверждающие, что из любых прививочных почек, вплоть до адвентивных, образующихся на корнях, вырастают генетически однородные саженцы яблони (Тарасенко, 1966; Попов, 1962; Черненко, 1964; Седов, 2005). Сложилось понятие, что фенотипические различия по силе роста побегов, размеру репродукционных почек на маточных деревьях не оказывают существенного влияния на формирование хозяйственно-биологических признаков выращенного из них посадочного материала.

Однако в какой степени данные положения соответствуют реальному проявлению стабильности генотипов скороплодной, подверженной сильной спонтанной мутационной и модификационной изменчивости признаков вишни обыкновенной, до сих пор не выявлено. Известно, что при выращивании одних и тех же сортов в одинаковых или близких природно-климатических условиях часто наблюдаются значительные фенотипические различия по уровню проявления хозяйственно-биологических признаков у их растений (Колесникова, 2003; Джигадло, 2008; Острикова, 2010; Жуков, Никифорова, 2002). Какая доля различий предопределена исходным качеством посадочного материала сортов вишни, никем не исследовалось.

В садоводстве никем не вёлся поиск методов, повышающих качество репродукционных почек, формирующихся на соответствующих стандарту побегах маточных деревьев, в то время как для зерновых культур установлено, что «повысить урожайность и качество семян можно... перераспределив питательные вещества между вегетативными и репродуктивными органами» (Гриценко, Калошина, 1976). Исходя из заключения Ч. Дарвина о том, что между воспроизведением растений семенами и почками не так уж велики различия: «Законы наследственности одинаковы для разновидностей из семян и почек» (Дарвин, соч., Т. IV, 1951),

выявление приёмов повышения качества репродукционных почек сортов вишни представляет научный и практический интерес.

Целью исследований явилось:

– изучение влияния фенотипических различий состояния маточных деревьев, силы роста побегов на формирование качества репродукционных почек и проявление хозяйственно-биологических признаков сортов вишни обыкновенной в вегетативном потомстве (V_1), выращенном из данных почек (опыт № 1);

– улучшение качества репродукционных почек сортов вишни обыкновенной путём перераспределения ассимилятов листьев в пределах побегов маточных деревьев (опыты № 2).

Условия, объекты и методика исследований.

Исследования проводили во ВНИИ селекции плодовых культур (ВНИИСПК, г. Орёл) с 1967 по 1983 год и в Орловском государственном университете (ОГУ) с 1989 по 2006 год.

Опыт № 1.

Объекты – маточные деревья:

1 вариант – состояние деревьев 5 баллов, побеги длиной более 35 см, толстые, листья без повреждений болезнями, почки крупные, сорта – Орловская ранняя № III – 24 – 17, Любская № 18-08-29;

2 вариант – состояние деревьев 3 балла, побеги длиной около 30 см, тонкие, листья без повреждений болезнями, почки мелкие, сорта – Орловская ранняя № III – 24 – 05 и Любская № 18-05-29.

Подвой – сеянцы сорта Владимирская. Двухлетние саженцы сорта Орловская ранняя были высажены в сад в двух повторностях, по 12 штук в повторности; сорта Любская – в четырёх повторностях, по 15 штук в повторности.

Опыт № 2.

В исследованиях 1967–1983 гг. объектами послужили маточные деревья стародавнего сорта вишни обыкновенной Любская (деревья 18-24-84, 18-31-85), позднеспелого мутанта Любской (дерево 18-42-77); в исследованиях 1989–2006 гг. – деревья новых сортов вишне-черешни Тургеневка (А – 10–24), Ровесница (А – 10–37).

На каждом здоровом, с хорошим состоянием дереве на одинаковых по экспозиции и силе роста побегах (толстых, длиной около 35 см) были размещены варианты опыта.

Вариант 1. В период активного роста побегов и формирования пазушных почек (II этап органогенеза), за 20–25 дней до начала окулировки, на побегах маточных деревьев были удалены все почки, кроме одной, развивающейся в средней части побега. Листья на побегах не удаляли, предполагая возможность переключения их ассимилятов на обеспечение максимально благоприятных условий для развития репродукционной почки (элитной).

Вариант 2 (был испытан только в опыте 1989–2006 гг.). Аналогичен варианту 1, но на побегах оставляли 2 почки на расстоянии двух междоузлий друг от друга (от базальной части побега – 4-ю и 7-ю почки).

Вариант 3 (контроль). Все почки на побегах сохранялись. Из средней части каждого побега (черенка) для окулировки использовали 6 почек.

Технология окулировки, выращивания саженцев соответствовала принятым стандартам питомниководства.

В опыте 1967–1983 гг. двухлетние саженцы каждого варианта, привитые на сеянцах Владимирской, были высажены в сад во ВНИИСПК в 3-х повторностях, по 12 шт. в повторности.

В опыте 1989–2006 гг. однолетние саженцы каждого варианта, привитые на клоновом подвое ВП-1, были высажены в сад на агробиостанции ОГУ в 4-х повторностях, по 6 шт. в повторности.

В исследованиях руководствовались «Программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (Мичуринск, 1973; Орёл, 1999).

Результаты исследований.

Опыт 1. Учёты силы роста саженцев в плодовом питомнике показали превосходство первого варианта (крупных) почек над вторым. Так, у сорта Орловская ранняя диаметр штамба двухлеток из крупных почек был больше в среднем на 2 мм, у сорта Любская – на 2,5 мм по сравнению с диаметром штамбов из мелких почек.

В 14-летнем возрасте разница по диаметру штамбов между вариантами достигла в среднем 14 мм у сорта Орловская ранняя и 12 мм – у сорта Любская. Во все годы наблюдений в саду деревья первого варианта выделялись лучшим общим состоянием по сравнению с деревьями второго варианта. К 14-летнему возрасту это преимуще-

ство выразилось в среднем у сорта Орловская ранняя на 0,43 балла, у сорта Любская – на 0,38. Достоверность различий доказана статистически с вероятностью 99%. В связи с лучшим общим состоянием деревьев первого варианта на протяжении всех лет учёта они проявляли более высокую устойчивость к коккомикозу по сравнению с деревьями второго варианта. Наиболее наглядно это проявилось у сильнопоражающегося болезнью сорта Любская. В среднем за 10 лет достоверная средняя разница из четырёх повторностей составила 0,3 балла, а в годы эпифитотий разница была ещё большей: в 1974 г. – 0,41 балла, в 1978 г. – 0,48 балла, в 1980 г. – 0,42 балла.

Деревья первого варианта обоих сортов обладали более высокой адаптивностью и жизнеспособностью по сравнению с деревьями второго варианта. К 14-летнему возрасту среди них погибло у сорта Орловская ранняя 15% против 39,3% у второго варианта, у сорта Любская – 29,5% против 41,4% соответственно. Превышение степени плодоношения в баллах первого варианта над вторым выразилось у сорта Орловская ранняя (в среднем за 9 лет) в 0,33 балла, у сорта Любская (в среднем за 10 лет) – в 0,36 балла. В пересчёте на 1 га с поправкой на изреженность (как предусмотрено методикой сортоизучения) весовая разница снятых плодов между вариантами в пользу первого у очень раннего нерегулярно плодоносящего сорта Орловская ранняя составила в среднем 11 ц/га; за три наиболее благоприятных года (1975, 1977, 1981 гг.) преимущество первого варианта (104,7 ц/га) над вторым (63,0 ц/га) было ещё более значительным – 41,7 ц/га. Более высокую урожайность первого варианта проявили деревья и у сорта Любская (таблица 1).

Экономическая эффективность первого варианта сорта Любская превысила второй вариант на 18,3%.

По химическому составу плоды обоих вариантов сорта Любская были близки между собой. Масса плодов деревьев первого варианта была в среднем больше (на 0,3 г), чем масса плодов второго варианта.

Выявленные в опыте № 1 различия хозяйственно-биологических признаков у деревьев в зависимости от качества репродукционных почек перво-

Таблица 1 – Урожайность деревьев сорта Любская в зависимости от качества окулировочных почек в среднем за 7 лет (1975–1982 гг.), ц/га

Варианты	Урожайность по повторностям				
	1	2	3	4	в среднем
I	20,64	48,02	27,75	37,12	33,38
II	17,27	39,73	18,44	26,45	25,48

го вегетативного поколения (V_1), безусловно, являются фенотипическими. Как и следовало ожидать, во втором вегетативном поколении (V_2), выращенном из репродукционных почек одинаковых по силе роста побегов, срезанных с деревьев первого вегетативного поколения (V_1) обоих вариантов, никаких достоверных различий признаков не проявилось. Фенотипические различия признаков растений двух вариантов обусловлены нормой реакции генотипов исследуемых сортов.

Тем не менее повышение экономической эффективности (на 18%) деревьев основного в тот период сорта вишни Центрального региона России только за счёт выращивания саженцев из крупных почек убеждает в необходимости использования для размножения сортов вишни только полноценного репродукционного материала.

Опыт № 2 (во ВНИИСПК). Учёты показали, что в первом варианте (у сорта Любская и позднеспелого мутанта Любской) приживаемость привитых почек в плодовом питомнике выше контрольного варианта на 10,2%. За десятилетний период произрастания в саду деревья обоих вари-

антов перенесли ряд неблагоприятных биотических и абиотических воздействий – сильнейших эпифитотий коккомикоза 1976 и 1978 годов, суровую зиму 1978/79 годов с перепадами температур и возвратными морозами до -32°C . Но, несмотря на это, деревья первого варианта отличались лучшим общим состоянием. В среднем за весь период они превосходили по общему состоянию контрольные на 0,4 балла, оказались более жизнеспособными – число погибших среди них было на 18,5% меньше в сравнении с контрольным вариантом. Деревья первого варианта отличались большей скороплодностью, на 4-й год жизни вступили в пору плодоношения и превосходили деревья контроля по среднему баллу плодоношения на 0,49 балла, плоды на них были крупнее (на 0,3 – 0,5 г).

Выросшие из элитных почек деревья давали более высокие урожаи. За 9 лет учёта в пересчёте на гектар в среднем их урожай на 46% превосшёл контрольный вариант. С деревьев первого варианта получено плодов 28,51 ц/га против 19,48 ц/га – с контрольных (таблица 2).

Таблица 2 – Жизнеспособность и урожайность деревьев в среднем за 9 лет (1975 – 1983 гг.)

Сорт, дерево	Вариант	Число растений в опыте, шт.	Живых растений, %	Средний урожай		
				с дерева, кг	ц/га	%
Мутант Любской 18-42-77	I	18	61,11	5,04	20,50	172,20
	II	16	37,5	4,77	11,90	100,00
Любская 18-31-85	I	33	69,7	6,93	32,16	119,60
	II	33	60,47	6,68	26,89	100,00
Любская 18-24-84	I	22	68,18	7,24	32,86	167,40
	II	22	45,46	6,48	19,63	100,00
В среднем	I	$\Sigma=73$	66,33	6,41	28,51	146,00
	II	$\Sigma=71$	47,81	5,98	19,48	100,00
Разница			18,52	0,43	9,03	46,00

Разница по урожайности деревьев в пользу первого варианта в благоприятные для растений вишни годы (1981 – 1983) оказалась ещё более значительной: 42,2 ц/га против 26,7 ц/га второго варианта.

Экономическая эффективность деревьев первого варианта составила 207,9%.

Описанный способ улучшения репродукционных качеств почек вишни (Колесникова, 2010) обычно-

венной зарегистрирован во Всесоюзном научно-исследовательском институте государственного патентоведения 26.11.1985 года под № 3764140/30-15 как изобретение с наименованием «Способ подготовки окулировочного материала вишни». Получено авторское свидетельство № 1205827, зарегистрированное в Госреестре изобретений СССР 22 сентября 1985 года.

Опыт № 2 (на агробиостанции ОГУ). Учёты толщины диаметра штамбов однолеток перед выкопкой из питомника выявили преимущество первого (Тургеневка – 13,6 мм, Ровесница – 12,8 мм) и второго вариантов (12,9 и 12,6 мм соответственно) по сравнению с контрольным (10,5 и 9,7 мм соответственно).

Степень плодоношения в баллах в среднем за 8 лет (1995 – 2002 гг.) у деревьев первого (1,0 балл) и второго (0,6 балла) вариантов была выше контрольного. Так, у сорта Тургеневка средний балл плодоношения деревьев первого варианта – 3 балла, второго – 2,6 балла, контрольного – 2,0 балла; у сорта Ровесница – 3,4 балла, 3,1 и 2,4 балла соответственно.

Крайне неблагоприятные воздействия биотических и абиотических факторов окружающей среды в годы произрастания деревьев в саду (1991 – 2006 гг.) отрицательно сказались не только на их продуктивности, но и на общем состоянии. Однако деревья обоих сортов первого и второго вариантов достоверно превосходили на 0,8–0,5 балла деревья контрольного варианта по общему состоянию. В конечном итоге после суровой зимы 2005–2006 годов (длительные морозы

до $-36,5^{\circ}\text{C}$) в контрольном варианте сорта Тургеневка (высокозимостойкое дерево) погибло 12,5% деревьев, в первом и втором вариантах гибели деревьев не произошло. У сорта Ровесница (дерево среднезимостойкое) в контрольном варианте погибло 25,0% деревьев, во втором – 16,6%, в первом – 0%.

Положительные изменения хозяйственно-биологических признаков сортов вишни, проявившиеся у деревьев, выросших из элитных почек, не являются мутационными. Здесь имеет место модификационная изменчивость, то есть генетико-физиологический эффект без изменения структуры генов.

Выводы.

1. Для объективной оценки хозяйственно-биологических признаков сортов вишни обыкновенной при сортоизучении, в том числе государственном сортоиспытании, саженцы вишни необходимо выращивать из одинаковых высококачественных репродукционных почек.

2. Перераспределение ассимилятов листьев в пределах побега позволяет повысить репродукционные качества почек, которые, в свою очередь, повышают уровень адаптивности, жизнеспособности и продуктивности выращенных из них деревьев вишни.

3. Требования к качеству репродукционных почек скороплодной, подверженной сильной мутационной и модификационной изменчивости косточковой плодовой культуры вишни должны приравниваться к требованиям, предъявляемым к посевным качествам семян полевых культур.

Библиографический список

1. Болотов А.Т. Избранные сочинения [Текст] / А.Т. Болотов. – М.: Сельхозиздат, 1952. – 388 с.
2. Гриценко В.В. Семеноводство полевых культур [Текст] / В.В. Гриценко, Э.М. Калошина. – М.: Колос, 1976. – С. 50–55.
3. Дарвин Ч. Происхождение видов [Текст] / Ч. Дарвин. – М.: Изд. АН СССР, 1939. – 367 с.
4. Джигадло Е.Н. Совершенствование методов селекции, создание сортов вишни и черешни, их подвоев с экологической адаптацией к условиям Центрального региона России [Текст] / Е.Н. Джигадло. – Орёл: ВНИИСПК, 2009. – 268 с.
5. Жуков О.С. Вишня и черешня [Текст] / О.С. Жуков, Г.Г. Никифорова // Создание новых сортов и доноров ценных признаков на основе идентифицированных генов плодовых растений. – Мичуринск, 2002. – С. 68–80.
6. Кичунов Н.И. Вишня и черешня. Н.И. Кичунов. – Л.: Всес. ин-т прикл. ботаники и новых культур, 1929. – 184 с.
7. Колесникова А.Ф. Вишня. Черешня [Текст] / А.Ф. Колесникова. – Харьков: Фолио; М.: ООО «Издательство АСТ», 2003. – 255 с.
8. Колесникова А.Ф. Улучшение сортимента вишни на основе клонового отбора [Текст] / А.Ф. Колесникова. – Орёл, 2010. – 184 с.

9. Мичурин И.В. Выведение новых культурных сортов плодовых деревьев и кустарников из семян [Текст] / И.В. Мичурин // Сочинения. Т. I. – М.: Госсельхозиздат, 1948. – С. 550–553.
10. Острикова О.В. Особенности адаптивности генотипов подрода *Cerasus* Focke в неблагоприятных погодноклиматических условиях Центрального региона России [Текст] / О.В. Острикова // Автореферат на соискание учёной степени кандидата сельскохозяйственных наук. – Орёл, 2010 г. – 23 с.
11. Поплавская Т.К. О сортовой изменчивости почек в кроне яблони [Текст] / Т.К. Поплавская // Труды ЦГЛ им. И.В. Мичурина. Т. 8. – Мичуринск, 1962. – С. 225–231.
12. Попов В.Н. Влияние разнокачественных прививочных черенков на рост и плодоношение деревьев яблони [Текст] / В.Н. Попов // Сб. работ по селекции и агротехнике плод.-ягодных к-р. Т. 2. – Воронежское кн. изд-во, 1962. – С. 216–236.
13. Рытов М.В. Избранные труды [Текст] / М.В. Рытов. – Москва, 1956. – 426 с.
14. Седов Е.Н. Селекция и сортимент яблони для Центральных регионов России [Текст] / Е.Н. Седов. – Орёл: изд-во ВНИИСПК, 2005. – С. 15–18.
15. Степанов С.Н. Плодовый питомник [Текст] / С.Н. Степанов. – М.: Колос, 1981. – 392 с.
16. Тарасенко М.Т. Вегетативное размножение в садоводстве [Текст] / М.Т. Тарасенко // Доклад по совокупности опубликованных работ на соискание учёной степени доктора сельскохозяйственных наук. – Москва, 1966. – 52 с.
17. Туровцев Н.И. Природная и экспериментальная клоновая изменчивость у плодовых пород [Текст] / Н.И. Туровцев // Автореферат на соискание учёной степени доктора сельскохозяйственных наук. – Ленинград, 1970. – 50 с.
18. Тюленев В.М. Изучение индивидуального развития яблони в связи с происхождением черенков и почек [Текст] / В.М. Тюленев // Труды ЦГЛ им. И.В. Мичурина. Т. 9. – Тамбов, 1967. – С. 314–319.
19. Черненко Е.С. Особенности роста и цветения яблонь, полученных из тканей кроны и корня [Текст] / Е.С. Черненко // Доклады Академии наук СССР. – Т. 156. – № 1. – 1964. – С. 186–192.

A.F. KOLESNIKOVA, I.E. FEDOTOVA

INFLUENCE OF REPRODUCTIVE BUDS QUALITY ON FORMATION OF ECONOMIC-BIOLOGICAL SIGNS WITHIN VEGETATIVE PROGENY OF CHERRY SOUR (*PRUNUS CERASUS* L.) CULTIVARS

By perennial researches the influence of phenotypic distinctions, parent trees state, growth's force shoots on formation of reproductive quality of cherry sour buds and expression of economic-biological signs in vegetative progeny (V_p) was revealed. It is established that reproductive buds quality and level of economic-biological signs of their vegetative progeny one can to raise by redistribution leave assimilates within parent trees shoots.

Key words: parent trees, shoots, leaves, stocks, reproductive buds, bark grafting, phenotypic distinctions, economic-biological signs, vegetative progeny, switching assimilate.

П.В. КОЧКАРЁВ, кандидат биологических наук
В.Р. КОЧКАРЁВ, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Орловского государственного университета
Тел. 89103018938

ЭКОЛОГО-ПРИРОДНЫЕ АСПЕКТЫ ЛУГОВ И ПАСТБИЩ

В статье дана экологическая и биологическая характеристика лугопастбищных растений по природным зонам России. Приведена питательная ценность растений и травостоев в зависимости от вида, способа и срока их использования.

Ключевые слова: луга, пастбища, растения, питательность, переваримость, способ, использование, животные.

Луга и пастбища своим возникновением и развитием обязаны исключительно человеку разумному, который перешел от охоты и собирательства к земледелию и скотоводству. В палеолите (период первобытного состояния общества) земля в основном была покрыта лесами и лесной крупнотравянистой растительностью типа хвоща, папоротника. Позднее появился вейник (*calamagrostis*), это, по видимости, один из древнейших злаков, он был обнаружен в желудке замёрзшего мамонта.

Практически складывалось так, что в различных природно-климатических местностях (ареалах), где атмосферные осадки и влажность воздуха распределялись равномерно, стали зачастую появляться искусственные сообщества злаков и других трав, то есть предшественники луга, а затем и пастбища. Большая часть из этих сообществ развивалась на месте прежнего леса.

Если бы эти растительные сообщества были предоставлены сами себе, то они в ходе экологической сукцессии с течением времени непременно превратились бы в лес. Ещё В.В. Докучаев приводил такой пример, когда один из участков вересковой степи, будучи отгороженным от скота, стал быстро зарастать древесными породами. Следовательно, только благодаря антропогенному влиянию (вырубка деревьев, сенокосение и выпас скота) лес вынужден был уступить вторжению человека.

Природные пастбища и сенокосы в России занимают почти 92 млн. га. На их долю приходится 42% сельскохозяйственных угодий. Для сравнения укажем, что наибольшие площади природных кормовых угодий (вне пашни) имеют Австралия – 362 млн. га и США – 256 млн. га, что составляет 94 и 57% сельскохозяйственных угодий этих стран. На каждый гектар природных кормовых угодий приходится: в России – 1,3 га пашни, в Австралии – 0,06 и США – 0,7 га.

Благополучие отрасли животноводства возможно только в случае рационального использования имеющихся в хозяйствах (различной формы собственности) растительных кормов. Однако доля пастбищных кормов в структуре летнего рациона за последние годы снизилась в 2 раза по сравнению с 70–80-ми годами XX века. В результате основной объём зелёных кормов вынуждены производить на пашне, скармливая их животным из кормушек при стойловом их содержании. Это удорожает летний рацион и снижает эффективность животноводства. Поэтому для снижения затрат на кормле-

ние скота в летний период, рационального и эффективного использования природных кормовых угодий в настоящее время возникает острая потребность в восстановлении и повышении роли пастбищ.

Природные кормовые угодья являются важным источником производства дешевых кормов высокого качества. В летний период получают с этих угодий почти $\frac{3}{5}$ молока, производимого в стране, половину привеса крупного рогатого скота и всю шерстную продукцию. Кроме того, с этих угодий ежегодно получают десятки миллионов тонн сена, сенажа, силоса и травяной муки.

Обширны просторы естественных кормовых угодий нашей страны. Издавна славятся богатейшие сенокосы и пастбища Северо-Запада, Поволжья, Донских степей, Западной и Восточной Сибири. Высокая эффективность пастбищного содержания скота объясняется благотворным влиянием зеленых кормов на организм животного; хорошая поедаемость и высокая переваримость обуславливают максимальную продуктивность животных.

Все это говорит о необходимости всемерного повышения урожайности естественных кормовых угодий путем их культурного преобразования. Продуктивность пастбищ зависит от почвенно-климатических условий, агротехнических приёмов создания сеяных и улучшения естественных пастбищ, мер ухода за ними и способов использования травостоев. Эффективность культурных пастбищ общеизвестна; одновременно с увеличением сбора кормов с единицы земельной площади в 5 раз, а при орошении в 10 раз резко улучшается качество корма, его биологическая полноценность, что положительно сказывается на продуктивности сельскохозяйственных животных.

Нет смысла заниматься травосеянием, если трава неправильно используется. Один из крупных пастбищников-животноводов А. Вуазен считает, что, изучая траву, надо всегда иметь в виду животное, а думая о животном, не забывать потребностей трав.

Многолетние травянистые растения обладают способностью ежегодно образовывать новые надземные побеги, которые подразделяются на укороченные вегетативные, удлинённые вегетативные и удлинённые генеративные. Укороченные побеги состоят из листовых влагалищ и пла-

стинок, в основании которых находятся зачатки будущих стеблей. Удлинённые вегетативные побеги имеют стебли и листья, но не образуют соцветий. Удлинённые генеративные побеги состоят из стебля с листьями и соцветиями (метелка, колос и т. д.).

Разные типы побегов отличаются неодинаковой хозяйственной ценностью. Для пастбищного использования наиболее пригодными считаются укороченные вегетативные побеги, так как они целиком представлены листьями. Удлинённые вегетативные побеги вследствие большей, чем у генеративных побегов, облиственности обладают высокой кормовой ценностью. Благодаря высокорослости растения, имеющие такой тип побегов, наиболее пригодны для сенокосного использования.

Различие в развитии отдельных типов побегов объясняется причинами биологического характера. Только генеративные побеги проходят все фазы развития и способны плодоносить. Развитие других побегов в течение первого года не заканчивается, и плодоношения не наступает. У большинства многолетних трав значительная часть побегов завершает жизненный цикл, не образуя соцветий, и отмирает в укороченном виде.

Известно, что многолетние травы отрастают после стравливания (скашивания) в фазу кущения благодаря продолжению роста укороченных побегов, а в более поздние фазы (колошение, цветение, плодоношение) вследствие образования новых побегов из почек. Многократное стравливание пастбища при нормальных условиях питания не приводит к его деградации и понижению продуктивности, так как при хорошей обеспеченности растений водой и питательными веществами происходит непрерывное образование боковых побегов.

Необходимым условием активного поглощения воды корнями является приток органических веществ из надземных органов. При стравливании надземной массы источником питательных веществ для корней являются запасные вещества, поэтому от обеспеченности ими растений зависит свойство лугопастбищных трав сохранять жизнеспособность при многократных стравливаниях.

У многолетних злаков установлено два периода интенсивного побегообразования – весенний и летне-осенний.

В условиях лесной и лесостепной зон побеги злаков появляются весной и во второй половине лета, а в степной зоне такие злаковые травы, как житняк гребневидный, типчак, ковыли, образуют вегетативные побеги в основном в течение лета и осени.

У разных видов трав в весенний и летне-осенний периоды кущения развивается неодинаковое число побегов. Например, у тимopheевки луговой в летне-осенний период возникает значительно больше побегов, чем при весеннем кущении, а у овсяницы луговой существенных различий в количестве весенних и летне-осенних побегов нет. Присущий каждому виду ритм побегообразования и роста побегов может нарушаться с изменением условий. При хорошей обеспеченности растений влагой и питательными веществами побегообразование усиливается. Из побегов летне-осеннего кущения на следующий год при благоприятных условиях образуется большая часть генеративных побегов, которые составляют основу урожая. Побеги весеннего кущения скашивают (стравливают) в первый же год, или большая часть их отмирает в период цветения.

Таким образом, число вегетативных и генеративных побегов и их соотношение определяются не только биологическими свойствами трав, но и условиями произрастания, среди которых наибольшую роль играют два фактора: обеспеченность растений питательными веществами и влагой.

Большое значение для луговых трав, особенно при пастбищном использовании их, имеет обеспечение водой. Это объясняется следующими особенностями растений. Лугопастбищные травы характеризуются высоким транспирационным коэффициентом, который намного выше, чем у других сельскохозяйственных культур. При пастбищном использовании высокие требования к обеспечению влагой обусловлены высокой потребностью в воде луговых трав, исключительно большой испаряющей поверхностью листьев из-за большой плотности травостоя и продолжительной жизнедеятельностью листьев луговых растений.

Если многолетние травы обеспечены влагой недостаточно, процесс кущения приостанавливается или резко ослабляется. При этом уменьшается число тех побегов, которые образуют узло-

вые корни. Задержка вегетативного возобновления отрицательно сказывается на динамике накопления растительной массы.

С.П. Смелов (1966) отмечает, что для нормального роста корней и кущения оптимальная увлажненность почвы должна составлять 70–80% от полной влагоёмкости. Так, число побегов в кусте изменялось следующим образом: у овсяницы луговой без полива их было 3,5, при поливе до влажности 40% от полной влагоёмкости – 8,7, до 60%-ной влажности – 11,5, до 80%-ной влажности – 14,8; у ежи сборной соответственно 3,5; 1,2; 10,5; 13,7.

Недостаток влаги, особенно в верхних слоях почвы, приводит к депрессии в отрастании лугопастбищных трав летом. Многими исследователями установлено, что между двумя периодами кущения злаков существует пауза. Ученые считают, что новые побеги не возникают в фазе колошение – цветение, так как пластические вещества и вода расходуются на образование стеблей и формирование генеративных органов. Пауза в кущении вызвана также ухудшением водного, а в связи с ним и пищевого режимов почвы в летний период. Дефицит влаги в почве не только затрудняет формирование новых побегов из почек, но и сильно задерживает рост уже появившихся побегов. Ухудшается при этом и азотное питание растений.

В условиях вегетационного опыта было установлено, что можно нарушить обычный ритм кущения у овсяницы луговой, костреца безостого и устранить паузу в этом процессе. Оказалось, что при оптимальном обеспечении многолетних злаков азотным питанием и почвенной влагой их побегообразование идет непрерывно и интенсивно на протяжении всего вегетационного периода.

Следовательно, исходя из биологических основ развития многолетних трав, оптимизация водного режима может стать решающим фактором повышения продуктивности пастбища в летний период и формирования урожая в последующие годы. Обеспечивая пастбищный травостой влагой и другими факторами жизни, мы можем максимально использовать биологическую продуктивность трав в течение сезона.

Изменение условий водообеспеченности сопровождается изменениями важнейших физиологических процессов в растениях. Установлено,

что при недостатке воды в почве интенсивность ассимиляции растений резко падает, в их составе снижается общее количество углеводов, сухое вещество накапливается медленно, подавляется окислительное фосфорилирование. Процесс гидролиза в растениях начинает преобладать над процессом синтеза, в результате содержание белков снижается и изменяется соотношение различных их фракций. Если доступность воды для корневой системы уменьшается еще больше, то подавляется транспирация.

В оптимальных условиях обеспеченности водой и элементами питания растения полнее используют последние, в большей или меньшей степени откладывают их в запас. В связи с этим изменяется химический состав растений, что в конечном итоге отражается на продуктивности и кормовой ценности трав.

Экология индивидуумов создаёт предпосылку для изучения отдельных характеристик элементов всей системной экологии и делает возможным моделирование популяций и биоценозов. Факторы среды, так или иначе воздействующие на организм растений и животных, принято делить на две группы: абиотические и биотические, и, кроме того, особо выделяются факторы антропогенные, которые становятся всё более и более актуальными.

Зависимость между растением и средой весьма разнообразна. Прежде всего она заключается в том, что растение во внешней среде находит условия, необходимые для своего развития. Растение усваивает из окружающей среды нужные вещества, берет из нее воду с минеральными солями, углекислый газ и кислород, солнечную энергию и тепло, которые использует на построение сложных органических образований, входящих в состав его организма. Так происходит один из важнейших процессов в природе – построение органического вещества. В то же время наблюдается распад органического вещества и возвращение во внешнюю среду продуктов жизнедеятельности растений – кислорода при фотосинтезе, углекислого газа при дыхании, воды при транспирации, выделение в почву продуктов обмена и запасов энергии, а после гибели растений – остатков органических веществ.

Природой создано уникальное и стабильное соотношение массы надземной части растений к массе их подземной (корневой) части.

Ученые из Корнелловского Университета и Университета Аризоны потратили годы на исследование обширного множества растений – от трав до деревьев, чтобы выявить закономерность соотношения массы корневой (подземной) и стеблелистовой (надземной) частей растений. Оказалось, что это соотношение находится в строгой математической зависимости, то есть происходит взаимодействие между растением и средой в процессе обмена веществ.

Следовательно, обнаружен еще один закон природы, который соблюдается в мире растений: «масса листьев и стеблей растения (надземной части) пропорционально соотносится к массе его корней (подземной части), причем это соотношение определяется математически, независимо от разновидности растения или его естественной среды обитания». Другими словами, биологи теперь могут оценивать, сколько растительной биомассы находится под землей, лишь исходя из подсчета биомассы надземной части растений. Эти соотношения биомассы проявляются на любом растении в любой точке земного шара, будь то бамбук или пальма, сосна, кустарник или травянистое растение.

До этой поры биологи могли только теоретически оценивать зону охвата корнями растения подземных участков почвы. Чтобы проверить это в реальности, нужно было откопать всю корневую систему и погубить растение или дерево. Но знать объем подземной биомассы растений порой очень важно для науки, чтобы оценивать объемы углерода, поглощенного растениями из атмосферных газов, в основном из CO_2 .

Одновременно совершается более длительный процесс – приспособление растений к условиям окружающей среды, что повторяется из поколения в поколение, так что определенные условия существования становятся потребностью для данного вида, входят в его природу, наследственность. Растения, произрастающие в различных климатических зонах, приспосабливаются к высоким или низким температурам, когда рост растений проходит с большой интенсивностью и растения отли-

чаются значительными размерами. В то же время высокие температуры при высокой относительной сухости воздуха и почвы способствуют слишком быстрому развитию, цветение наступает быстро, но растения остаются низкорослыми.

Многие растения, произрастающие на Крайнем Севере, исключительно устойчивы к низким температурам воздуха и почвы. Например, такие кустарники, как брусника, клюква и другие, в суровые зимы промерзают насквозь, но это не оказывает вредного влияния на их жизнедеятельность. В тундре многие растения продолжают медленно расти зимой под снежным покровом.

Следует отметить, что не только среда оказывает влияние на растение и видоизменяет его, но в свою очередь растения также влияют на среду и изменяют ее. Примером может служить влияние леса на климат. Растения оказывают огромное влияние на почвенные условия, создавая ее структуру, микрофлору, улучшают химический состав почвы, повышают ее плодородие.

Изучение влияний и закономерностей в отношениях между растениями и средой их обитания дает возможность установить, в каких условиях местообитания данное растение проявляет ту или иную степень жизненности, приспособленность к определенным климатическим и почвенным условиям, жизнестойкость, урожайность и т. д.

Зная экологию отдельных видов растений и растительных сообществ на сенокосах и пастбищах, можно правильно проектировать агротехнику луговодства, наиболее рационально организовать использование естественных кормовых угодий.

Стравливание пастбищ животными – самый экономичный, совершенный и эффективный способ единого, поточного и непрерывного процесса превращения ресурсов растениеводства в продукты животного происхождения, незаменимые для человека, а также получения энергетического материала для поддержания жизнедеятельности животных. Поэтому хозяйственную целесообразность создания сеяных пастбищ и улучшения природных кормовых угодий необходимо оценивать не столько величиной урожая трав, сколько уровнем производства молока, мяса, сала, шерсти с единицы площади. Продукция животноводства является целью, ради чего разводят животных, а корма – средством

для достижения этой цели. Поэтому цель неотделима от средства, они едины.

В хорошей пастбищной траве состав органических кислот и микроэлементов более разнообразен, чем в корме, полученном с одновидовых посевов трав. При том же количестве сухих веществ на пастбище животные получают больше питательных и биологически активных веществ (витамины, микроэлементы и др.), чем при стойловом содержании. Содержание отдельных питательных веществ в траве пастбищ изменяется под влиянием ряда факторов. Поэтому при оценке питательной ценности пастбищной травы важно установить характер связей между содержанием отдельных питательных веществ и степенью их влияния друг на друга. Однако эта проблема, несмотря на ее возможности, изучена пока недостаточно; в имеющихся немногих работах, в основном зарубежных исследователей, изучали взаимосвязь лишь между отдельными питательными веществами.

Проведенный нами мониторинг питательности травы культурных сеяных и естественных пастбищ в различных природно-экологических условиях, при использовании различных травостоев позволил установить следующие средние величины и колебания исследуемых показателей:

Сухое вещество (%)	20,4 (12,6–27,5)
В сухом веществе:	
Протеин (%)	23,4 (11,8–34,8)
Клетчатка (%)	27,8 (16,8–38,9)
Жир (%)	4,2 (2,2–6,5)
БЭВ (%)	39,6 (26,5–52,4)
Зола (%)	9,6 (6,0–13,2)
Кальций (г/кг)	13,8 (2,8–25,0)
Фосфор (г/кг)	3,4 (1,8–5,2)
Магний (г/кг)	2,6 (1,0–4,8)
Калий (г/кг)	29,8 (10,1–27,8)
Натрий (г/кг)	4,68 (1,3–8,2)
Железо (г/кг)	0,30 (0,2–0,4)
Цинк (мг/кг)	29,6 (14,5–31,2)
Медь (мг/кг)	8,9 (2,7–19,2)
Марганец (мг/кг)	28,4 (12,4–51,7)
Кобальт (мг/кг)	0,18 (0,05–0,49)
Молибден (мг/кг)	3,51 (1,30–7,10)
Бор (мг/кг)	20,42 (7,21–36,40)
Йод (мг/кг)	0,100 (0,090–0,108)

Поскольку в обработку включались данные о химическом составе пастбищных трав, используемых под выпас скота в различных зонах, то и отклонения от средних по отдельным показателям питательности были довольно значительные. Однако следует отметить, что во всех случаях полученные средние величины были высокодостоверны, так как пробы трав для химического анализа отбирали в каждом цикле стравливания в состоянии пастбищной спелости, то есть в одну и ту же фазу вегетации травостоев. Поэтому содержание сухого вещества в зелёной массе в основном зависело от запаса влаги в почве и погодных условий в момент взятия проб. В результате корреляция между влажностью зелёной массы и концентрацией в сухом веществе большинства питательных веществ оказалась невысокой. Наибольшие различия по содержанию в сухом веществе травы отмечены по протеину, клетчатке и БЭВ, а также по минеральным веществам – кальцию и фосфору.

Накопление в траве естественных пастбищ клетчатки и безазотистых экстрактивных веществ вело к уменьшению концентрации протеина. Снижение концентрации протеина примерно на 1% в сухом веществе соответствует увеличению содержания клетчатки на 2% и БЭВ на 1%.

В травостоях орошаемых культурных пастбищ отмечается прямолинейная взаимосвязь между сухим веществом и содержанием в нем протеина ($r=0,855$), жира ($r=0,902$), клетчатки ($r=0,694$). В естественных травостоях эта зависимость несколько выше и коэффициент корреляции (r) составляет: по протеину – 0,906, по жиру – 0,879, по клетчатке – 0,923 и по БЭВ – 0,791. Высокая корреляция выявлена между энергией и следующими веществами: протеином ($r=0,952$), сухим веществом ($r=0,959$), жиром ($r=0,745$), клетчаткой ($r=0,952$), и очень низкая связь установлена между энергией и БЭВ ($r=0,220$). Невысокая, но достоверная связь установлена между содержанием протеина и содержанием жира ($r=0,894$), отрицательная связь – с клетчаткой ($r=-0,994$) и БЭВ ($r=-0,429$).

Из минеральных веществ положительная связь отмечена между содержанием золы и содержанием отдельных минеральных веществ. Высокодостоверной она была для кальция ($r=0,986$), фосфора ($r=0,937$), железа ($r=0,898$), менее высокой

связь была для кобальта ($r=0,628$). Высокодостоверная связь выявлена между кальцием и фосфором у травостоев в пастбищной спелости и менее достоверная – в более поздних фазах развития растений.

Характер установленных связей дает основание предполагать, что кальций в отличие от других элементов питания растений способен усваиваться многолетними травами в более поздние фазы развития и в условиях недостаточного увлажнения почвы и воздуха. Подтверждением этому могут служить широко известные данные о более высоком содержании кальция в кормовых растениях в южных, засушливых районах, а также о более высоком содержании кальция в бобовых травах по сравнению со злаками, произрастающими в одинаковых почвенно-климатических условиях. В отличие от кальция цинк способен усваиваться луговыми растениями лишь в начале вегетации при достаточно высоком содержании в почве влаги, а в условиях засухи содержание цинка в растениях заметно снижается.

Отрицательная связь между накоплением протеина и накоплением углеводов в сухом веществе пастбищной травы обусловлена более интенсивным использованием сахара для синтеза аминокислот и белков, чем для накопления резервных углеводов и формирования клетчатки на ранних фазах развития растений. Установлено, что в благоприятных условиях (по обеспеченности азотом и влагой) у растений наблюдается интенсивный рост, но замедляется развитие (медленнее образуются стебли), что оказывает дефицит для скота по содержанию легкопереваримых углеводов.

В опытах, где при различных дозах полного минерального удобрения отношение азота, фосфора и калия во вносимых туках оставалось постоянным, связь между концентрацией калия и концентрацией протеина всегда положительная и высокодостоверная. При этом увеличение концентрации калия на 1 г/кг сухого вещества сопровождается повышением количества протеина на 0,3%.

У кальция связь с натрием примерно такая же, как и с фосфором: повышение концентрации натрия на 0,1 г/кг приводит к увеличению количества кальция на 0,4 г/кг. Связь содержания кальция в траве с магнием также высокодостоверна: повышение

концентрации магния на 1 г/кг сухого вещества сопровождается увеличением концентрации кальция на 2,4 г/кг.

У фосфора отмечена довольно тесная связь с магнием: повышение концентрации магния на 1 г/кг сухого вещества сопровождается увеличением содержания фосфора на 0,6 г/кг. Также высокодостоверна связь фосфора с калием и кобальтом и несколько менее существенная – с медью: повышение концентрации кобальта на 0,1 мг/кг сухого вещества влекло за собой повышение концентрации фосфора только на 0,3 г/кг, то есть менее чем на 10% его среднего содержания.

Для калия установлены высокодостоверные связи с медью и кобальтом; количественно связь у этих микроэлементов с калием была так же, как и с фосфором, незначительной: увеличение концентрации кобальта на 0,1 мг/кг сухого вещества соответствовало увеличению содержания калия на 2,3 г/кг, то есть меньше чем на 8% его среднего содержания. Аналогичное явление наблюдается и для меди. В практике широко распространено мнение, что с увеличением содержания в растениях калия уменьшается содержание натрия и магния. Однако отрицательной связи калия с магнием и натрием в траве пастбищ не обнаружено. По-видимому, такое предположение может быть объяснено противоположным действием на содержание натрия и магния азотных и калийных удобрений, так как первые могут повышать содержание в траве количества натрия и магния, а вторые снижать концентрацию этих элементов. Поэтому действие этих веществ на содержание натрия и магния в траве, вероятно, взаимно уравнивается, в результате чего отрицательная связь калия с натрием и магнием отсутствует.

Многолетние исследования химического состава достаточно большого количества образцов травы естественных и культурных (орошаемых и неорошаемых) пастбищ различных природно-климатических зон и статистический анализ изучаемого материала позволили установить наличие высокодостоверных связей между отдельными показателями. Наиболее тесные связи установлены: протеина с БЭВ и калием; БЭВ с золой; золы с кальцием; кальция с фосфором, натрием и магнием; фосфора с магнием; меди с кобальтом, а так-

же и другие менее высокие, но весьма достоверные связи.

Высокая эффективность пастбищного содержания скота обусловлена наличием в растениях необходимых организму питательных веществ в природном целесообразном сочетании. В зеленых растениях содержится не вода в обычном понимании, а «живая вода» — клеточный сок.

Харт (1984), проводивший опыты в Висконсинском университете США, считает, что зеленые растения являются носителями «неизвестных факторов роста» животных, природа которых остается пока тайной для практики. Эти специфические действия зеленых растений, очевидно, связаны с содержимым клетки; при любом способе консервации зеленых растений это содержимое разрушается, подвергается денатурации, в результате чего и снижается эффективность использования трав. Расчеты показывают, что на 100 частей зеленой хорошей травы можно получить 100 единиц молока. При превращении этой зеленой массы в силос можно получить 78,7 единицы молока, в сенаж из подвяленной массы — 72,7; в сено искусственной сушки — 57, в сено, высушенное на вешалах, — 48, в сено, высушенное в прокосах, — только 24 единицы молока.

Сравнивая наши результаты использования травы сорго в скошенном виде в стойле и подножно, пришли к заключению, что коровы на пастбище травы поедают всегда больше (54 кг на корову в сутки против 45 кг в стойле), а переваримость ее бывает выше (73,6% против 69,6%). Это объясняется тем, что на пастбище животные выбирают нежные части растений, наиболее ценные в кормовом отношении.

При выпасе коров на естественных и культурных пастбищах основу летних рационов составляет подножный корм. В разработке проблемы организации полноценного кормления скота при выпасе на пастбище значительное место принадлежит вопросу определения фактического потребления кормов животными на пастбище, а также изучения переваримости питательных веществ травы. При этом общая питательность рационов и степень их полноценности в значительной мере определяются количеством потребляемой животными травы и ее качеством. Оба эти показателя

тесно связаны: поедаемость травы зависит прежде всего от скорости прохождения корма по пищеварительному тракту, что определяется качеством травы – содержанием в ней питательных веществ и их переваримостью.

Сложности проведения экспериментов при пастбищном кормлении животных связаны с учетом количества съеденной травы и сбором экскрементов в течение семи суток. В классических балансовых опытах по переваримости потребление травы на пастбище определяли методом сплошного скашивания. Опыты проводили на группах животных из трех голов. На одних участках выпасали коров на приколе, а соседние участки использовались для учета урожая травы. Привязь для выпаса длиной 3 метра прикрепляли к приколу, который в течение дня (по мере поедания травы животными) переставляли в глубь участка. Вечером, после выпаса коров, замеряли площадь участка, стравленного каждым животным за день, по формуле $S = \pi R^2$. По разности между запасом травы на смежных участках и остатками на выпасаемых определяли количество травы, потребленной каждой коровой опытной группы в течение суток. Животные контрольной группы круглые сутки на-

ходились в коровнике, где их три раза кормили свежескошенной травой с того же пастбища в фазе начала бутонизации люцерны.

На основании химического состава изучаемых травостоев и кала, а также данных о среднесуточном количестве потребленной травы и выделенного кала были рассчитаны коэффициенты переваримости питательных веществ и энергии травы в зависимости от срока и способа ее использования. При рассмотрении данных таблицы 1 видно, что переваримость рациона, состоящего из травы пастбищной спелости, выше, чем в укосной, по энергии и сухому веществу на 2,0; по протеину на 5,2 и по безазотистым экстрактивным веществам (БЭВ) на 3,5%. Относительно более низкими оказались коэффициенты переваримости жира и клетчатки, но, по данным Томме М.Ф. (1964), эти показатели во многих зеленых кормах часто бывают ниже 50%. Переваримость сухого и органического веществ в наших опытах по сравнению с литературными данными несколько ниже, при этом необходимо отметить, что значительной разницы между переваримостью травы I и III циклов стравливания не отмечено.

Таблица 1 – Переваримость питательных веществ травы (люцерна + ежа) при разных сроках и способах ее использования

Показатель	Коэффициенты переваримости травы, (%)		
	На пастбище		В кормушке
	I цикл	III цикл	
Сухое вещество	58,63	56,93	56,60
Энергия	62,23	62,63	59,96
Органическое вещество	61,20	61,30	59,80
Протеин	77,50	74,80	72,30
Жир	50,00	58,20	54,50
Клетчатка	46,20	50,00	52,40
БЭВ	61,92	60,40	58,40

Наши данные по переваримости основных питательных веществ схожи и вполне сопоставимы с результатами других исследователей. Так, в опыте В.М. Куликова при кормлении коров бурой латвийской породы люцерной коэффициенты перева-

римости составили: по сухому веществу – 56,8%, по органическому веществу – 60,1%, по протеину – 73,7%, а по клетчатке – 40,7%.

Переваримость питательных веществ травы с разных пастбищ, установленная в опытах на коровах,

довольно высокая. Коэффициенты переваримости сухого вещества на бобово-злаковом пастбище состав-

ляют 66–73%, на злаковом 73–76% и соответственно сырого протеина 72–74% и 70–80% (табл. 2).

Таблица 2 – Переваримость питательных веществ различных травостоев (%)

Питательные вещества	Бобово-злаковый травостой			Злаковый травостой		
	Цикл использования					
	I	II	III	I	II	III
Сухое вещество	72,93	71,85	73,31	72,55	74,06	75,50
Органическое вещество	75,98	73,68	80,91	76,65	76,71	77,40
Протеин	71,64	74,53	74,54	70,06	79,85	76,80
Клетчатка	72,24	69,80	70,37	75,33	76,32	77,70
БЭВ	81,47	76,93	81,36	78,76	78,82	80,10
Жир	55,55	54,54	53,44	52,54	54,12	38,00
Зола	40,62	52,85	46,49	50,51	36,63	52,10
Фосфор (Р)	26,20	59,20	26,60	37,80	48,28	42,80
Кальций (Са)	60,65	39,26	21,41	56,12	57,01	41,40
Калий (К)	89,99	91,04	93,81	89,39	88,83	91,48

С перевариванием корма у жвачных связаны размеры затрат его на производство продукции. На переваримость питательных веществ травы можно существенно повлиять, воздействуя на работу пищеварительного аппарата животных путем изменения условий содержания, а главное – кормления. В период проведения научно-хозяйственного опыта были сравнены летние рационы для дойных коров при чистотравяном кормлении (1 группа) и при дополнительной подкормке комбикормом (2 группа). В балансовом опыте было доказано, что животные практически потребляют одинаковое количество сухого вещества, так как при даче концентратов (2 кг на голову в сутки) потребление травы снизилось на 16,4%, то есть на то количество сухого вещества, которое коровы получают с комбикормом. Введение в рацион коров комбикорма повысило энергетическую питательность на 0,26 кормовой единицы, содержание сахара на 39 г, а количество переваримого протеина в сухом веществе снизилось на 1,1%. Сахаро-протеиновое отношение составило в рационе 2-й группы 0,30, 1-й – 0,27, при этом на производство 1 кг молока израсходовано по 63 г сахара. Затраты корма на 1 кг молока с 4% жира составили соответственно 0,99 и 0,95 кормовой единицы. На 100 кормовых единиц получено 100,9 и 105,5 кг молока с МДЖ 4,0%.

На основании химического состава кормов, остатков и выделений, а также количества питательных веществ, потребленных и выделенных коро-

вами в период проведения обменного опыта, рассчитаны коэффициенты переваримости.

Состав травы, скормленной в балансовом опыте, типичен для травостоя культурных пастбищ. Дача в подкормке концентратов улучшала показатели полноценности летнего рациона. При этом переваримость энергии увеличилась на 5,4%, а протеина только на 1,1%; переваримость жира, сухого и органического веществ была выше на 3%, безазотистых экстрактивных веществ на 10%, в то же время переваримость клетчатки по сравнению с рационом, состоящим из одной травы, оставалась на том же уровне.

Необходимо отметить, что коэффициенты переваримости при использовании в качестве основного корма люцерны значительно отличаются от средних коэффициентов переваримости. Однако эти показатели довольно схожи с данными других исследователей, полученными при скормливании бобовых растений.

Далеманс (Бельгия, 1982) провел сравнительный опыт использования травы путем скармливания и кормления из кормушки в скошенном виде при беспривязном содержании скота. При одинаковой продуктивности пастбищ и коров затраты труда при использовании зелёной массы в скошенном виде оказались на 33% выше.

Значение пастбищ в животноводстве не ограничивается преимуществами, изложенными выше. С давних времен пастбища Руси славились не

только и не столько широкими просторами, сколько тем, что на неповторимой по разнообразию видового состава растительности, по их биологической полноценности формировались породы скота, способные наиболее полно и эффективно использовать богатейший дар этих угодий.

О благотворном влиянии пастбищного содержания скота на величину удоев и качество молока (жир и белок) указывали в свое время крупные ученые молочного дела. Один из специалистов молочного дела XIX века Н.В. Верещагин отмечал, что сыры, выработанные из молока коров, находящихся на долинных пастбищах, обладают

отличными качествами. Русское (топленое) масло «белый лебедь», а также вологодское (сладкое) сливочное еще в 1896 году завоевали признание на мировом рынке. Своим высоким качеством эти продукты обязаны заливным и горным лугам.

В ряде стран Западной Европы предъявляются к молоку особые требования. В Швейцарии сыр вырабатывают только из молока, полученного от коров, пасущихся на альпийских лугах, на которые не внесены минеральные удобрения и гербициды. В Голландии на выработку сыра высокого качества идет молоко от коров, содержащихся на заливных лугах.

P.V. KOCHKAROV, V.R. KOCHKAROV

OECOLOGICAL AND NATURAL ASPECT MEADOW AND PASTURE

In article bring information o oecological and biological characteristics fundamental plant meadow and pasture by different natural region Russian.

Bring nutritiousness pasturable plant

Key words: oecological, biological, plant, meadow, pasture, nutritiousness.

В.Л. ЛАНЦЕВ, аспирант кафедры ботаники
Орловского государственного университета
Тел. (4862) 777818 (раб.)

С.Ю. ВЕРОВСКАЯ, магистрант кафедры ботаники
Орловского государственного университета
Тел. (4862) 777818 (раб.)

Т.И. ПУЗИНА, доктор биологических наук, профессор, заведующая
кафедрой ботаники Орловского государственного университета
Тел. (4862) 777818 (раб.); TИPuzina@gmail.com

ВЛИЯНИЕ САЛИЦИЛОВОЙ КИСЛОТЫ НА ВОДОУДЕРЖИВАЮЩУЮ СПОСОБНОСТЬ И РОСТ РАСТЕНИЙ *SOLANUM TUBEROSUM*, ПОДВЕРГНУТЫХ ПОЧВЕННОЙ ЗАСУХЕ

В условиях почвенной засухи (вегетационный и полевой опыты) изучали действие салициловой кислоты на водоудерживающую способность листьев, рост надземных побегов и клубней растений картофеля. Салициловая кислота существенно снижала водоотдачу листьев по сравнению с оптимальными условиями водоснабжения. На этом фоне отмечены некоторая стимуляция накопления массы побегов, выход из состояния покоя боковых почек и повышение продуктивности. Обсуждается участие салициловой кислоты в регуляции гормонального статуса растений.

Ключевые слова: салициловая кислота, почвенная засуха, водоотдача, рост, продуктивность.

Салициловая кислота (2-оксибензойная кислота) – одно из наиболее активно изучаемых в последнее время физиологами растений соединений. Это эндогенный регулятор фенольной природы со свойствами фитогормона, выполняющий в растительном организме многочисленные функции [1]. При этом надо отметить, что большинство исследований посвящено изучению влияния салициловой кислоты на формирование устойчивости растений к действию патогенов [2–4]. Широко известным фактом является также регуляция салициловой кислотой процесса термогенеза при цветении у ароидных [5]. Накоплены данные о повышении устойчивости растений под влиянием экзогенной салициловой кислоты к осмотическому и солевому стрессам, действию тяжелых металлов [5]. В меньшей степени изучено действие салициловой кислоты на адаптацию растений к водному стрессу [6]. Остается малоисследованным вопрос о механизмах индуцирования салициловой кислотой устойчивости.

Целью данной работы было выявить действие салициловой кислоты в условиях почвенной засухи на водоудерживающую способность листьев и рост растений картофеля.

Исследования проводили на растениях картофеля (*Solanum tuberosum* L.) сорта Удача селекции ВНИИКХ (Коренёво, Россия). Растения выращивали в почвенной культуре на серой лесной среднесуглинистой почве. В сосуде с 10 кг почвы выращи-

вали одно растение. Влажность почвы в оптимальных условиях водоснабжения растений поддерживали на уровне 60% от её полной влагоёмкости. Часть опытов закладывали в полевом севообороте агробиостанции Орловского госуниверситета.

Варианты опытов включали контроль и опрыскивание растений после окончания цветения 0,1 мМ раствором салициловой кислоты. Контрольные растения опрыскивали водой. Засуху создавали путем прекращения полива растений через 6 суток после обработки. Продолжительность почвенной засухи составляла 12 суток, затем полив растений возобновляли. В полевом опыте обработку растений салициловой кислотой проводили через 15 суток после появления всходов.

Водоудерживающую способность определяли в листьях седьмого яруса по величине водоотдачи, выраженной в % от исходной массы. Сырую и сухую массу надземных органов (стеблей и листьев) определяли путем взвешивания на электронных весах (ВСТ – 600/10, Россия). Массу клубней учитывали на технических весах.

В таблицах и рисунках представлены средние арифметические из 5 биологических повторностей и их стандартные ошибки. Аналитическая повторность – трехкратная. Достоверность результатов опытов оценивали с помощью критерия Стьюдента.

Известно, что сохранение жизнедеятельности растений в неблагоприятных условиях во многом зависит от водоудерживающей способности клеток, которая определяется термодинамическим состоянием воды. По мнению ряда авторов, это интегральный физиологический показатель водного обмена растений. Представленные в табл. 1 данные показывают, что в оптимальных условиях водоснабжения обработка салициловой кислотой снижает водоотдачу на 25–30%. Это свидетельствует об увеличении водоудерживающей способности листьев. Большой эффект отмечен у растений, подвергшихся семидневной засухе. В этом случае салициловая кислота в 5–6 раз уменьшала водоотдачу против контроля, что может указывать на ее адаптивную функцию.

Таблица 1 – Влияние салициловой кислоты на водоудерживающую способность листьев растений картофеля в условиях почвенной засухи

Вариант	Условия	Водоотдача, %	
		через 20 мин.	через 40 мин.
Контроль	Оптимальные условия водоснабжения	$6,37 \pm 0,32$	$11,20 \pm 0,41$
	7-дневная засуха	$1,36 \pm 0,04$	$2,00 \pm 0,08$
Салициловая кислота	Оптимальные условия водоснабжения	$4,76 \pm 0,24$	$6,82 \pm 0,31$
	7-дневная засуха	$0,25 \pm 0,01$	$0,40 \pm 0,02$

Физиологический механизм действия салициловой кислоты на водоудерживающую способность клеток, возможно, связан с экспрессией генов, ответственных за синтез белков дегидринов, накапливающихся в условиях дегидратации и предотвращающих коагуляцию макромолекул, прежде всего белков [6]. Как известно, водоудерживающая способность растительных клеток во многом зависит от состояния коллоидной системы цитозоля. Не исключено, что салициловая кислота уменьшает водоотдачу за счет изменения уровня фитогормонов. В литературе имеются такие сведения [7]. Наши предыдущие дан-

ные показали, что цитокинины повышают водоудерживающую способность за счет увеличения матричного потенциала, обуславливающего гидратацию биополимеров, а гиббереллины – осмотического потенциала в связи с повышением количества низкомолекулярных осмотически активных веществ [8].

В условиях засушливого и жаркого лета 2010 года, где за период вегетации среднемесечное количество осадков составило 25,6 мм, в то время как в норме – 72 мм, обработка растений картофеля салициловой кислотой в полевом опыте положительно сказалась на их росте (рис. 1).

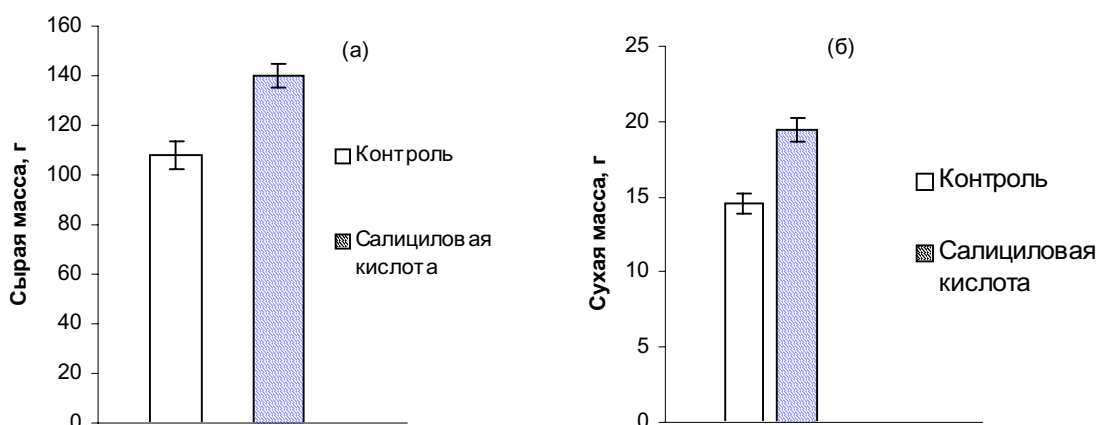


Рис. 1. Влияние салициловой кислоты на массу надземных органов картофеля в полевом опыте: а) сырая масса; б) сухая масса.

Так, масса надземных органов, а именно листьев и стеблей, на 30% превышала контроль. Одной из причин такого действия может быть регуляция салициловой кислотой процесса водоотдачи (табл. 1). Вода в росте растительных клеток, в отличие от животных, имеет первостепенное значение.

Адаптивные свойства салициловой кислоты в условиях водного дефицита проявились и в изменении другого показателя роста (рис. 2). После прекращения 7-дневной засухи и возобновления полива у растений, обогащенных салициловой кислотой, в 3,5 раза появилось больше боковых побегов из покоящихся почек по сравнению с контрольным вариантом. Этот факт еще раз указывает на то, что салициловая кислота участвует в регуляции гормонального обмена. Выход почек из состояния покоя регулируется гиббереллинами.

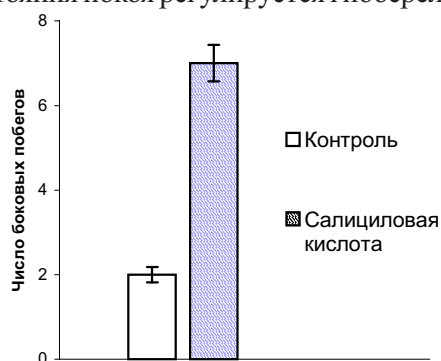


Рис. 2. Влияние салициловой кислоты на рост боковых побегов в условиях засухи.

Положительное воздействие салициловой кислоты в условиях засухи проявилось и на росте клубней (табл. 2). Так, в варианте с салициловой кислотой снизилось отрицательное действие засухи на массу клубней. В результате в конце вегетации продуктивность растений оказалась выше контроля на 30%.

Таблица 2 – Влияние салициловой кислоты на продуктивность растений картофеля, подвергнутых почвенной засухе

Вариант	Масса клубней, г на куст	
	Оптимальные условия водоснабжения	12-дневная засуха
Контроль	159,8 ± 7,5	80,6 ± 4,1
Салициловая кислота	173,0 ± 9,7	107,6 ± 4,7

Таким образом, проведенное исследование позволяет заключить, что салициловая кислота повышает устойчивость растений картофеля к почвенной засухе. Это проявилось в увеличении водоудерживающей способности листьев, что сказалось на ростовых процессах надземных органов и клубней.

Библиографический список

1. Raskin I. Role of Salicylic Acid in Plants // Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 1992. V. 43. P. 439–463.
2. Yu D., Liu Y., Fan B., Klessig D., Chen Z. Is the High Basal Level of Salicylic Acid Important for Disease Resistance in Potato? // Plant Physiol. 1997. V. 11. P. 343–349.
3. Максимов И.В., Черепанова Е.А., Сурина О.Б., Сахабутдинова А.Р. Влияние салициловой кислоты на активность пероксидазы в совместных культурах каллусов пшеницы с возбудителем твердой головни *Tilletia caries* // Физиология растений. – 2004. – Т. 51. – № 4. – С. 534–540.
4. Панина Я.С., Герасимова Н.Г., Чаленко Г.И., Васюкова Н.И., Озерецковская О.Л. Салициловая кислота и фенилаланинаммиак-лиаза в картофеле, инфицированном возбудителем фитофтороза // Физиология растений. – 2005. – Т. 52. – № 4. – С. 573–577.
5. Колупаев Ю.Е., Карпец Ю.Ю. Салициловая кислота и устойчивость растений к абиотическим стрессорам // Вестник Харьковского национального аграрного университета. Серия «Биология». – 2009. – Вып. 2(17). – С. 19–39.
6. Сан С., Си Д.Х., Фен Х., Ду Ц.Б., Лей Т., Лиан Х.Г., Лин Х.Х. Двойственное действие салициловой кислоты на накопление дегидринов в проростках ячменя, подвергнутых водному стрессу // Физиология растений. – 2009. – Т. 56. – № 3. – С. 388–394.
7. Максимов И.В., Сурина О.Б., Сахабутдинова А.Р., Трошина Н.Б., Шакирова Ф.М. Изменение уровня фитогормонов в каллусах пшеницы под влиянием салициловой кислоты и инфицирования возбудителем твердой головни *Tilletia caries* (DC.) Tul. // Физиология растений. – 2004. – Т. 51. – № 2. – С. 256–261.
8. Пузина Т.И. Гормональная регуляция как основа целостности и продуктивности растительного организма: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. – М.: МСХА, 1999. – 36 с.

LANTSEV V.L., VEROVSKAJA S.JU., PUZINA T.I.

THE INFLUENCE OF SALICYLIC ACID ON WATER – HOLDING CAPACITY AND GROWTH OF SOLANUM TUBEROSUM L. IN THE SOIL DROUGHT CONDITION

In fieldgrowing and vegetable experiments was studied the activity of salicylic acid on water – holding capacity of the leaves, the growth of over – ground shoots and tubers of potato in the soil drought condition. The salicylic acid essentially reduced water output of the leaves under drought comparison with optimal conditions. On this background the stimulation of accumulation of shoots mass and increasing of productivity of plants were marked. The role of salicylic acid in regulation of hormonal status is discussed.

Key words: salicylic acid, soil drought, water output, growth, productivity.

М.В. ЛИПОВЕЦКАЯ, соискатель кафедры биологии
Орловского государственного университета
Тел. 8 910 266 88 12; Lip63@mail.ru

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОМ САМООПРЕДЕЛЕНИИ УЧАЩИХСЯ ШКОЛ

В статье рассматривается вопрос организации системы работы школы по созданию условий для научно-исследовательской деятельности учащихся. Раскрывается роль исследовательской деятельности в профессиональном самоопределении и обеспечении качественной подготовки выпускников. Анализируется личностно развивающий потенциал исследования, что делает исследовательскую деятельность учащихся достаточно актуальной для инновационной образовательной практики.

***Ключевые слова:** исследование, исследовательская деятельность учащихся, исследовательское поведение, инновационная образовательная технология, профессиональное самоопределение.*

Не существует сколько-нибудь достоверных тестов на одаренность, кроме тех, которые проявляются в результате активного участия хотя бы в самой маленькой поисковой исследовательской работе.

А.Н. Колмогоров

В современных условиях общество предъявляет высокие требования не только к уровню знаний учащихся, но и к умению работать самостоятельно, к способности рассматривать проблему или явление с точки зрения различных наук. Этот социальный запрос нашел отражение в Законе Российской Федерации «Об образовании», законодательно утвердившем цели образования как «ориентацию на обеспечение самоопределение личности для ее самореализации».

Ученик, выйдя из стен школы, должен уметь адаптироваться к новым условиям жизни, анализировать ситуацию и адекватно изменять свою деятельность. Важно понимать, что в современном мире умения и навыки исследовательского поиска необходимы не только тем, чья жизнь связана с научной работой, но это требуется каждому человеку. Творческий, исследовательский подход становится неотъемлемой частью любой профессии.

Исследовательский подход как способ познания мира и метод обучения был опробован еще в древности. В свое время Сократ применял метод, который представлял собою беседу-исследование: с помощью остроумных вопросов, задаваемых собеседниками друг другу, выявлялись противоречия в общепринятом понимании тех или иных явлений окружающего мира, обнаруживалось несоответствие между привычными суждениями и теми представлениями, которые давал пристальный анализ. Осознание этих противоречий будило мысль, возникали новые вопросы, которые шаг за шагом вели к истине. В диалогах философа с учениками рассматривались преимущественно

нравственные категории: благо и зло, добродетель и порок, свобода и ответственность, право и долг. Он не называл себя учителем, считая, что не учит собеседника, а вместе с ним непредвзято пробируется к истине, т.е. помогает учиться, способствуя рождению истинного знания.

Одной из целей современной школы является подготовка выпускника, способного к успешному продолжению обучения в вузе, а затем и к научно-исследовательской деятельности в различных областях знаний, требующих от человека творческого напряжения и интеллектуальных усилий. Это возможно осуществить за счет решения одной из основных задач – развития интеллектуального и творческого потенциала формирующейся и утверждающейся в обществе личности.

Поэтому в настоящее время актуальной является организация исследовательской деятельности учащихся как перспективной образовательной технологии. Она служит средством решения задач воспитания, образования, развития личности в современном социуме. Благодаря исследовательской деятельности в образовательную систему передаются нормы и ценности научного сообщества. По своей природе человек любознателен и стремится к исследованию. Поэтому необходимо использовать эту потребность в учебном процессе.

Толковый словарь русского языка определяет понятие «исследование» как научный труд [2]. Исследование в обыденном употреблении понимается преимущественно как процесс выработки новых знаний, один из видов познавательной деятельности человека. Источник исследования как вида деятельности – в свойственном человеческой природе стремлении к познанию.

У каждого ребенка есть способности и таланты. Дети от природы любознательны и полны желания учиться. Но, чтобы они могли проявить свои дарования, нужно умное и умелое руководство взрослых. Исследовательское поведение – один из важнейших источников получения ребенком представлений о мире. Полученная в процессе учебного исследования информация может быть новой только для того, кто ее познал, что не умаляет значимости открытия для науки.

С.Л. Рубинштейн писал: «Когда говорят, что человек как индивид не открывает, а лишь усваи-

вает уже добытые знания, это значит лишь то, что он не открывает их для человечества, но лично для себя все же должен открыть. Человек доподлинно владеет лишь тем, что он сам добывает собственным трудом» [4].

Исследовательская деятельность является наиболее доступной для разрешения вопросов мотивации школьников к учению. Основной задачей исследовательской деятельности, по мнению А.С. Обухова, является инициирование учеников к познанию мира, себя и себя в этом мире [3].

По мнению А.И. Савенкова, исследование не предполагает создание какого-либо заранее планируемого объекта, даже его модели или прототипа. Исследование, по сути, процесс поиска неизвестного, поиска новых знаний [5].

В Концепции развития исследовательской деятельности учащихся (Алексеев Н.Г., Леонтович А.В., Обухов А.С., Фомина Л.Ф.) под исследовательской деятельностью учащихся понимается деятельность, связанная с поиском ответа на творческую, исследовательскую задачу с заранее неизвестным решением (в отличие от практикума, служащего для иллюстрации тех или иных законов природы) и предполагающая наличие основных этапов, характерных для исследования в научной сфере: нормированную, исходя из принятых в науке традиций, постановку проблемы; изучение теории, посвященной данной проблематике; подбор методик исследования и практическое овладение ими; сбор материала, его анализ и обобщение, собственные выводы [1].

Любое исследование, не важно, в какой области естественных или гуманитарных наук оно выполняется, имеет подобную структуру. Таким образом, появляется необходимость включения в современное школьное образование такого элемента, как исследовательская деятельность учащихся. Для этого необходимо: педагогам-экспериментаторам повышать свою квалификацию; формировать исследовательские умения и навыки у учащихся; создавать структурные подразделения для организации исследовательской работы; выстраивать взаимоотношения ученика – исследователя и учителя – научного руководителя. Анализируя проработанные литературные источники, можно установить, что цель и задачи организации

исследовательской деятельности учащихся в современном образовании заключаются в подготовке учащихся, адаптированных к вузовской системе обучения. Проведенные нами исследования показывают, что исследовательская деятельность влияет и на профессиональное самоопределение учащихся школ. Следовательно, целью организации исследовательской деятельности в условиях школьного обучения является создание условий для личностного развития учащихся, повышения их образовательного и общекультурного уровня и формирования профессионального самоопределения. В условиях общеобразовательного учреждения «Лицей № 28 г. Орла» с 2005 года на кафедре естественных наук сформирована технология организации научно-исследовательской деятельности школьников, которая помогает реализовать творческий потенциал учеников и их наставников, сформировать целостную естественнонаучную картину мира. Для успешной исследовательской дея-

тельности в старших классах необходимо пересмотреть подготовку учащихся в среднем звене школы. С этой целью для преподавания предмета естествознание в пятых классах используется учебник В.И. Сивоглазова и С.В. Суматохина «Естествознание», написанный в рамках концепции системы развивающего обучения, созданной под руководством Л.В. Занкова. Развитие учащихся является основной задачей курса. Она реализуется через теоретическое содержание и методический аппарат учебника, в котором предусмотрены задания, ведущие от репродуктивной деятельности к творческой. Учащимся в доступной форме прививаются навыки исследовательской деятельности. Учащиеся знакомятся с формами научных работ, с правилами оформления, учатся работать с научной литературой. Отрабатываются и применяются на практике такие понятия, как проблема, гипотеза, цель, методы, оборудование, вывод.

Традиционный способ оформления лабораторных работ	Оформление лабораторных работ в условиях исследовательской деятельности
Цель работы Оборудование Ход работы Вывод	Проблема Гипотеза Цель Оборудование Методы Вывод – подтверждение или опровержение гипотезы

В связи с этим начиная с шестого класса изменился алгоритм выполнения лабораторных работ.

Проведение лабораторных работ в виде исследования позволяет вовлечь 100% учащихся класса в исследовательскую деятельность на уроке. Лабораторная работа выступает как фрагмент исследовательской работы.

Лабораторная работа «ИЗУЧЕНИЕ ВНЕШНЕГО СТРОЕНИЯ ДОЖДЕВОГО ЧЕРВЯ»

Проблема: имеет ли дождевой червь морфологические приспособления к подземному образу жизни?

Гипотеза: имеет морфологические приспособления – параподии, внешнее строение, наличие слизи.

Цель: выявить характерные черты внешнего строения дождевого червя, пронаблюдать за особенностями движения и поведения кольчатых червей.

Материалы и оборудование: дождевые черви, помещенные в пластиковые ванночки, препаровальные иглы, тетрадный лист.

Методы: экспериментальный (лабораторная работа); изучение учебника, дополнительной литературы: данные Интернета (презентация, подготовленная либо учителем, либо учеником) (опережающее задание).

Ход работы:

1. Рассмотрите дождевого червя, определите форму его тела, кольчатое строение, размеры (с помощью линейки).

2. Рассмотрите с помощью лупы тело червя, состоящего из колец-члеников, выясните, одинаковые ли они на всем протяжении тела червя.

3. Найдите передний конец тела с ротовым отверстием (более заостренный) и задний (более тупой) конец с анальным отверстием, через которое из организма удаляются непереваренные части пищи.

4. Определите выпуклую (спинную) и плоскую (брюшную) части тела, определите окраску этих частей тела.

5. Осторожно проведите пальцем по брюшной или боковой части тела червя от заднего к переднему концу. При этом вы ощутите прикосновение щетинок. С помощью лупы рассмотрите щетинки на теле червя.

6. Обратите внимание на кожу червя, определите, какая она – сухая или влажная, и ответьте на вопрос: какое значение имеет такая кожа в жизни этого червя в почве?

7. Понаблюдайте за передвижением червя по стеклу и на шероховатой бумаге. Выясните роль щетинок.

8. Осторожно прикоснитесь палочкой к разным участкам тела дождевого червя и определите, как реагирует червь на эти раздражения.

9. Зарисуйте дождевого червя в тетради, обозначьте части тела и подчеркните особенности строения этого червя в связи с жизнью в почве.

10. Сделайте вывод по отношению к проблеме и цели исследования. Вывод: гипотеза подтвердилась (объяснения).

При проведении такого типа лабораторных работ учитель выполняет роль наставника. Обычно возникают сложности при определении самой проблемы работы. Чаше возникают затруднения у ребят в шестых и седьмых классах. Постепенно учащиеся учатся самостоятельно ставить перед собой цель работы и выполнять лабораторную по алгоритму. В старших классах проблема должна ставиться самими учащимися и обсуждаться фронтально со всем классом, после чего начинается индивидуальная работа.

Для педагога проведение подобных работ создает положительную мотивацию для самообразования. Поиск нужных материалов, комплектовующих требует систематической работы со справочной и дополнительной литературой.

Следующий шаг в организации научно-исследовательской деятельности школьников – создание научного общества учащихся (НОУ).

Научное общество учащихся – НОУ «Сигма» было создано с целью помочь детям развить свои творческие способности и научить их более глубоко и многогранно воспринимать окружающий мир. Работа НОУ организована таким образом, что позволяет дополнять базовую учебную программу, расширять и углублять знания, которые учащиеся получают на уроках. НОУ «Сигма» – это объединение учащихся, которые стремятся совершенствовать свои знания по определенным отраслям науки, расширять свой научный кругозор, приобретать умения и навыки научно-исследовательской, экспериментальной и творческой деятельности.

Результатами творческой деятельности НОУ являются исследовательские работы, презентации, рефераты, проекты, выступления на школьных конференциях, участие в городских, областных и всероссийских конкурсах.

Исследовательской работе школьников, их участие в научных секциях (физика, биология, химия, география) школьного научного общества предшествует обязательный спецкурс «Введение в научное исследование». Это является наиважнейшим условием в ходе организации всей исследовательской работы, поскольку сформированные умения становятся направляющими и определяют весь ход дальнейшего исследования.

Образовательная программа спецкурса направлена на формирование исследовательской культуры школьников, призвана дать учащимся знания и навыки, необходимые для самостоятельной исследовательской работы.

Цель программы – пробудить познавательный интерес учащихся к исследовательской деятельности. Перед спецкурсом стоят задачи:

- научить формулировать цель, проблему исследования, определять ее объект и предмет;
- научить выбирать методы исследования, соответствующие задачам;
- научить формулировать выводы и предложения по результатам исследования;

- заложить навыки самостоятельной работы с научной литературой, справочниками, архивными документами.

Организация научно-исследовательской дея-

тельности учащихся должна проходить в несколько этапов. Для этого необходимо определить цель, задачи и содержание деятельности учителя на каждом этапе.

Этапы	Цель
I этап Диагностический	выявить учащихся, обладающих развитыми творческими способностями и склонных к исследовательской деятельности
II этап Обучающий, практический	осуществить теоретическую подготовку учащихся на уровне, позволяющем им самостоятельно выполнять реферативную работу, планировать свои дальнейшие исследования
III этап Практический, исследовательский	сформировать у учащихся навыки исследовательской деятельности на уровне, позволяющем им выполнять научно-исследовательские работы под руководством учителя
IV этап Исследовательский, рефлексивный	помочь в самоопределении учащихся на жизненном пути через организацию их самостоятельной научно-исследовательской деятельности

Таким образом, организация системы работы по созданию условий научно-исследовательской деятельности учащихся несет в себе очевидные высокие развивающие возможности, связанные со стимулированием их интереса, развитием познавательных навыков и мышления, умения самостоятельно конструировать знания, ориентироваться в информационном пространстве.

Эта система помогает школьникам в профессиональном самоопределении, обеспечивает качественную подготовку выпускников, ориентированных на продолжение исследовательской деятельности в вузе, владеющих методами научного познания, компетентных в вопросах формулирования и применения методик научного исследования.

Кроме того, важным итогом такого рода деятельности лица является формирование исследовательского стиля мышления и научного мировоззрения в целом.

Век развития новых технологий все больше влечет за собой резкое возрастание потребности общества в специалистах, обладающих нестандартным мышлением, вносящих новое содержание в производственную и социальную жизнь, умеющих ставить и, главное, решать новые задачи, рассчитанные на перспективу.

Оценивая личностно развивающий потенциал исследования, следует подчеркнуть, что исследовательская деятельность учащихся достаточно актуальна для инновационной образовательной практики.

Библиографический список

1. Алексеев Н.Г., Леонтович А.В., Обухов А.С., Фомина Л.Ф. Концепция развития исследовательской деятельности учащихся // Исследовательская работа школьников. – 2002. – № 1. – С. 24–33.
2. Ожегов С.И., Шведова Н.Ю. Толковый словарь русского языка / Российская АН; Российский фонд культуры; 2-е изд., испр. и доп. – М.: АЗЪ, 1994. – С. 249.
3. Обухов А.С. Исследовательская деятельность как возможный путь вхождения подростков в пространство культуры // Развитие исследовательской деятельности учащихся: Методический сборник. – М., 2001. – С. 48–64.
4. Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии. Соч. в 2-х т. Т. 1. – М., 1989. – С. 34.
5. Савенков А.И. Психологические основы исследовательского подхода к обучению: Учебное пособие. – М.: Ось-89, 2006. – С. 230.

M.V. LIPOVETSKAYA

In article the question of the organization of system of work of school on creation of conditions for research activity of pupils is considered. The role of research activity in professional self-determination and maintenance of qualitative preparation of graduates reveals. It is analyzed personally the developing potential of research that does research activity of pupils enough actual for innovative educational practice.

Key words: research, students' research activity, research behavior, innovative educational technology, professional self-determination.



Т.И. ПУЗИНА, доктор биологических наук, профессор, заведующая
кафедрой ботаники Орловского государственного университета
Тел. (4862) 777818 (раб.); TIPuzina@gmail.com.

Н.С. ВЛАСОВА, аспирант кафедры ботаники
Орловского государственного университета
Тел. (4862) 777818 (раб.)

Я.С. МАНЮХИН, студент кафедры ботаники
Орловского государственного университета
Тел. (4862) 777818 (раб.)

ВЛИЯНИЕ ДЕСТРУКТИВНОГО АГЕНТА МИКРОТРУБОЧЕК КОЛХИЦИНА НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ SOLANUM TUBEROSUM

Исследовали зависимость фотосинтетической деятельности растений картофеля от целостности тубулинового цитоскелета. Хлоропласты растений, подвергнутых действию колхицина – дезорганизатора микротрубочек, характеризовались снижением фотохимической активности на фоне неизменного содержания хлорофилла. Колхицин сдерживал процесс инициации клубнеобразования и тормозил отток глюкозы в формирующиеся клубни, уменьшал их массу. Обсуждается зависимость мембранных процессов от целостности элементов цитоскелета.

Ключевые слова: микротрубочки, колхицин, фотохимическая активность, селен, отток ассимилятов, продуктивность.

Микротрубочки являются составной частью цитоскелета эукариотических клеток и обеспечивают важнейшие клеточные функции. В настоящее время признаётся, что цитоскелет не только высокодинамичная, но и полифункциональная структура. Большая часть исследований посвящена участию микротрубочек в процессе митоза, в цитоплазматическом транспорте, структурной организации клетки, её росте [1–3]. Работы, касающиеся влияния тубулинового цитоскелета на интенсивность и векторность физиолого-биохимических процессов в растительном организме, остаются единичными [4].

Элементы цитоскелета, как известно, взаимодействуют не только друг с другом, но и с мембранами [5, 6]. Это свидетельствует об их участии в регуляции мембранных процессов. В настоящее время показано, что антиоксидантная система растения во многом определяет целостность мембран и, как следствие, сохранность процессов. Среди низкомолекулярных веществ с антиоксидантной функцией одно из ведущих мест занимает микроэлемент селен, который входит в состав глутатионпероксидазы, защищающей фосфолипиды мембран от перекисного окисления.

Цель настоящей работы состояла в выявлении индуцированных колхицином изменений в фотохимической активности хлоропластов и продуктивности растений картофеля и их коррекции с помощью селенит-йона.

Объектом исследования являлись растения картофеля (*Solanum tuberosum* L.) сорта Удача селекции ВНИИ картофельного хозяйства (Россия). Растения выращивали в почвенной культуре. В сосуде с 10 кг серой лесной почвы высаживали одно растение. Влажность почвы поддерживали на уровне 60% от её полной влагоёмкости.

В качестве дезорганизатора микротрубочек, а именно деполимеризующего агента тубулиновых белков, использовали алкалоид – колхицин в концентрации 10^{-3} М. Обогащение растений антиоксидантом селеном проводили 5.8×10^{-3} мМ раствором Na_2SeO_3 . Растения опрыскивали растворами изучаемых веществ отдельно и совместно через 15 дней после появления всходов. Анализировали листья седьмого яруса срединной формации, а клубни – в конце вегетации растений.

Фотохимическую активность изолированных хлоропластов (ФХА) определяли потенциометрическим методом по скорости фотовосстановления ферроцианида калия [7] и выражали в мМ ферро-

цианида/(мг Хл ч). Суммарное содержание хлорофиллов *a* и *b* определяли на ФЭКе ($\lambda = 670$ нм) после экстракции 80% ацетоном. Содержание свободного фосфора и глюкозы определяли на спектрофотометре «Clima» (США) при длине волны соответственно 340 нм и 500 нм с использованием реактивов фирмы «BioSystems» (Германия). Массу клубней определяли путём взвешивания на технических весах.

В таблице и на рисунках представлены средние арифметические из 4–5 биологических и 3–6 аналитических повторностей и их стандартные ошибки.

Процесс фотосинтеза во многом зависит от пигментной системы. Определение суммарного содержания хлорофилла *a* + *b* показало, что оно не зависит от целостности микротрубочек (рис. 1). В варианте с колхицином не обнаружено отличий от контроля. Изменение было в пределах ошибки опыта. Такую же закономерность наблюдали в варианте с селенит-йоном.

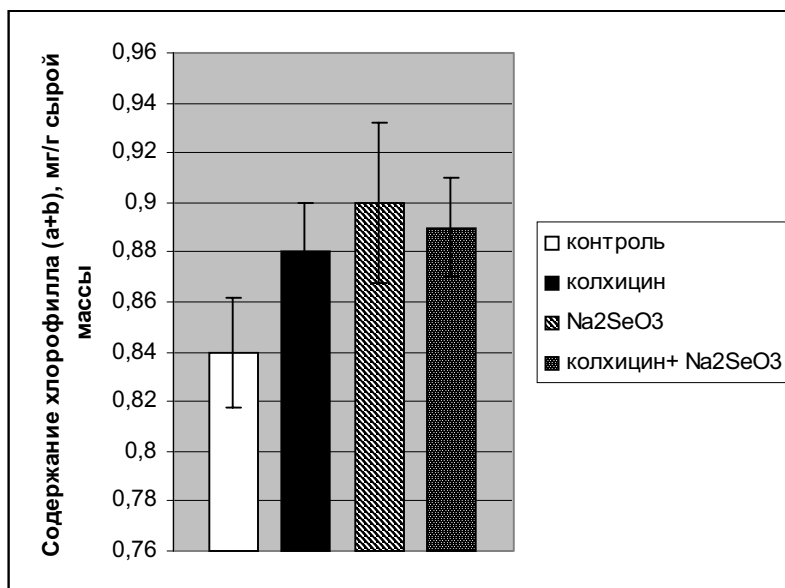


Рис. 1. Влияние колхицина и селенит-йона на содержание хлорофилла в листьях

При определении потенциальных возможностей фотосинтетического аппарата растений всё чаще прибегают к характеристике функциональной активности хлоропластов на уровне световых реакций, а именно реакции Хилла. Проведённое исследование показало (рис. 2), что нарушение струк-

туры микротрубочек с помощью колхицина существенно снижает (в 2,4 раза) фотохимическую активность при неизменном количестве хлорофилла. Данный эффект колхицина, возможно, связан с изменениями в мембранно-цитоскелетном комплексе клетки, что приводит к нарушению мембран-

ных процессов. Как известно, реакция Хилла происходит в кислородвыделяющем комплексе фото-

системы II, расположенном в мембране хлоропластов.

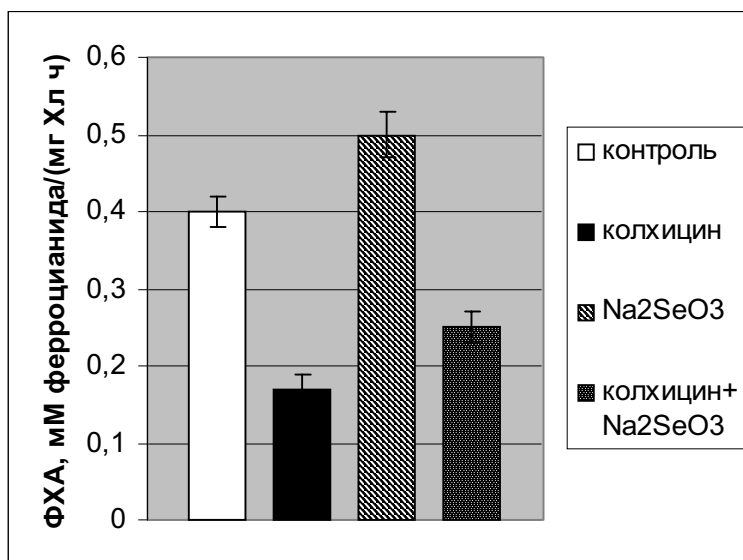


Рис. 2. Влияние колхицина и селенит-иона при раздельном и совместном применении на фотохимическую активность изолированных хлоропластов листьев картофеля

Антиоксидант селен, защищая мембраны от разрушения активными формами кислорода [8], сохранял их функциональную активность, что проявилось в повышении фотохимической активности хлоропластов (на 26% против контроля). В результате при совместном применении с колхицином он уменьшил его отрицательное действие на 30%.

Подтверждением взаимосвязи цитоскелета и мембранных процессов являются данные по содержанию свободного фосфора в листьях (рис. 3). Увеличение количества данного элемента в листьях картофеля в варианте с колхицином может свидетельствовать о торможении процесса синтеза АТФ, который также происходит на мембранах.

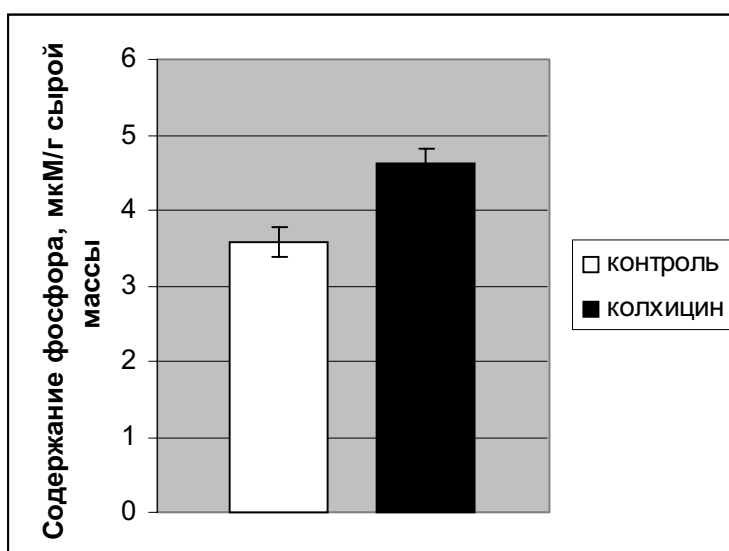


Рис. 3. Влияние колхицина на содержание фосфора в листьях.

Нарушение в цитоскелете клеток отрицательно сказалось на процессе клубнеобразования картофеля (табл. 1). Меньшее количество клубней в кусте в варианте с колхицином свидетельствует о торможении процесса инициации, то

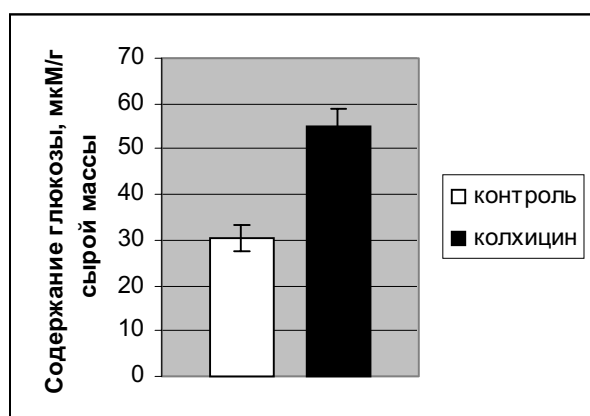
есть закладки клубней. Обогащение растений селеном, как и в случае с фотохимической активностью хлоропластов, снижало отрицательный эффект колхицина на продуктивность картофеля.

Таблица 1 – Влияние колхицина и селенит-йона на продуктивность картофеля

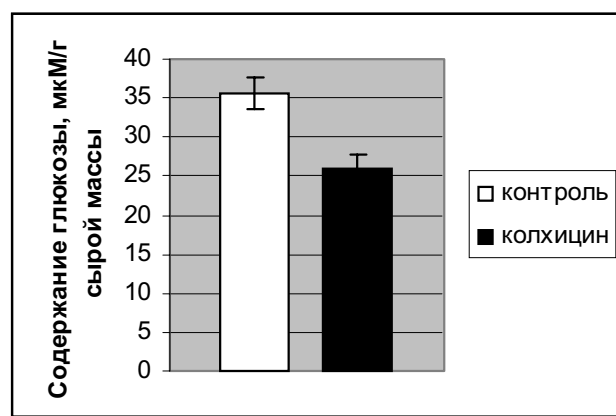
Вариант	Масса клубней, г на куст	Количество клубней в кусте
Контроль	52.08±2.60	9.2±0.46
Колхицин	34.11±1.70	6.4±0.32
Na ₂ SeO ₃	63.03±3.01	8.4±0.42
Колхицин + Na ₂ SeO ₃	48.22±2.41	7.2±0.36

По-видимому, микротрубочки регулируют флоэмный транспорт ассимилятов. Свидетельством этого являются данные по содержанию углеводов, а именно глюкозы, в листьях и клубнях (рис. 4). Колхицин задерживал отток глюкозы из листьев, на что указывает её повышенное содержание. Вместе с тем уровень глюкозы в клубнях был ниже

по сравнению с контролем. Возможно, более низкая продуктивность растений в варианте с колхицином связана не только с нарушением оттока ассимилятов из листьев в формирующиеся клубни, но и с ингибированием фотохимической активности хлоропластов и процесса образования АТФ, регулирующий дальний транспорт веществ.



(а)



(б)

Рис. 4. Влияние колхицина на содержание глюкозы в органах картофеля: а) листья; б) клубни

Таким образом, результаты проведенного исследования позволяют заключить: нарушение структуры тубулинового цитоскелета снижает фотохимическую активность хлоропластов; увеличивает количество свободного фосфора, что ука-

зывает на замедление синтеза АТФ; тормозит отток ассимилятов из листьев в клубни; уменьшает продуктивность растений картофеля. Антиоксидант селен сглаживает негативное действие колхицина.

Библиографический список

1. Красавина М.С., Ктиторова И.Н., Бурмистрова Н.А. Электрическая проводимость межклеточных контактов и цитоскелет растительных клеток // Физиология растений. – 2001. – Т. 48. – № 6. – С. 854–862.
2. Теплов В.А., Бейлина С.И., Романовский Ю.М. Автоволновая динамика цитоскелета плазмодия *Physarum polycephalum* // Физиология растений. – 1998. – Т. 45. – № 2. – С. 168–184.
3. Медведев С.С., Маркова И.В. Цитоскелет и полярность растений // Физиология растений. – 1998. – Т. 45. – № 2. – С. 185–197.
4. Абдрахимова Й.Р., Абдрахимов Ф.А., Абдрахманова А.Ф., Хохлова Л.П. Влияние антимикротрубочковых агентов на дыхание и ультраструктурную организацию клеток листьев пшеницы // Физиология растений. – 2003. – Т. 50. – № 5. – С. 653–660.
5. Фултон А. Цитоскелет. Архитектура и хореография клетки. – М.: Мир, 1987. – 120 с.
6. Wang X. C., Zhang X. Q. Spektrin – like Protein in Guard Cell of *Vicia faba* L. // 10th International Workshop on Plant Membrane Biology. Regensburg, August 6–11. 1995. P. 35–39.
7. Зеленский М.И., Клементьева И.И. Потенциометрический метод исследования фотохимической активности хлоропластов // Методы комплексного изучения фотосинтеза / Под ред. О.Д. Быкова. – Л.: ВИР, 1969. – С. 127–141.
8. Пузина Т.И., Прудников П.С., Якушкина Н.И. Влияние селенита натрия и ауксина на работу антиоксидантной системы и ростовые процессы растений картофеля // Регуляция продукционного процесса сельскохозяйственных растений. – Ч. 1. – Орёл: АВ, 2006. – С. 32–38.

T. I. PUZINA, N.S. VLASOVA, J. S. MANYUHIN

THE INFLUENCE OF DESTRUCTIVE AGENT OF MICROTUBULES COLCHICINE ON THE PHOTOSYNTHETIC OF ACTIVITY *SOLANUM TUBEROSUM*

It was Investigated the dependence of photosynthetic activity of potato plants with the integrity of tubulin cytoskeleton. The chloroplasts of plants connected to the action of colchicine – disorganizer microtubules were have characterized by the reduces of photochemical activity on the phone continued detention of the chlorophyll. The colchicine hold back the process of tuber initiation and inhibited the outflow of glucose formed tubers, reduced their weight. It was discussing of membrane processes on the integrity of the elements cytoskeleton.

Key words: *microtubules, colchicine, photochemical activity, selenium, the outflow of assimilates, productivity.*

А.В. РЯБОВ, преподаватель кафедры биологии и экологии
Шуйского государственного педагогического университета.
Естественно-географический факультет

Тел. 8 961 246 07 84; sgpu@mail.ru

В.А. ПОНОМАРЕВ, доктор биологических наук, профессор кафедры
селекции, плодовоовощеводства и ботаники Ивановской государственной
сельскохозяйственной академии имени академика Д.К. Беляева.

Агротехнологический факультет

Тел. 8 905 106 39 44; Lab-abc@yandex.ru

ПОВРЕЖДЕНИЯ И ОТКЛОНЕНИЯ В ОКРАСКЕ ОПЕРЕНИЯ У ВРАНОВЫХ ПТИЦ В НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТАХ ВОСТОЧНОГО ВЕРХНЕВОЛЖЬЯ

В статье обобщены литературные сведения и результаты собственного изучения особенностей повреждений и материалы по частоте встречаемости отклонений в окраске оперения у врановых птиц в условиях урбанизации Восточного Верхневолжья. У врановых птиц отмечено сравнительно небольшое число повреждений (от 0,6% до 1,6%).

Ключевые слова: врановые птицы, повреждения, травма, альбинизм, урбанизация.

Введение. Различные уродства животных и их происхождение с давних времен привлекали внимание специалистов [2, 6, 7]. Проблемы отклонения в развитии животных известны давно, но в последнее время появляющиеся факты морфологических отклонений сразу же связываются с антропогенным воздействием, хотя в большинстве случаев различные морфологические отклонения не являются массовыми и встречаются довольно редко.

Целью настоящей работы является выявление характера и частоты встречаемости повреждений тела и отклонений в окраске оперения у массовых видов врановых птиц в условиях урбанизированных ландшафтов Восточного Верхневолжья.

Методы и материалы. В 2005–2009 годах в городских и сельских населенных пунктах Ивановской области был собран обширный материал по морфологическим отклонениям и повреждениям у серой вороны (*Corvus cornix* Linnaeus, 1758), галки (*Corvus monedula* Linnaeus, 1758), грача (*Corvus frugilegus* Linnaeus, 1758) и сороки (*Pica pica* Linnaeus, 1758). Наблюдения были проведены в областном центре г. Иваново (413 тыс. жителей), в небольших районных городах и поселках: г. Шуя (60 тыс. жителей), г. Тейково (35 тыс. жителей), г. Фурманов (38 тыс. жителей), г. Приволжск (17 тыс. жителей), г. Плес (2,5 тыс. жителей), п.г.т. Лежнево (8 тыс. жителей), п. Палех (5,5 тыс. жителей), п. Савино (6 тыс. жителей), п. Новоталицы (7 тыс. жителей), п. Чернореченский (1,5 тыс. жителей), п. Зиново (0,5 тыс. жителей) (рис. 1).



Рис. 1. Картограмма мест проведения исследований врановых птиц в Ивановской области

Методом непосредственного наблюдения были отмечены повреждения задних конечностей (фаланг пальцев, цевки, большой и малой берцовых костей), повреждения крыльев, маховых и рулевых перьев, деформации и повреждения костей клюва. Была проведена оценка доли отклонений в окраске оперения у серых ворон, галок, грачей и сорок в городских населенных пунктах Ивановской области. Всего было осмотрено 10 150 особей четырех видов врановых птиц.

Результаты и обсуждение

Повреждения и травмы. В г. Иванове у серой вороны ($n=2594$) было отмечено 1,6% случаев повреждений. У ворон преобладали повреждения крыльев (53,7%). Повреждения задних конечностей

составили 39,0% случаев (от общего числа осмотренных особей), при этом фаланги пальцев обычно не утрачивались, а деформировались. У трех птиц (7,3%) полностью отсутствовали перья хвоста, причем две птицы не могли летать.

У серых ворон были отмечены следующие повреждения задних конечностей ($n=16$): у пяти птиц были деформированы фаланги пальцев левой конечности, а у двух особей – фаланги правой конечности. В большинстве случаев деформированные фаланги пальцев были направлены назад или во внутреннюю сторону. В четырех случаях отмечена хромота без внешних признаков повреждения пальцев на левую конечность и в одном случае – на правую. Отсутствие левой цевки было отмечено

но у двух птиц, перелом левой цевки со смещением лапы влево отмечен у одной особи (на эту конечность птица не опиралась). Зафиксирован случай перелома правой цевки со смещением лапы вправо почти под прямым углом; фаланги на поврежденной конечности отсутствовали, однако птица успешно садилась на крупные ветви деревьев, кормилась в стае и внешне была в удовлетворительном состоянии.

Повреждения крыльев были отмечены у 22 серых ворон (обычно крыло не плотно прилегало к телу при ходьбе). В десяти случаях у птиц были повреждены правые и у двенадцати птиц – левые крылья. У одной особи были явные признаки открытого перелома левого крыла в области плечевой кости. Восемь птиц с повреждениями крыльев утратили способность к полету. У одной серой вороны надклювье было длиннее подклювья на 1,5 см.

В обследованных районных городах и поселках Ивановской области было отмечено пять случаев повреждений задних конечностей (1,1%) у серых ворон ($n=461$). У двух птиц были деформированы фаланги правых конечностей (пальцы поджаты во внутреннюю сторону); у одной вороны были слабо деформированы фаланги левой конечности, она не хромала. У одной птицы отсутствовала правая цевка, но она сохраняла равновесие при ходьбе. У одной вороны было повреждено правое крыло без потери способности к полету.

Сравнительно небольшая доля видимых морфологических повреждений среди обследованных видов птиц была отмечена у галки. Так, в г. Иванове от общего числа осмотренных галок ($n=4452$) повреждения были отмечены лишь у 0,7% особей. Преобладали повреждения задних конечностей (56,3%) и крыльев (40,6%). Повреждения задних конечностей у галок ($n=18$) имели следующие особенности: в трех случаях полностью отсутствовали фаланги пальцев на левой конечности; у четырех птиц деформированы фаланги пальцев левой конечности, а также у четырех особей деформированы фаланги правой конечности. У одной птицы были деформированы фаланги пальцев на обеих конечностях. У трех галок полностью или частично отсутствовали правые цевки, у трех особей отсутствовала левая цевка. Большинство галок успешно сохраняли равновесие. У всех этих птиц

оперение хорошо сохранилось. Повреждения крыльев были отмечены у тринадцати галок (чаще одно из крыльев неплотно прилегало к телу). В девяти случаях отмечено повреждение правого крыла, у четырех птиц было повреждено левое крыло. Двенадцать птиц из тринадцати с повреждениями крыла не утратили способность к полету. В одном случае у галки (3,6%) отмечено повреждение костей клюва: полностью отсутствовала верхняя челюсть. Птица была истощена, оперение сильно повреждено, способность к полету утрачена. У двух галок было увеличено надклювье (примерно на 1,5 см). Одна птица имела наполовину укороченный клюв без явных признаков повреждения по внешним причинам. У двух птиц не было хвостового оперения, хотя птицы сохранили способность к полету.

В обследованных районных городах и поселках Ивановской области из 1793 галок повреждения имели десять особей (0,6%). Три птицы были без правой цевки, одна без левой цевки. В одном случае была повреждена правая цевка со смещением пальцев во внутреннюю сторону. Была отмечена галка с хромотой на левую конечность без явных признаков повреждения. Другая особь без явных морфологических нарушений при ходьбе постоянно поджимала правую ногу. У трех галок были повреждены левые крылья. При этом одна из этих птиц утратила способность к полету.

В обследованных населенных пунктах Ивановской области также было оценено внешнее физическое состояние у 700 грачей, из них повреждения были у десяти птиц (1,4%). У них преобладали повреждения задних конечностей (90,0%). Отмечены следующие повреждения лап у грачей ($n=9$): у двух птиц не было фаланг на правых ногах, у одного отсутствовала левая цевка, у двух отмечена деформация фаланг на левой конечности. Повреждение левой цевки было у одной птицы. У одного грача была повреждена правая цевка. Две особи хромали на левую сторону без явных видимых повреждений конечностей. Повреждение левого крыла с утратой способности к полету отмечено только в одном случае.

Морфологических отклонений и повреждений у сорок ($n=150$) в обследованных населенных пунктах Ивановской области отмечено не было.

Таким образом, наиболее часто в городах крупные синантропные птицы повреждают задние конечности в результате тесного контакта с антропогенным материалом. У большей части врановых птиц задние конечности были повреждены из-за растяжения связок, закрытых переломов, что приводило к деформации фаланг и к хромоте. Птицы получали травмы крыльев при столкновениях с автотранспортом, при нападении на них хищных птиц и животных [6]. Галка по сравнению с серой вороной и грачом чаще имела повреждения в виде полной или частичной утраты цевки. Птицы с повреждением цевки со временем восстанавливали способность удерживать равновесие при движениях по земле и успешно кормиться в стаях. Благодаря хорошей сообразительности врановые птицы способны избегать многих случаев травматизма и поэтому имеют относительно небольшое число повреждений (от 0,6% до 1,6%) по сравнению с сизыми голубями – 5,5% птиц с повреждениями в г. Иванове [6].

Отклонения в окраске. Небольшие отклонения в окраске оперения у массовых видов врановых изучены пока явно недостаточно [3, 7]. Больше внимание уделяется птицам-альбиносам [1]. В экспозициях многих зоологических музеев России представлены различные вариации альбинизма, обнаруженные у врановых птиц [4, 5]. Большая коллекция чучел частичных и полных альбиносов врановых находится в экспозиции Государственного Дарвиновского музея [3].

Большинство наблюдаемых нами в учетах врановых птиц имели обычную, характерную для номинальных подвидов окраску. Серая ворона (*Corvus cornix* L., 1758) имела типичную двухцветную окраску: голова, горло, грудь, крылья, оперение задних конечностей и хвоста – черные с голубоватым или зеленоватым металлическим блеском, остальное оперение серое. Галка (*Corvus monedula soemmerringii* Fisher, 1811) имела одноцветное черное оперение и светло-серебристо-белую окраску затылка и задней стороны шеи («гривы»). Грач (*Corvus frugilegus* L., 1758) имел обычное одноцветное черное оперение с сильным металлическим блеском: синим на голове, зеленоватым на крыльях, фиолетовым на других частях тела. Сорока (*Pica pica* L., 1758) имела бархатис-

то-черное, с синим или зеленоватым отливом оперение передней части тела, спины, кроющих перьев крыла и хвоста, подхвостья и голени. Плечи, надхвостье, низ груди, брюхо и бока тела чисто белые. Крылья, кроме концевой части, и хвост черные с сильным металлическим блеском.

Случаи полного альбинизма у галок были описаны в начале XX века в работах С.Т. Павлова (1909) и А.А. Мигулина (1923). В 2007 г. в г. Бресте наблюдали галку белой окраски с темными пестринами (<http://www.ptushki.org>). В декабре 2008 г. в г. Коломне был отмечен полный альбинос галки (<http://www.kolomnainfo.ru/news>).

Альбинизм у грачей более редкое явление по сравнению с другими синантропными птицами. Грач – полный альбинос был описан в статье Э.В. Шарлемана [9]. Молодая птица-альбинос была добыта в июне 1909 года близ села Куракина Куракинской волости Орловской губернии. Окраска оперения, клюва и лап была грязновато-белая. На вершинной части некоторых перьев лба, темени, спины и плечей была заметна примесь кремового цвета. У грача, встреченного в г. Казани в 1980-х годах, были белые контурные перья на спине, крыльях и боках тела [7]. В.Л. Харченко [8] сообщил о редкой встрече сороки-альбиноса в Уссурийском заповеднике (Приморский край) в мае 2000 года. В течение месяца она держалась у окраины села Каменушка.

Наиболее интересным был случай наблюдения в г. Иванове в июне 2006 года полного альбиноса серой вороны. Птица была полностью белой, со светлым клювом, светлыми ногами и светло-красными глазами. Эта ворона-альбинос кормилась на свалке бытовых отходов в группе с тремя серыми воронами обычной окраски. Агрессивных действий со стороны других ворон группы по отношению к птице с белой окраской не отмечено. По внешнему виду ворона-альбинос была взрослой птицей, хорошо упитанной, с оперением хорошего состояния. Удалось сфотографировать эту птицу (рис. 2). Повторных встреч вороны-альбиноса в этом месте и рядом с ним не было.

В 2006 г. в зоопарке г. Иванова и в одном из офисов коммерческого предприятия содержались два альбиноса серой вороны, у которых голова, горло, грудь, крылья, хвост вместо черной имели



Рис. 2. Альбинос серой вороны в г. Иванове
(фото В.А. Пономарева)

светло-коричневую окраску, спина и живот были белыми, глаза – светло-красными, клюв и лапы – светлее нормы.

За период наблюдений с 2005 по 2009 г. в г. Иванове всего было отмечено 13 особей серой вороны с отклонениями в окраске оперения, что составило 0,5% от общего числа учтенных ворон (табл. 1). Осенью-зимой 2005 г. в Иванове была отмечена серая ворона, имевшая пегую окраску, и еще одна птица, у которой на обоих крыльях было по 2–3 белых первостепенных маховых пера. Зимой 2006 г. отмечены две птицы с отдельными (единичными) белыми первостепенными маховыми перьями на левом крыле и одна птица с белыми маховыми перьями на обоих крыльях. Летом 2006 г. у двух серых ворон были отмечены белые маховые перья на обоих крыльях, у одной особи было 2–3 белых первостепенных маховых пера на левом крыле, а у другой – 2 белых первостепенных маховых пера на правом крыле. Осенью-зимой 2007 и 2008 гг. было отмечено по одной серой вороне с пегими перьями на обоих крыльях и хвосте. В 2008 г. также наблюдали двух птиц с 2–3 белыми первостепенными маховыми перьями на обоих крыльях. В 2009 г. серых ворон с отклонениями в окраске оперения в г. Иванове не отмечено. В период проведения наблюдений в небольших районных городах и поселках Ивановской области серых ворон с отклонениями в окраске оперения не встречено (табл. 2).

Доля галок с отклонениями в окраске оперения в г. Иванове составила 0,2% ($n=10$) от общего чис-

ла учтенных птиц (табл. 1). Зимой 2007 г. была отмечена пегая галка (белые пестрины), весной 2007 г. была встречена галка со слабой пегостью оперения на спине и крыльях (белые пестрины). Зимой и весной 2008 г. отмечены две галки, имевшие светло-серую пегость (светло-серые пестрины) на брюшной части и надхвостье. Галки с первостепенными белыми маховыми перьями на обоих крыльях были отмечены в 2008 г. (одна птица) и в 2009 г. (две птицы). Число белых первостепенных маховых перьев в каждом крыле у одной особи обычно достигало пяти-шести. Не встречено галок с белыми маховыми перьями только на одном из крыльев. Расположение белых маховых перьев было симметричным. Трижды отмечали одиночные белые перья в хвостовом оперении у галок.

Зимой 2009 г. в Ивановской области была отмечена галка с белым пером в хвостовом оперении. Других отклонений в окраске у галок в районных городах и поселках Ивановской области не отмечено (табл. 2).

За весь период наблюдений в г. Иванове нами был отмечен только один случай отклонения в окраске у грача: летом 2005 г. у одной особи наблюдалось белое первостепенное перо на левом крыле (табл. 1, 2).

Отклонений в окраске оперения у сорок ($n=150$) в обследованных населенных пунктах Ивановской области нами не отмечено.

Таким образом, отклонения в окраске у массовых видов врановых птиц встречаются сравнительно редко: у серой вороны – от 0,4 до 1,8%, у галки – от 0,2 до 1,3%, у грача – 0,3% случаев в кварталах крупного областного центра г. Иванова. В небольших районных городах и поселках Ивановской области встречи врановых птиц с отклонениями в окраске крайне редки.

Большая концентрация врановых птиц на территории крупного города по сравнению с небольшими населенными пунктами увеличивает вероятность встреч птиц с отклонениями в окраске. Еще одной причиной отсутствия врановых птиц с отклонениями в окраске оперения в районных городах и поселках является значительный прессинг со стороны дневных хищных птиц и животных, что ведет к большей вероятности изъятия птиц, выделяющихся по окраске из общей группы или стаи.

Таблица 1 – Доля встреч врановых птиц с отклонениями от нормальной окраски оперения в г. Иванове

Период учета	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	Всего
Вид	*1 *2	1 2	1 2	1 2	1 2	
Серая ворона (n = 2594)	1,8% – (n=2)	0,5% 1,7% (n=3) (n=4)	0,2% – (n=1)	1,2% 0,4% (n=2) (n=1)	–	0,5% (n=13)
Галка (n = 4452)	–	–	0,2% 0,4% (n=2) (n=1)	0,2% 0,6% (n=1) (n=3)	0,2% 1,3% (n=1) (n=2)	0,2% (n=10)
Грач (n = 291)	6,7% – (n=1)	–	–	–	–	0,3% (n=1)

* 1 – учеты, проведенные осенью и зимой; 2 – учеты, проведенные весной и летом.

Таблица 2 – Доля встреч врановых птиц с отклонениями от нормальной окраски оперения в районных городах и поселках Ивановской области

Период учета	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	Всего
Вид	*1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	
Серая ворона (n = 461)	–	–	–	–	–	–
Галка (n = 1793)	–	–	–	–	0,4% – (n=1)	0,06% (n=1)
Грач (n = 409)	–	–	–	–	–	–

* 1 – учеты, проведенные осенью и зимой; 2 – учеты, проведенные весной и летом.

Выводы. Несомненно, что в крупных городах относительно большая и доступная кормовая база позволяет врановым птицам выживать в неблагоприятные периоды года, несмотря на имеющиеся у них повреждения, травмы и отклонения в окраске оперения, которые удастся определить визуально. Наблюдения за характером

травм и изменениями в окраске врановых птиц могут помочь в составлении характеристики экологических условий урбололандшафтов. Благодаря высокой активности и значительным перемещениям в пространстве птицы являются значимым индикатором степени антропогенной нагрузки.

Библиографический список

1. Забелин В.И. О частичном альбинизме оперения в выводке серой вороны [Текст] // Кавказский орнитологический вестник. – Ставрополь: СГУ, 1996.
2. Константинов В.М. Экология некоторых синантропных врановых птиц [Текст] // Птицы городов Среднего Поволжья и Предуралья / Ред. Рахимов И.И. – Казань: Мастер Лайн, 2001. – 272 с.
3. Константинов В.М., Пономарев В.А., Воронов Л.Н. и др. Серая ворона (*Corvus cornix* L.) в антропогенных ландшафтах Палеарктики (проблемы синантропизации и урбанизации) [Текст] – М., 2007. – 368 с.
4. Мигулин А.А. Белая галка [Текст] // Охота и рыболовство. – 1923. – № 3/4. – С. 31–32.
5. Павлов С.Т. Белые галки [Текст] // Семья охотников. – 1909. – № 9. – С. 182.
6. Пономарев В.А. Повреждения у некоторых синантропных птиц в городских населенных пунктах Ивановской области [Текст] // Краеведческая конференция. – Иваново: ИВГУ, 2006. – Вып. IX. – С. 441–443.
7. Рахимов И.И. Случаи альбинизма у врановых в антропогенных ландшафтах [Текст] // Врановые птицы в естественных и антропогенных ландшафтах. – Липецк, 1989. – Ч. I. – С. 89.

8. Харченко В.А. Встреча особи-альбиноса сороки *Pica pica* [Текст] // Русский орнитологический журнал. – СПб., – 2001. – № 153. – С. 649.
9. Шарлеман Э.В. Грач *Trupanocorax frugilegus* L. – полный альбинос [Текст] // Русский орнитологический журнал. – СПб., – 2002. – Т. XI. – № 205. – С. 107.

A.V. RYABOV, V.A. PONOMARYOV

In the article literary data and results of own studying of features of damages and materials on frequency of occurrence of deviations in painting plumage of Corvidae in conditions of the urbanization of East Verhnevolgye are generalized. It is marked that Corvidae have rather a small quantity of damages (from 0,6% up to 1,6%).

Key words: *Corvidae, damages, a trauma, albinism, urbanization.*



С.А. САЛМИН, старший преподаватель кафедры ботаники
 Орловского государственного университета
 Тел. (4862) 777818; gio2-74@mail.ru

ДЕЙСТВИЕ АБСЦИЗОВОЙ КИСЛОТЫ НА РАННИЕ СТАДИИ ФОРМИРОВАНИЯ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ У ПРОРОСТКОВ КУКУРУЗЫ

Изучено влияние абсцизовой кислоты на образование боковых корней у проростков кукурузы. Показано, что все заложенные примордии кукурузы развиваются в боковые корни без периода покоя. Абсцизовая кислота значительно ингибирует рост главного корня во всех испытанных концентрациях и не влияет на время развития примордия бокового корня внутри материнского, а также не вызывает заложения новых примордиев. Вероятно, развитие примордия в боковой корень происходит в две стадии и разные стадии имеют разную регуляцию.

Ключевые слова: кукуруза, боковые корни, примордии, абсцизовая кислота.

Регуляция ветвления корней является важным адаптивным механизмом, обеспечивающим приспособление растений к среде обитания. Основную часть корневой системы составляют боковые корни разных порядков. Изучение механизмов регуляции ветвления имеет важное значение не только для понимания морфогенеза, но и развития новых приемов агротехники. Имеется много литературных данных относительно механизмов ветвления корней и участия регуляторов роста в этом процессе. На основе опытов по декапитации и других экспериментов было установлено, что в апексе главного корня образуется один или более эндогенных ингибиторов появления боковых корней (Thimann, 1936; Torrey, 1962, 1986; Feckett, 1957 a, b; Wightman, Thimann, 1960). Предполагается, что этот ингибитор образуется в активно пролиферирующих клетках апекса главного корня (Seadan, MacLeod, 1984). Экстракты из апекса главного корня при наличии в питательной среде веществ, способствующих закладке зачатков боковых корней, вызывали 50% ингибирование закладки зачатков боковых корней. Было показано, что одним из ингибиторов формирования боковых корней является абсцизовая кислота (Bottger, 1974). После декапитации корней *Pisum sativum* в них менее чем за 8 час. возникали новые примордии. В этот период количество абсцизовой кислоты в тканях корня резко падало, к 13 час. составляло 40% от контроля (Bottger, 1978). Поскольку в кончиках корней содержалось приблизительно в 3 раза больше АБК, чем в исследуемых сегментах в начале опыта, то автор высказал предположение о том, что АБК может быть одним из факторов, регулирующих апикальное доминирование в корне (Bottger, 1976).

Ингибирующее действие АБК отмечалось и в других работах (Wightman et al., 1980; Audus, 1983). При обработке гербицидом, полностью подавляющим синтез в корнях абсцизовой кислоты, в корнях кукурузы возникновение боковых корней в значительной степени подавлялось (Ng, Moore, 1985). В литературе имеются данные, что действие АБК на рост корней зависит от концентрации гормона и исходного физиологического состояния растения. Так, если она применялась в очень высокой кон-

центрации – 100 мг/л, то происходила стимуляция образования корней у черенков фасоли на 200% (Ting-Jun-Chin et al., 1969). В исследованиях (Mulkey et al., 1984) показано, что при обработке растений высокой концентрацией АБК в ответной реакции корней выделялось три фазы – усиление роста (первые 12 часов действия гормона), ингибирование (следующий 12-часовой период), восстановление нормальной скорости роста (после 24 часов инкубации). Низкие концентрации АБК (0,1 мкМ) лишь кратковременно увеличивали рост корней. Действие АБК на рост корней может зависеть от исходной скорости роста (Pilet, Saugy, 1987). При низкой скорости небольшие концентрации АБК подавляли рост корней независимо от исходной скорости их роста.

Целью данной работы было изучение ветвления корня в нормальных условиях и механизмов изменения ветвления при действии абсцизовой кислоты (АБК). Выяснение этих проблем необходимо для выявления основных механизмов эндогенной регуляции ветвления корня и понимания возможных пределов регуляции ветвления корней с помощью регуляторов роста.

Для выяснения роли каких-либо факторов на ветвление корня необходимо разделить, в какой мере они непосредственно влияют на формирование корня, а в какой мере – посредством воздействия на рост главного корня. Для решения этой проблемы определяют время формирования бокового корня внутри материнского, начиная от первых делений клеток перидикла до выхода бокового корня из материнских тканей (Иванов, 1987).

Работу проводили на корнях проростков кукурузы (*Zea mays* L.) сорта Бено 128. Семена кукурузы, предварительно обработанные в течение 20 минут слабым раствором формалина, выкладывали в эмалированные кюветы на стекло, обернутое влажной фильтровальной бумагой, смоченной водопроводной водой, накрывали вторым стеклом и выдерживали в тёмном термостате в течение двух или трёх суток при 27°C. Для дальнейших экспериментов использовали проростки с длиной главного корня 20–30 мм или 50–70 мм. Проростки помещали в чашки Петри диаметром 90 мм на фильтровальную бумагу, смоченную дистиллированной водой (контроль) или растворами АБК в

дистиллированной воде. На каждую чашку Петри использовали по 10 мл растворов и помещали по 5 проростков. Чашки выдерживались в тёмном термостате при 27°C. Измеряли линейкой длину корней в течение трёх суток. Длину участков главного корня, несущих боковые корни, измеряли через 48 и 72 час. после начала опыта. Подсчитывали число боковых корней в 1-сантиметровых отрезках по длине корня.

Время развития боковых корней внутри материнского, начиная от возникновения примордия до его выхода из материнского корня (Тб.к.), вычисляли по формуле (Ivanov et al., 1998):

$$Тб.к. = 72 - \frac{[(L_{б.к.} + 10) - L_0] \times 24}{\Delta L_{24}}, \text{ где}$$

L_0 – длина корней в момент посадки,

ΔL_{24} – прирост корней в миллиметрах за первые 24 часа,

$L_{б.к.}$ – длина участка главного корня, несущая боковые корни.

Если $L_{б.к.} < L_0$, то определить Тб.к. нельзя.

Для характеристики действия ингибиторов на рост главного корня вычисляли степень ингибирования роста (I) по формуле:

$$I = \frac{L_k - L_i}{L_k} \times 100 \%, \text{ где}$$

L_k – прирост контрольных корней,

L_i – прирост корней, растущих в растворе ингибитора.

Для подсчёта числа примордиев боковых корней внутри материнского корня фиксировали корни целиком через 72 часа после начала опыта в фиксаторе Чемберлена (Паушева, 1970). Фиксированный материал промывали в дистиллированной воде 5 мин., гидролизировали в 5N HCl 15 мин., снова промывали в дистиллированной воде 5 мин., затем окрашивали в ацетокармине 15 мин. (Jensen, 1962). После этого под бинокулярным микроскопом МБ-51-2 с помощью двух препаровальных игл удаляли всю коровую часть и проводили подсчёт примордиев.

Измеряли длину клеток перидикла в первых трёх базальных сантиметрах на центральных продольных срезах живых корней, сделанных от руки лезвием бритвы. Измерения проводили при помощи окулярного микрометра МОВ-1-15 под микроскопом Р-12.

Статистическая обработка результатов проводилась по общепринятой методике (Лакин, 1973). Анализ результатов и построение графиков выполнялись на ПЭВМ с помощью программ Microsoft Excel 7.0 и CSS.

Ветвление корней проростков кукурузы типично для корней большинства изученных растений. Примордии закладываются в акропетальной последовательности – от семени к кончику корня, и в такой же последовательности появляются боковые корни. Рост корней в контрольном варианте в течение трёх дней постепенно ускорялся, и прирост составлял в 1-й день $29,4 \pm 0,9$ мм, во 2-й – $40,1 \pm 1,2$ мм и в 3-й – $59,8 \pm 3,2$ мм. Средняя сумма приростов

10 корней за трое суток составила $99,9 \pm 3,7$ мм в отдельных опытах. Суммарный прирост корня за трое суток практически не зависел от исходной длины корней ($r = -0,01$). Приросты корней в разные дни практически не коррелировали друг с другом и с величиной общего прироста за трое суток.

Первые боковые корни появлялись на 2-е сутки после начала опыта. Через 48 час. от момента начала опыта длина главного корня составила $107,6 \pm 1,9$ мм, а длина зоны боковых корней – $27,0 \pm 1,5$, через 72 часа – соответственно $152,8 \pm 3,1$ и $53,9 \pm 1,6$ мм. Чем длиннее был корень, тем длиннее была зона боковых корней. Однако в 48 час. эта зависимость была выражена слабее.

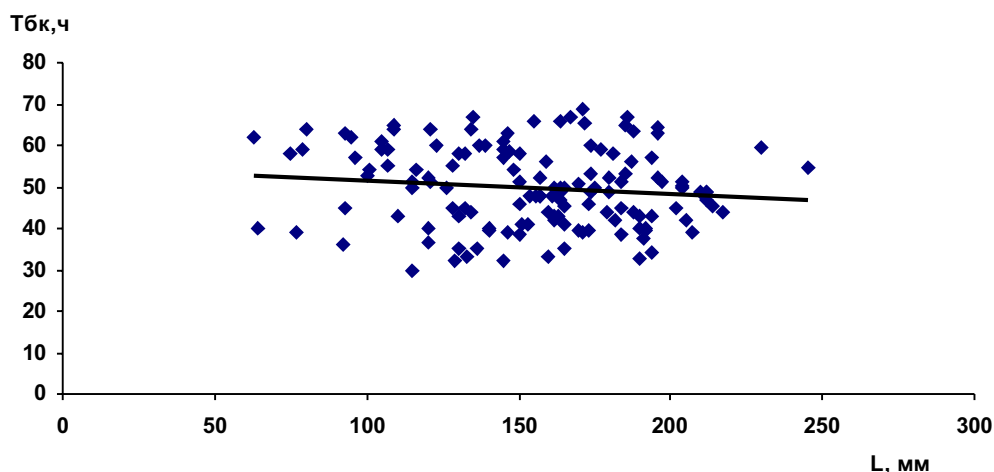


Рис. 1. Продолжительность формирования бокового корня ($T_{бк}$) у контрольных корней проростков кукурузы, достигших разной длины (L) через 72 часа после начала опыта ($r = -0,252$; $p = 0,482$). Средние данные для 150 растений из 50 опытов.

Среднее время формирования бокового корня внутри материнского составило $50,8 \pm 1,4$ часа (рис. 1). Оно практически не зависело от скоростей роста корня в 1-е, 2-е, 3-е сутки. На одном корне образовывалось $44,7 \pm 1,4$ корня. Число боковых корней не зависит от длины корня, но зависит от длины зоны боковых корней. Максимальное число боковых корней формировалось в 1 см корня, а затем их число снижается (рис. 2).

Число корней в первом сантиметре не коррелирует с общим количеством корней и числом корней в последующих сантиметрах. Однако в последующих сантиметрах (со 2-го по 5-й) заметна корреляция между числом корней в данных сантиметрах и числом корней в других сантиметрах

ниже первого (за исключением последних сантиметров). Анатомический анализ показал, что среди боковых корней не было примордиев новых боковых корней.

Измерение размеров клеток перицикла показало, что их длина увеличивается в базальной части корня, значит, число клеток на один сантиметр уменьшается при большем числе образующихся боковых корней. Следовательно, большее число клеток участвует в образовании боковых корней.

Изучение действия разных химических веществ на корневую систему проростков кукурузы показало, что только цитостатики останавливают ветвление корней. Вещества этой группы блокируют деление клеток, поэтому нормальное форми-

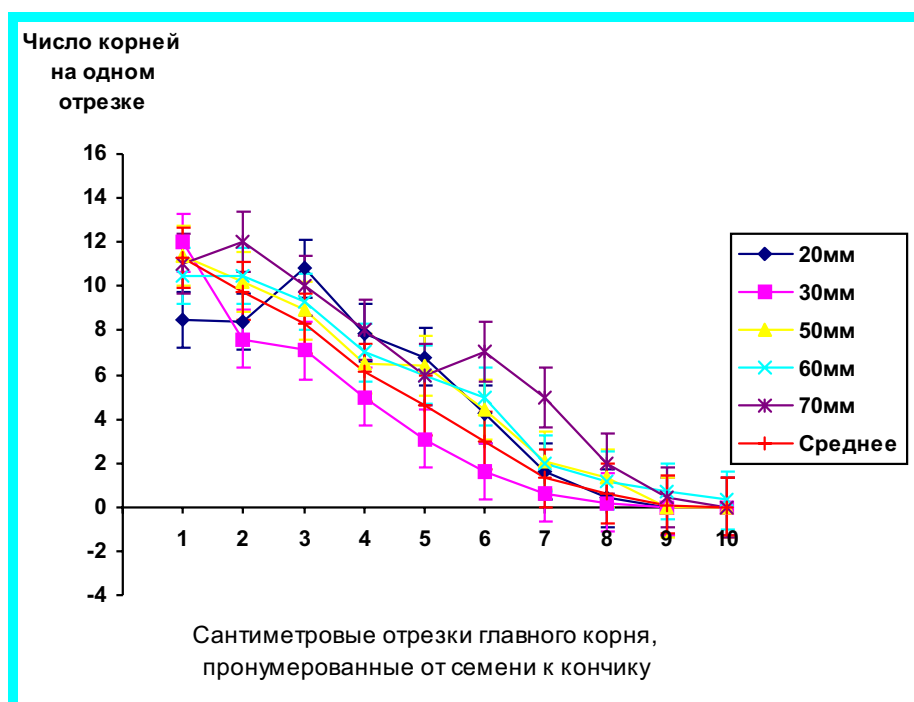


Рис. 2. Распределение боковых корней в отрезках главного корня длиной 1 см у контрольных проростков кукурузы с разной исходной длиной главного корня, выращенных в течение 72 час. Среднее из 150 растений и 15 опытов.

рование примордиев и развитие их в боковые корни становится невозможным (Ivanov, 1994). Обработка корней ингибиторами общетоксического действия не останавливает их ветвления даже при концентрациях, близких к летальным. При значительном ингибировании роста главного корня у опытных проростков боковые корни появляются одновременно с боковыми корнями у контрольных проростков. Длина участка главного корня с боковыми корнями уменьшается соответственно уменьшению длины главного корня, но боковые корни приближаются к его кончику и появляются иногда сразу за зоной растяжения. Расчет времени развития бокового корня от первых делений перицикла до выхода из материнского корня показал, что это время остается практически неизменным при всех типах воздействий и варьируется от 44 до 57 час. Время развития бокового корня не меняется также при изменении концентрации изучаемого вещества. Таким образом, развитие примордия бокового корня оказывается весьма устойчивым к действию самых разнообразных химических соединений (Ivanov, 1994).

Развитие примордия бокового корня, по пред-

положению Ласковски (Laskowski et al., 1995), представляет собой двухстадийный процесс, включающий образование бугорка из одинаковых, активно делящихся клеток и вслед за ним формирование апикальной меристемы нового корня. Примордии способны к выходу из тканей материнского корня и к дальнейшему росту только после образования апикальной меристемы. Разные стадии развития корня, очевидно, имеют разную систему регуляции.

Боковые корни всегда появляются на главном, на некотором расстоянии от кончика. Исключение составляют лишь растения, у которых примордии боковых корней закладываются в меристеме главного корня (Mallory et al., 1970; Дубровский, 1987). Эти случаи мы не рассматриваем в данной работе. Расстояние от кончика главного корня до наиболее апикального бокового корня непостоянно и варьируется у растений разных видов. Принято считать, что апикальное доминирование меристемы корня является одним из основных факторов, определяющих положение бокового корня (Geissbuhler, 1953; Полевой, 1982). Поток гормонов из меристемы тормозит заложение и рост

зачатков на некотором расстоянии от кончика корня. Однако наши данные показывают, что расстояние от кончика корня до самого апикального бокового корня определяется соотношением скорости удаления кончика от развивающегося зачатка с момента его закладки до выхода из материнского корня и от длительности развития зачатка. Приближение боковых корней к кончику главного корня при ингибировании его роста, которое часто объясняют ослаблением апикального доминирования, можно объяснить разностью в скоростях роста главного корня и развития примордия. Если первая меняется, то вторая практически постоянна. Поэтому медленно растущий кончик корня проходит меньшее расстояние за время развития примордия.

Причины высокой устойчивости развития примордия бокового корня к разным воздействиям остаются неизвестными. В формирующемся зачатке клетки делятся очень быстро, время удвоения числа клеток в примордии составляет несколько часов. Можно предположить, что при такой высокой митотической активности клеток они должны быть очень чувствительны к внешним воздействиям. Однако, по нашим данным, формирование боковых корней обладает высокой чувствительностью только к цитостатикам. Токсические вещества, не обладающие цитостатическим действием, не ингибируют развитие зачатков боковых корней. Было показано, что вещества, попадающие в корень из внешней среды, в тканях примордия не накапливаются (MacLeod, Davidson, 1968). Возможно, это связано с изоляцией развивающихся зачатков от поступления в них веществ из окружающей среды. Кроме того, вероятно, развитие примордиев боковых корней регулируется на уровне целого растения иначе, чем рост главного корня. На это указывают постоянное время развития примордиев при разных воздействиях на главный корень, заложение примордиев на фиксированном для данного вида расстоянии от кончика корня (Torrey, 1986), а также образование структур, напоминающих примордии, в случаях невозможности нормального их развития (Torrey, 1986; Hinchee, Rost, 1992).

Образование дополнительных боковых корней у проростков некоторых видов после удаления апикальной меристемы корня обычно объясняют накоплением в корне веществ, стимулирующих вет-

вление, или удалением синтезируемых в апексе корня веществ, ингибирующих ветвление (Torrey, 1986). Согласно принятой в настоящее время гипотезе регуляции ветвления, эти вещества имеют гормональную природу. Известно, что на ветвление корня оказывает влияние соотношение в тканях корня концентраций ауксинов, синтезируемых в меристеме побегов, и цитокининов, синтезируемых в меристеме корня (Torrey, 1986; Goodwin, Morris, 1979). Удаление апикальной меристемы корня приводит к формированию боковых корней из 75% заложившихся примордиев. После декапитации концентрация цитокининов в тканях корня уменьшается в 4 раза в течение 24 час. (Bollmark et al., 1988). Одновременного повышения в тканях корня концентрации эндогенных ауксинов не было обнаружено (Bottger, 1974). Таким образом, развитие новых боковых корней при декапитации корня объясняется именно удалением меристемы как источника цитокининов, а не накоплением ауксинов.

АБК значительно ингибирует рост главного корня во всех испытанных концентрациях (рис. 3). В течение опыта ингибирующий эффект в разных вариантах проявлялся по-разному. Рост главного корня при обработке АБК 10^{-5} М в первые сутки ингибируется на 76% (рис. 4), затем ингибирующее действие ослабевает до 64% и вновь возрастает до 83% через 72 часа после начала опыта. При обработке 10^{-6} М ингибирующее действие усиливается на вторые сутки опыта, а к его окончанию снижается до 58%. В варианте с АБК 10^{-7} М ингибирующий эффект постепенно ослабевает и в конце опыта достигает 18 % от контроля.

Приближение боковых корней к кончику главного корня обусловлено торможением его роста. АБК не нарушает акропетальной последовательности заложения боковых корней, все примордии развиваются в боковые корни.

Проведённые исследования показали, что существуют не выясненные в настоящее время эндогенные механизмы регуляции ветвления корней. Они определяют устойчивость развивающихся примордиев к различным химическим веществам, постоянство времени формирования примордия и его независимость от состояния материнского корня в широких пределах.

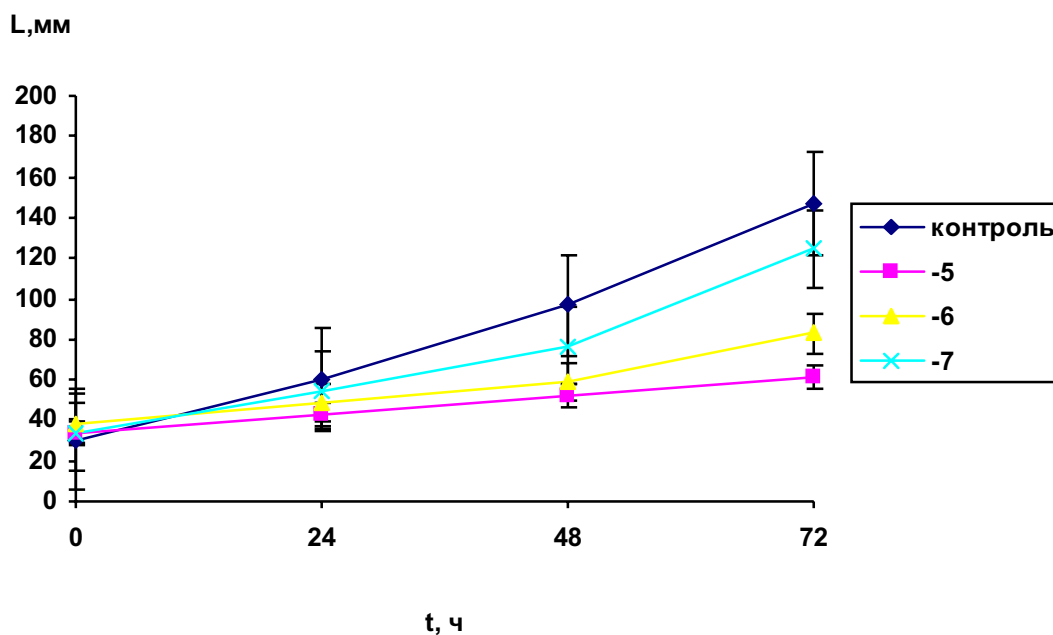


Рис. 3. Кривые роста главного корня у проростков кукурузы, выращенных в растворах АБК в течение 72 час.

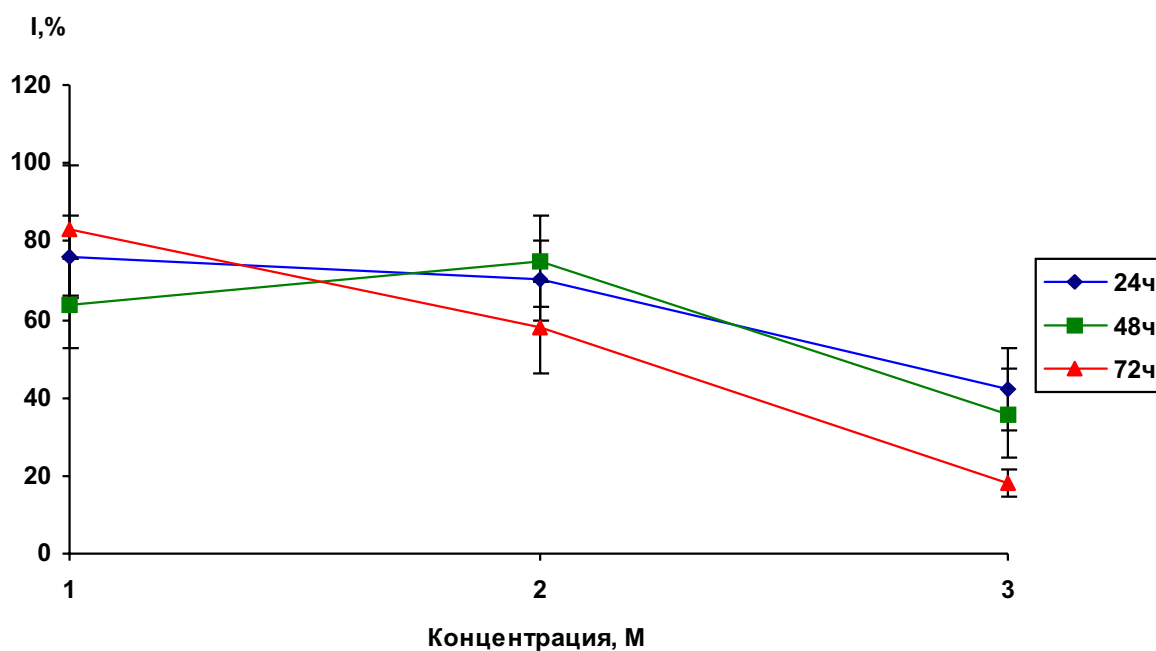


Рис. 4. Кривые ингибирования роста главного корня у проростков кукурузы, выращенных в растворах АБК в течение 72 час. Исходная длина корней – 40 мм. Средние величины для 80 растений из 8 опытов.
1– 10^{-5} М, 2– 10^{-6} М, 3– 10^{-7} М.

АБК в значительной степени подавляла образование боковых корней даже в наиболее старых участках корня. По сравнению с контролем боковых корней образовывалось меньше на 50% (рис. 5).

Длина зоны боковых корней сокращалась в соответствии с уменьшением длины главного корня (рис. 6).

Во всех случаях время формирования боковых корней внутри материнского не меняется (рис. 7).

Число корней

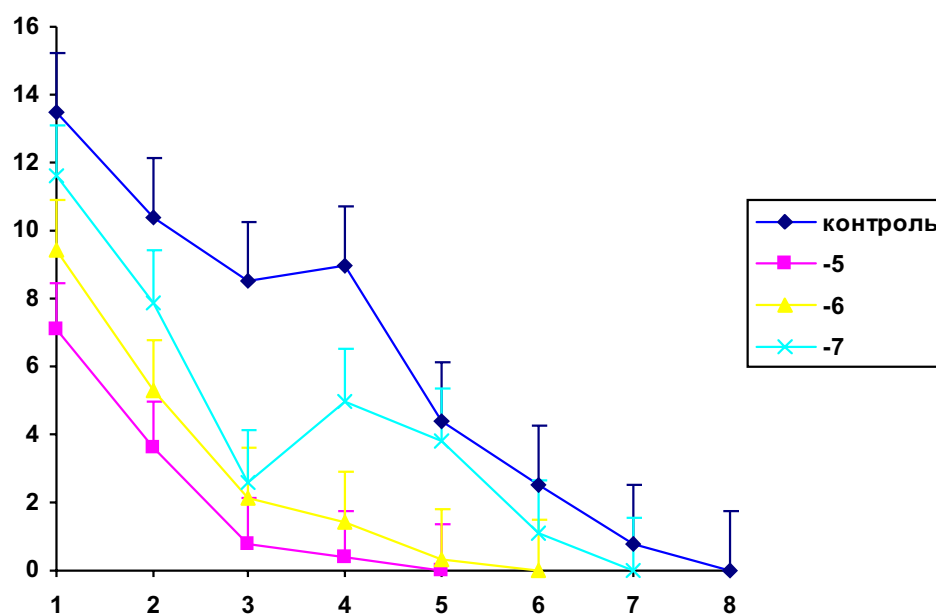


Рис. 5. Распределение боковых корней на главном корне проростков кукурузы, выращенных в растворах АБК в течение 72 час.

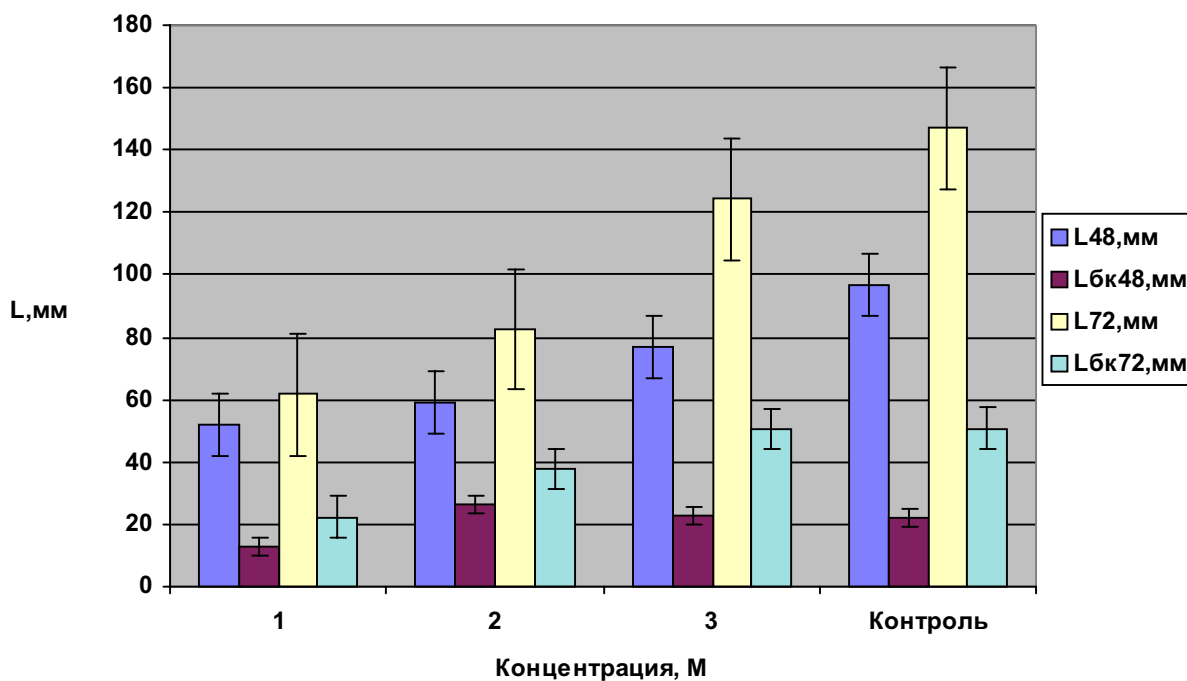


Рис. 6. Средняя длина главного корня (L) и участков главного корня, несущего боковые корни (L6к), у проростков кукурузы, выращенных в растворах АБК в течение 72 час. Исходная длина корней – 40 мм. Средние величины для 80 растений из 8 опытов. 1– 10^{-5} М, 2– 10^{-6} М, 3– 10^{-7} М.

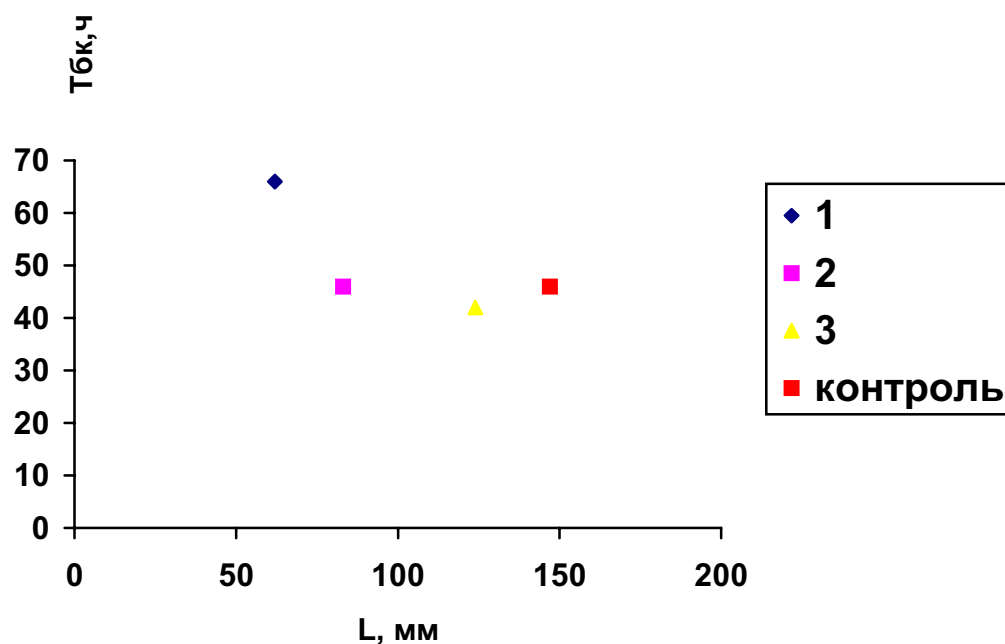


Рис. 7. Продолжительность формирования бокового корня (Тбк) в корнях, достигших разной длины (L) у проростков кукурузы, выращенных в растворах АБК в течение 72 час. Исходная длина корней – 40 мм. Средние величины для 80 растений из 8 опытов. 1– $10^{-5}M$, 2– $10^{-6}M$, 3– $10^{-7}M$.

Библиографический список

1. Дубровский И.Г. Латентная зародышевая корневая система огурца // Ботан. журн. – 1987. – Т. 72. – № 2. – С. 171–176.
2. Иванов В.Б. Временные закономерности развития бокового корня как пример использования временной шкалы при анализе изменения метамеров по длине оси // Морфогенез и ритм развития высших растений. – М.: МГПИ им. Ленина, 1987. – С. 19–23.
3. Лакин Г.Ф. Биометрия. – 2-е изд., перераб. – М.: Высш. школа, 1973. – 343 с.
4. Михайловская И.С. Корни и корневые системы растений. – М.: МГПИ, 1981. – 136 с.
5. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. – М.: Колос, 1970. – 255 с.
6. Полевой В.В. Фитогормоны. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1982. – 248 с.
7. Atzmon N., Reuveni O., Riov O. Role of the root apex in lateral root development in pine seedlings // Biology of Root Formation and Development/ Ads Altman A., Waisel Y. N.Y.: Plenum Press, 1997. P. 47–50
8. Audus L.J. Absciscic acid in root growth and geotropism. – In: Absciscic Acid. Addicott F.T., ed. New-York, Praeger, 1983, p. 421–477.
9. Bottger M. Apical dominance in root of *Pisum sativum* L. // Planta – 1974, v.121, № 2, p. 253–261.
10. Geissbuhler P. Untersuchungen ьber die korrelative und hormonale Steuerung der Seitenwurzelbildung // Ber. Schweiz. Bot. Ges. 1953. B. 63. S. 27–89.
11. Hinchee M.A.W., Rost T.L. The control of lateral root development in cultured pea seedlings. 2. Root fasciation induced by auxin inhibitors // Bot. Acta. 1992. V. 105. P. 121–126.
12. Ivanov V.B. Root growth responses to chemicals // Sov. Scient. Rev. Ser. D. 1994. P. 1–70.
13. Laskowski M. J., Williams M.T., Nusbaum H.C., Sussex I.M. Formation of lateral root meristems is a two-stage process // Development. 1995. V. 121. № 10. P. 3303–3310.
14. MacLeod R.D., Davidson D. Delayed incorporation of ^3H -thymidine by primordial cells // Chromosoma. 1968. V. 24. № 1. P. 1–9.
15. Mallory T.E., Chaing S., Cutter E.G., Gifford E.M. Sequence and pattern of lateral root formation in five selected species // Amer. J. Bot. 1970. V. 57. № 7. P. 800–809.
16. Torrey J.G. Auxsin and purine interactions in lateral root initiation in isolated pea root segments. – Physiol. Plant, 1962, V. 15, № 2, p.177–185.

17. Torrey J.G. Endogenous and exogenous influences on the regulation of lateral root formation // New Root Formation in Plants and Cuttings / Ed. Jackson M.B. Haag (Netherland): Martinus Nijhoff Publ., 1986. P. 31–66.
18. Splittstoesser W.E., Hoper H.Y. Root growth inhibition by siduron and its relief by kinetin. – *Physiol. Plantarum*, 1970, v. 23, p. 964.
19. Pillet P.E. Action de la kinetine sur la croissance des racines du Zens. – *Ber. Dtsch. Bot. Ges.*, 1965, B. 75, № 1, S. 41.
20. Ng Y.-K., Moore R. Root growth, secondary root formation and root gravitropism in coratenoid-deficiend seedling of *Zea mays* L. – *Ann. Bot.*, 1985, v. 55, № 3, p. 387–394.

S.A. SALMIN

THE EFFECT OF ABSCISIC ACID ON EARLY STAGES OF THE MAIZE SEEDLINGS ROOTAGE FORMATION

The influence of abscisic acid (ABA) on the formation of lateral roots of maize seedlings is studied. It is shown, that all maize primordia develop in to lateral roots without a dormant period. Absciscic acid inhibits growth of the main root in all the tested concentration significantly and does not affect the development time of the lateral root primordium with in the parent one. Also, it does not initiate new primordia. Probably, the development of primordium into a lateral root takes two stages, and different stages have different regulation.

Key words: *maize, lateral roots, primordia, abscisic acid (ABA).*



Л.М. СЕМЁНОВА, кандидат биологических наук, профессор,
член-корр. Международной Академии наук педагогического
образования Орловского государственного университета

С.В. КАПРОВОЙ, студент
Орловского государственного университета
Тел. 8 919 26 246 80; paco@bk.ru

ПОЛОВОЕ ВОСПИТАНИЕ: «ЗА» И «ПРОТИВ»

В статье рассматривается вопрос о необходимости полового воспитания подрастающего поколения на протяжении развития человеческого социума. Проблемы половой морали были весьма острыми, и разные культуры решали их далеко не одинаково. На современном этапе развития общества проблему полового просвещения следует рассматривать как духовно-нравственное воспитание. При этом особое внимание следует уделить вопросам репродуктивного здоровья подрастающего поколения, ответственности за своё поведение, необходимости планирования семейной жизни и обогащения нравственной культуры межличностных отношений.

Ключевые слова: половое воспитание, предрассудки, заблуждения, информированность, сексуальное поведение, взаимоотношения полов, планирование семьи, духовно-нравственное воспитание, материнство, взаимное уважение, репродуктивное здоровье.

На протяжении становления всей человеческой формации половое воспитание занимало одно из основных мест в жизни общества, выполняло важные задачи воспитания, охватывающие весь круг проблем пола, и относилось к числу, во-первых, наиболее запутанных, а во-вторых, пренебрегаемых, а то и попросту изгоняемых.

Разные культуры решали эти вопросы далеко не одинаково. В современном обществе вопрос о необходимости полового воспитания и его введения в школы стоит как никогда остро.

В древности причина возникновения многих «мифов», предрассудков и заблуждений, относящихся к половой жизни, изрядное число которых дошло до наших дней, заключалась в недостаточном уровне знаний того времени. Ввиду этого информированность на тему правильного полового воспитания и его особенностей отсутствовала. Потеря семени считалась причиной болезни, так как в то время не знали, что семя вырабатывается семенниками, и полагали, что оно составляет существенную часть различных внутренних органов. Потеря семени приводила, по существовавшим тогда воззрениям, к тем расстройствам, которые современная медицина связывает с прекращением внутрисекреторной функции семенников.

В «научном» подходе к физиологии половой жизни в средневековье мало что изменилось. По-прежнему было распространено убеждение о вреде, наносимом здоровью половой жизнью. В довершение ко всему под влиянием различных религиозных запретов половую жизнь стали считать делом «нечистым» и «греховным». Средневековье, характеризовавшееся сильными тенденциями к аскетизму, усматривало в ограничении полового инстинкта не столько социальную необходимость, неизбежное ус-

ловие человеческой жизни, сколько абсолютный моральный идеал. Отсюда любые формы половой жизни (кроме полового акта с целью деторождения) считались греховными и осуждались со всей суровостью. Процесс распространения предрассудков и заблуждений в отношении половой жизни не прекратился и на этом этапе.

В современном обществе всевозможные предрассудки и заблуждения продолжают распространяться. Они становятся причиной множества конфликтов на сексуальной почве, приводят к разнообразным неврозам. И всё же стоит заметить, что сфера полового просвещения и полового воспитания в наше время в отличие от древности достиг-

ла существенных высот: повысилась информированность, снизилось количество заболеваний, увеличилась их излечимость и т.д. (табл.1).

Половое воспитание школьников является предметом ожесточённых дискуссий и мировоззренческого противостояния защитников традиционных нравственных ценностей и поборников развращения несовершеннолетних. В современных концепциях и тенденциях проблема полового воспитания стоит остро. Один из вопросов, по поводу которого ведутся дебаты, является вопрос того, кто должен осуществлять половое просвещение: школа или семья (Кон И.С., Исаев Д.Д., Сельченко К.В.).

Таблица 1 – Динамика развития полового воспитания

Века	Средние века	19 век	21 век
Информированность	Не информированы	Средняя	Информированы
Предрассудки	Много	Много	Средне
% нравственности	Средний	Высокий	Низкий
Особенности воспитания	Отсутствуют, снисходительное отношение	Строгий контроль, попытки оградить ребёнка от вопросов пола	Половое воспитание доступно и преподаётся в школах
Количество заболеваний	Много	Много	Средне
Степень излечимости	Низкая	Низкая	Выше среднего
Профилактические мероприятия	Отсутствуют	Отсутствуют	Активная профилактическая деятельность

Реализация полового воспитания варьируется от страны к стране. Так, в Финляндии, Франции, Германии, Нидерландах и некоторых других странах половое воспитание является обязательным компонентом школьной программы. В Польше, Соединённом Королевстве Великобритании и Северной Ирландии половое воспитание является предметом по выбору.

По результатам опроса ВЦИОМ, проведённого 22.10.2009, граждане России считают, что информацию по вопросам полового просвещения подрастающему поколению лучше всего получать от родителей (47%). Второй популярный, с точки зрения опрошенных, вопрос о способе его получения – это специальный курс в учебных заведениях – 41%. Консультации у врачей-специалистов – при-

емлемый способ для 34% респондентов, путём чтения специальной литературы – 32%. В числе прочих вариантов – специальные научно-популярные фильмы – 23%; обсуждение проблем сексуальной жизни со сверстниками – 13%; личный опыт – 12%. На возможности Интернета в этой сфере наши сограждане указывают реже всего – 9%.

Для современной постановки вопроса о разработке систем полового воспитания существует множество причин. На наш взгляд, основная из них – профессиональная некомпетентность педагогов, родителей в вопросах полового просвещения детей, приводящая к стремительному росту числа гражданских браков, внебрачного рождения детей, аборт, уголовных преступлений на сексуальной почве, отсутствие ранней ориен-

тации на выполнение социальной роли в жизни (отца, матери), отсутствие полового воспитания в первую очередь как духовно-нравственного.

Наблюдая за жизнью, живя в семье, ребёнок, естественно, интересуется «таинственными» событиями, которые совершаются вокруг него. И от того, насколько тактично и тонко родители ответят на эти вопросы, зависит, будет ли их ребёнок акцентировать внимание на вопросах взаимоотношения полов.

Не надо вызывать обостренный интерес к этому вопросу, но и не стоит пытаться оградить ребёнка от проникновения в запретную зону окриками «Тебе ещё рано об этом знать» или «Об этом стыдно спрашивать», так как это только разжигает детское любопытство. Дети будут удовлетворять его из случайных источников, во дворе, от сверстников и т.д. И зачастую после такой «информации» у них возникает неправильное, извращённое представление о самой чистой и интимной стороне человеческих отношений. Поэтому юноши плохо осведомлены о безопасном сексуальном поведении, о планировании семьи, об ответственном родительстве, боятся взять на себя ответственность за наступление беременности у своих партнёрш. Хотя большинство молодёжи утверждают, что осведомлены в вопросах своего репродуктивного здоровья, однако на практике оказывается, что не готовы его защищать.

В этой связи необходим опережающий разговор с подростками об их взрослении, о формировании чувства ответственности за своё здоровье и поведение, о необходимости планировать свою семейную жизнь, формировать ответственный репродуктивный выбор.

Половое воспитание должно быть интегрированной частью духовно-нравственного воспитания.

В содержании программ полового воспитания наряду с вышеуказанными вопросами должны также раскрываться духовные стороны половой жизни. Следует воспитывать у мальчиков почтительное, бережное отношение к девочке. Мальчик должен воспитываться в любви и уважении к женщине (матери, сестре, а затем невесте, жене), преклоняться перед её нравственной чистотой, светлым материнским чувством. В женщине же следует воспитывать глубокое чувство материнства.

Важно понимание, что отношения между юношами и девушками строятся только на основе равенства. Тем не менее юноша должен уважать девушку, быть предупредителем к ней. Раннее начало половой жизни девушки может травмировать её психику и вызвать тяжёлый душевный кризис, связанный с утратой своей чистоты. Моральная ответственность за это лежит на юноше.

Подросткам следует прививать этикет половой жизни, уважение к своему партнёру, грамотность ведения половой жизни. Юноши и девушки, не обладая достаточным жизненным опытом, испытывают затруднения в определении своих чувств и отношений к другим людям. Важно помнить, что полноценный брак основан на здоровой, настоящей любви, взаимном уважении и желании трудиться для семейного очага.

Нравственно-половое воспитание будет играть роль помощника в таких вопросах, обогащая нравственную культуру межличностных отношений. Вот почему так важно придать половому воспитанию именно нравственно-духовный характер. В его задачах должно стоять не только сохранение репродуктивного здоровья для рождения здоровых и желанных детей, но и возвращение в подрастающем поколении высокой духовности и нравственности.

Библиографический список

1. Сельченок К.В. Психосексология. – М.: Издательство «Харвест», 1998.
2. Короленко Ц.П. Мифология пола. – М., 1994.
3. Акимова Л.Н. Психология сексуальности. – М.: Издательство «Одесса»; СМЛ, 2005.
4. Таенкова И.О. Методические рекомендации для работы с подростками и молодёжью по сохранению репродуктивного здоровья и формированию ответственного контрацептивного поведения. – М., 2002.
5. Прейсман А., Яковлева И. Мальчик – юноша – мужчина. – М.: Издательство «Медицина», 1968.
6. Гыне И. Юноша превращается в мужчину. – Ташкент: Издательство «Укитувчи», 1970.
7. Кон И.С. Сексология. – Москва, 2002.

L.M. SEMYONOVA, S.V. KAPROVOI

SEXUAL EDUCATION: «PRO'S» AND «CON'S»

The article dwells upon the question on necessity of sexual education of rising generations throughout development of human society. Problems of sexual morals were rather acute and different cultures solved them far not the same way. At the present stage of public development the problem of sexual education is necessary to be viewed as spiritually-moral education. Thus it is necessary to give special attention to questions of genesial health of rising generations, responsibility for the behavior, necessity of planning of family and enrichment of moral culture of interpersonal relations.

Key words: Sexual education, prejudices, delusions, knowledge, sex behaviour, mutual sexes relations, family planning, spiritually-moral education, motherhood, mutual respect, genesial health.



В.Н. ЧЕСНОКОВА, кандидат биологических наук, доцент, заведующая кафедрой Архангельского государственного технического университета
г. Архангельск, Россия kfk@agtu.ru

И.А. ВАРЕНЦОВА, преподаватель Архангельского государственного технического университета
г. Архангельск, Россия kfk@agtu.ru

О.А. ГОЛУБИНА, кандидат педагогических наук, ст. преподаватель Архангельского государственного технического университета
г. Архангельск, Россия kfk@agtu.ru

ОЦЕНКА АДАПТАЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОРГАНИЗМА СТУДЕНТОВ НА НАЧАЛЬНОМ ЭТАПЕ ОБУЧЕНИЯ В ВУЗЕ ПО ДАННЫМ ДОНОЗОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО РЕГИОНА

В статье дан анализ функционального состояния девушек и юношей на начальном этапе обучения в вузе на основе изменения респираторных показателей. Проведенный анализ позволяет указать на тот факт, что к концу первого семестра у юношей наблюдается повышение функциональных возможностей и способностей системы внешнего дыхания на фоне быстрого разворачивания адаптивно-приспособительных процессов при влиянии стресс-фактора (новые условия обучения и проживания, снижение температуры внешней среды и солнечной инсоляции). У девушек в динамике первого семестра выявлено линейное снижение всех изученных показателей дыхательной системы, что можно охарактеризовать как функциональное напряжение организма.

Ключевые слова: студенты, респираторная система, адаптация, здоровье.

Введение

Адаптация к комплексу факторов, специфичных для высшей школы, в современных условиях обучения сопровождается значительным напряжением компенсаторно-приспособительных систем организма [7, 8, 10]. Это связано с тем, что первокурсники попадают в новую климатогеографическую среду, меняются микросоциальные и психологические условия, где часто присутствуют нарушения режимов питания, труда и отдыха. Значительная техногенная нагрузка на фоне ухудшающейся экологической обстановки приводит к постоянному хроническому стрессу, негативно влияющему на психофизическое состояние молодежи [1, 4, 8]. Дополнительным стрессирующим фактором северного региона является ярко выраженный фотопериодизм, оказывающий значительное влияние на биоритмику организма. Поэтому функциональное напряжение организма, вызванное изменением образовательной среды, на фоне давления внешней среды может особенно негативно сказаться на психофизическом здоровье студентов первого курса. Несомненно, сохранение физического, психического и нравственного здоровья студента является важной составляющей системы высшего

го образования, которую необходимо начинать как раз с первокурсников. Донозологическая диагностика на ранних стадиях развития адаптационного синдрома даст возможность своевременно провести коррекционные мероприятия, тем самым предотвратив развитие преморбидных состояний. Для оценки функционального состояния организма человека используются различные методы [2, 4], в том числе и его оценка по динамике показателей внешнего дыхания [1, 3, 5, 6]. Это связано с тем, что система внешнего дыхания является наиболее открытой к контакту с неблагоприятными условиями внешней среды в связи с незащищенностью от внешних условий надежным искусственным барьером. Учитывая тесную связь в первую очередь дыхательной и сердечно-сосудистой систем, можно предположить, что мобилизационные возможности респираторной системы определяют способности к адаптации всего организма [12]. Мониторинг состояния системы внешнего дыхания и динамика его изменения у студентов даст возможность для ранней диагностики дезадаптивных изменений и последующей своевременной коррекции функционального состояния средствами физической культуры для сохранения здоровья молодежи.

Цель исследования: оценить уровень адаптационных возможностей организма студентов на основе изменения респираторных показателей в динамике первого семестра.

Материалы и методы исследования

Проведено изучение функций внешнего дыхания у 158 девушек и юношей первого года обучения в возрасте $17,50 \pm 0,10$ года, практически здоровых на момент обследования. Исследование проводилось на автоматическом спирометре «СпироС-100» («Альтоника», Москва, Россия) в помещении при температуре воздуха $20 \pm 1^\circ\text{C}$ в положении сидя. Были изучены следующие показатели: ЖЕЛ – жизненная емкость легких, л; ДО – дыхательный объем, л; РОвд – резервный объем вдоха, л; РОвыд – резервный объем выдоха, л; ЧДп – частота дыхания в состоянии покоя, раз/мин; МВЛ – максимальная вентиляция легких, л/мин; МОД – минутный объем дыхания, л; ЧДмвл – максимальная частота дыхания, раз/мин; ДОмвл – максимальный дыхательный объем, л; ФЖЕЛ – форси-

рованная жизненная емкость легких, л; ПОС – пиковая объемная скорость выдоха, л/с; МОС₂₅ – мгновенная объемная скорость на 25% от ФЖЕЛ, л/с; МОС₅₀ – то же на 50% от ФЖЕЛ, л/с; МОС₇₅ – то же на 75% от ФЖЕЛ, л/с; СОС_{25–75} – средняя объемная скорость в диапазоне 25–75%, л/с; СОС_{75–85} – средняя объемная скорость в диапазоне 75–85%, л/с; ОФВ₁/ЖЕЛ – индекс Тиффно (ИТ), %; ОФВ₁/ФЖЕЛ – индекс Генслера (ИГ), %. В программном обеспечении компьютера заложены значения должных величин, по отношению к которым автоматически рассчитывался процент отклонения от должного показателя, условно принятого за 100%. Исследование проведено осенью (сентябрь) и зимой (декабрь). В зимний период исследование проведено за месяц до начала сессии с целью исключения дополнительных стрессирующих факторов.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием Microsoft Excel и пакета прикладных статистических программ SPSS 15. Полученные нами данные по критерию Shapiro-Wilk не подчинялись закону нормального распределения, поэтому все показатели представлены в виде медианы (Md) и 25-го и 75-го перцентилей. При статистической обработке материала использовали критерий Вилкоксона. Различия между средними величинами считались достоверными при $p < 0,05$.

Результаты исследования

Анализ легочных объемов и емкостей показал, что у юношей и девушек наблюдается как снижение фактических величин относительно должных по ряду показателей, так и превышение таковых. Так, у юношей (рис. 1) на момент поступления в образовательное учреждение отмечено снижение ЖЕЛ, ДО и превышение должных значений по ЧДп, МОД, РОвд и РОвыд.

К концу первого семестра у молодых людей отмечено увеличение ЖЕЛ ($p < 0,05$), ДО ($p < 0,01$), МОД ($p < 0,001$), РОвд ($p < 0,001$) на фоне тенденции к снижению РОвыд. Анализ состояния легочных объемов показал, что для молодых людей характерно превышение РОвд над РОвыд. Данная динамика респираторных показателей свидетельствует об эффективном уровне вентиляции и экономном приспособлении к удовлетворению мета-

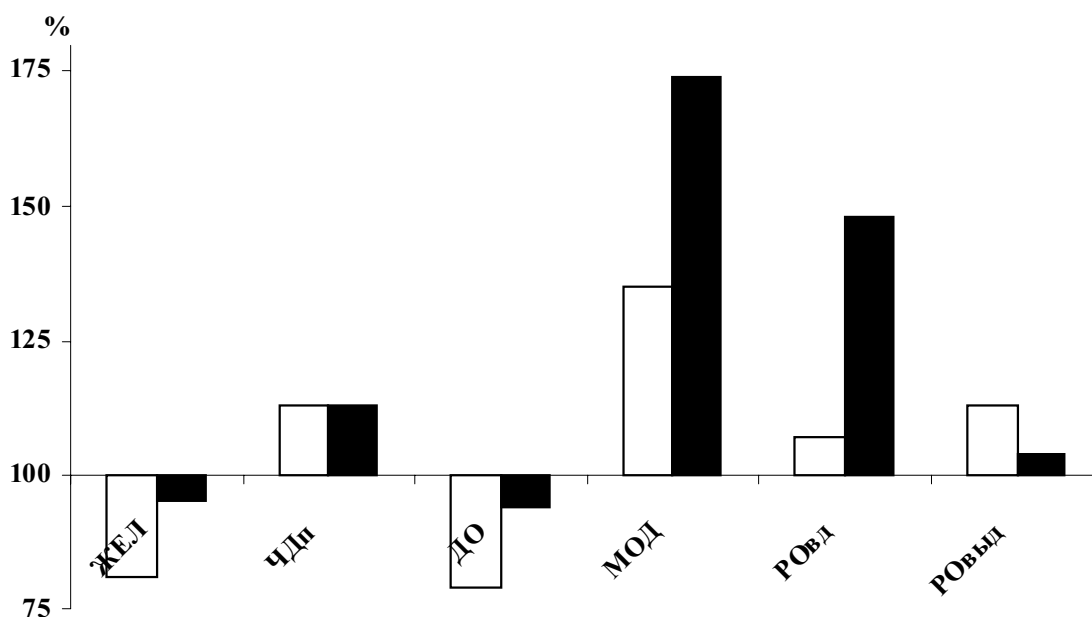


Рис. 1. Изменение легочных объемов и емкостей у юношей в динамике первого семестра (□ – сентябрь, ■ – декабрь; за 100% принято значение должных величин).

болических потребностей организма [3, 4]. Наблюдаемое увеличение фактических величин над должными показателями ЧДп у юношей может указывать на гипервентиляцию, свойственную жителям северных регионов [6]. У девушек на момент поступления показано, что значения ДО ($p < 0,001$), МОД ($p < 0,001$), РОвд ($p < 0,001$), РОвыд ($p < 0,01$) превышают нормативные показатели, но наблю-

дается снижение ЖЕЛ на 10%. К окончанию первого семестра у студенток имеет место линейное снижение всех исследуемых показателей: на 30% снижается ДО, на 20% – МОД, на 24% – РОвд, на 23% – РОвыд. Данные изменения у первокурсниц указывают на значительное напряжение компенсаторно-приспособительных механизмов системы внешнего дыхания к концу первого семестра.

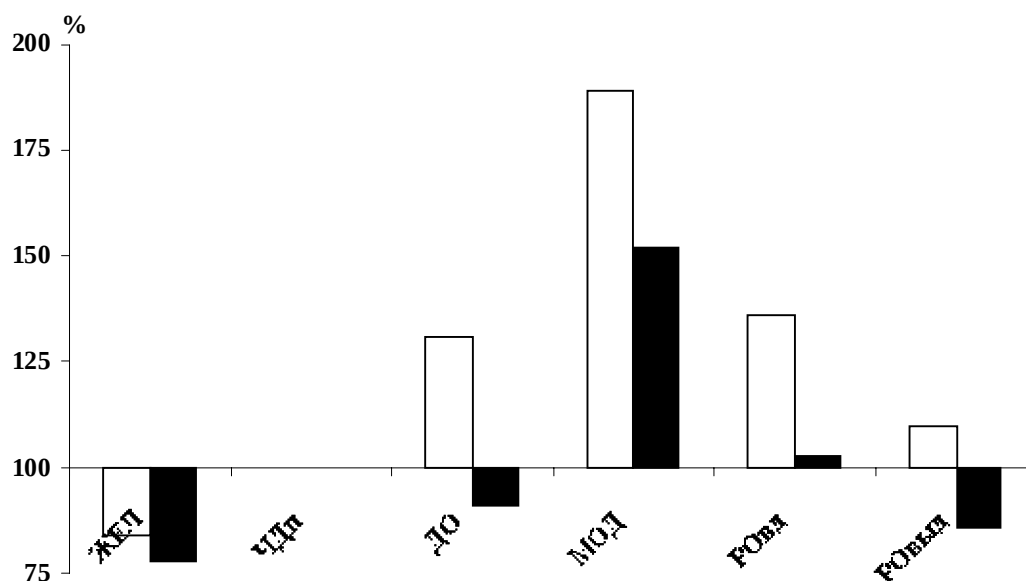


Рис. 2. Изменение легочных объемов и емкостей у девушек в динамике первого семестра (□ – сентябрь, ■ – декабрь; за 100% принято значение должных величин).

В динамике первого семестра у юношей наблюдается увеличение МВЛ ($p<0,001$) на фоне роста ЧДмвл ($p<0,001$) и ДОмвл ($p<0,05$). Таким образом, эффективность обеспечения деятельности при повышенных энергозатратах у юношей также происходит за счет включения механизма гипервентиляции [9]. Выявленная динамика показателей может свидетельствовать о росте уровня функциональных резервов системы внешнего дыхания у

молодых людей, что является важным фактором в сохранении здоровья и обеспечении положительного эффекта адаптации. У девушек отмечена обратная тенденция – наблюдается снижение функциональных способностей респираторной системы от начала первого семестра к его окончанию, на что указывает отрицательная динамика показателей МВЛ ($p<0,001$) и ДОмвл ($p<0,05$) на фоне тенденции к росту ЧДмвл.

Таблица 1 – Сезонная динамика показателей легочной вентиляции у первокурсников, Md (25-й; 75-й перцентиль)

Показатели	Девушки		Юноши	
	сентябрь	декабрь	сентябрь	декабрь
МВЛ, л/мин	96,00(87,25–107,25)***	91,00(75,25–98,15)***	120,70(88,60–141,20)***	149,00(116,20–174,10)***
ЧДмвл, раз/мин	107,20(101,40–115,95)	109,40(101,10–113,35)	52,50(43,70–59,00)***	60,00(53,50–74,70)***
ДОмвл, л	0,87(0,77–0,98)*	0,80(0,70–0,99)*	2,26(1,70–2,88)•	2,34(1,75–3,14)•

Примечание: различия достоверны при одном символе $p<0,05$; при двух символах $p<0,01$; при трех символах $p<0,001$; * – достоверность различий у девушек, • – достоверность различий у юношей.

Выполнение легкими специфической функции внешнего газообмена в значительной степени определяется состоянием воздухоносных путей [6, 9]. При изучении объемно-временных параметров внешнего дыхания (рис. 3) в динамике первого семестра у молодых людей выявлено увеличение ФЖЕЛ ($P<0,001$) на 18%, хотя отмечается снижение ее фактических величин относительно должных значений. При анализе параметров ФЖЕЛ у юношей также был установлен линейный рост величин ОФВ₁ от начала к концу семестра, что указывает на увеличение гомогенности механических свойств легких ($P<0,001$). Так как ОФВ₁ находится в прямой зависимости от предэкспираторного объема, то были проанализированы ИТ и ИГ [6]. Их величины у юношей превышали нормативные значения и в семестровой динамике нарастали линейно от осени к зиме. Поэтому снижение фактических величин ОФВ₁ относительно должных, особенно выраженных у юношей на начальном этапе обучения, нельзя интерпретировать как наличие бронхиальной обструкции крупных бронхов, так как величина ОФВ₁ в значительной мере зависит от жесткости крупных бронхов и при увеличении степени экспираторного коллапса может уменьшиться даже при отсут-

ствии изменений бронхиальной проводимости в более мелких бронхах.

Для выявления возможной дисфункции периферических дыхательных путей у обследуемых юношей-северян был проведен анализ кривой форсированного выдоха с определением скоростных показателей, в частности средней объемной скорости (СОС) форсированного выдоха на различных участках ФЖЕЛ. Величина СОС в меньшей степени зависит от произвольного усилия обследуемых и более объективно отражает проходимость воздухоносных путей. При анализе величин СОС_{25–75}, характеризующей проходимость крупных и периферических дыхательных путей, минимальные величины зарегистрированы в сентябре ($P<0,001$), которые к концу семестра увеличиваются на 25% и значительно превышают нормативные показатели. Аналогично изменяется показатель СОС_{75–85}, отражающий проходимость мелких дыхательных путей, линейное увеличение которого происходит на 21%. Данные изменения указывают на снижение сопротивления при прохождении воздуха в бронхах крупного, среднего и мелкого калибра, что можно интерпретировать как положительные адаптивные процессы в системе аппарата внеш-

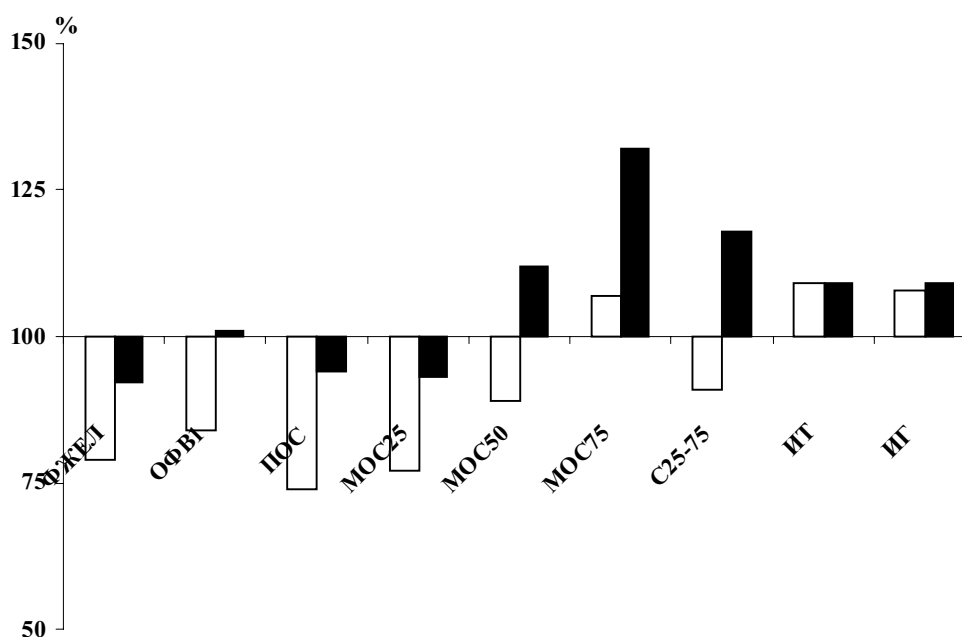


Рис. 3. Изменение объемно-временных показателей у юношей в динамике первого семестра (□ – сентябрь, ■ – декабрь; за 100% принято значение должных величин).

него дыхания у первокурсников [3, 6, 9]. Перечисленные выше факты положительной динамики в функциональном состоянии респираторной системы подтверждаются аналогичными изменениями величин ПОС в семестровой динамике, информирующими об увеличении проходимости трахеи и мелких бронхов от сентября к декабрю ($P < 0,001$), ростом величин $МОС_{25}$ ($P < 0,001$), указывающих на увеличение проходимости в крупных бронхах, и $МОС_{50}$, свидетельствующих о положительных адаптивных процессах в дыхательных путях среднего калибра ($P < 0,001$). Особенно значительное (на 38%) превышение фактических величин над должными получено по показателю $МОС_{75}$, который информирует о состоянии «дистальной части» бронхиального дерева (бронхи диаметром менее 2 мм), величины которого также нарастают линейно от сентября к декабрю ($P < 0,001$). Такое значительное превышение ряда фактических величин респираторной системы над должными показателями в декабре, возможно, связано с активизацией симпатического отдела вегетативной нервной системы как реакции дыхательной системы на холодовой стресс [3, 11]. Возможно, это является следствием реакции регуляторных механизмов организма (их активизации), направленной на перестройку работы основных жизнен-

но важных систем (в данном случае – дыхательной системы) на новый уровень функционирования, который соответствует измененным условиям окружающей среды, что способствует сохранению гомеостатического состояния системы. Тот факт, что система внешнего дыхания у юношей функционирует на высоком уровне, косвенно подтверждается значениями расчетного показателя (разницей между ЖЕЛ и ФЖЕЛ), величины которого колеблются от 200 до 300 мл, что в целом указывает на хороший уровень функциональных возможностей дыхательной системы [6].

У девушек выявлено снижение значений практически по всем интерпретируемым показателям в динамике от начала к окончанию семестра. В то же время показатель $МОС_{75}$ в начале семестра превышает должные величины и продолжает нарастать к окончанию семестра, несмотря на снижение всех остальных показателей. Таким образом, вне зависимости от функционального состояния организма у юношей и у девушек система мелких бронхов определенным образом реагирует на изменение внешних условий (холодовой стресс), а следовательно, является характерной особенностью северян. Несмотря на негативную тенденцию практически всех объемно-временных параметров к концу первого семестра, величины

ИТ и ИГ находятся в пределах возрастной нормы, что указывает на отсутствие обструктивных нарушений у девушек. Следовательно, данные измене-

ния связаны с деятельностью компенсаторно-приспособительных механизмов системы внешнего дыхания как реакции на давление внешней среды.

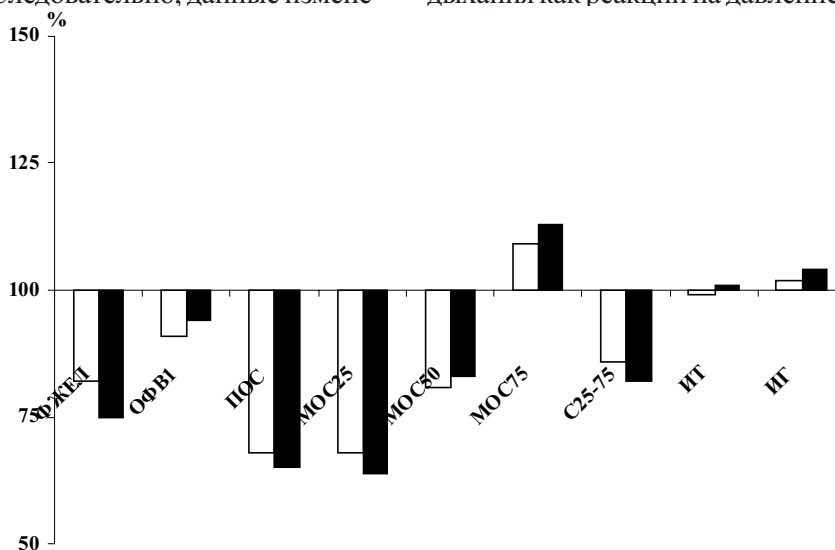


Рис. 4. Изменение объемно-временных показателей у девушек в динамике первого семестра (□ – сентябрь, ■ – декабрь; за 100% принято значение должных величин).

Таким образом, проведенное исследование свидетельствует, что у юношей-первокурсников, проживающих в условиях северного региона, наблюдается снижение компенсаторно-приспособительных возможностей дыхательной системы на фоне значительной активации в системе механики дыхательного акта (увеличение показателей $МОС_{75}$ до 38%, $СОС_{25-75}$ до 21%, $МОС_{50}$ до 14% относительно нормативных величин). Проведенный анализ позволяет указать на тот факт, что к концу первого семестра наблюдается повышение функциональных возможностей и способностей системы внешнего дыхания на фоне быстрого разворачивания адаптивно-приспособительных процессов при влиянии стресс-фактора (новые условия обучения и проживания, снижение температуры внешней среды и солнечной инсоляции и т.д.). Снижение компенсаторно-приспособительных механизмов в сентябре может быть связано с периодом адаптивных изменений, направленных на эффективное структурирование или переструктурирование приспособительных механизмов на начальном этапе обучения в вузе и к неблагоприятным факторам периода «полярной ночи». Положительная динамика практически всех показателей внешнего дыхания у молодых людей указывает на тот факт, что уже к окончанию первого семестра наблюдается

снижение функционального напряжения, что может указывать на благоприятную адаптацию к новым условиям обучения. Негативные изменения, которые наблюдаются в системе внешнего дыхания у девушек как относительно должных величин, так и в семестровой динамике, указывают не только на незавершенность адаптивных изменений в организме, но и могут свидетельствовать о значительном перенапряжении регуляторных механизмов. Возможно, начальный период обучения для девушек связан с большим психоэмоциональным напряжением, что вызывает значительную симпатическую активацию вегетативной нервной системы, что, в свою очередь, приводит к негативным функциональным сдвигам в системе внешнего дыхания. Тем не менее выявленные изменения у первокурсниц на начальном этапе обучения в вузе требуют коррекции педагогического процесса – благоприятной психологической обстановки на учебных занятиях, снижения физической нагрузки анаэробного характера, включения в учебный процесс по дисциплине «Физическая культура» в первом семестре танцевального блока, йоги, аутогенной тренировки. Во внеучебное время девушкам необходимо рекомендовать использование восстановительных мероприятий – сауна, массаж, баня.

Библиографический список

1. Агаджанян Н.А., Нотова С.В. Стресс, физиологические и экологические аспекты адаптации, пути коррекции: Монография / Н.А. Агаджанян, С.В. Нотова. – Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2009. – 274.
2. Агаджанян Н.А., Рыжаков Д.И., Потемина Т.Е., Радых И.В. Стресс. Адаптация. Репродуктивная система: Монография. – Н.Новгород: Издательство Нижегородской государственной медицинской академии, 2009. – 296 с.
3. Бартош О.П., Соколов А.Я. Региональные особенности внешнего дыхания в экологических условиях северо-востока России // Физиология человека. – 2006. – Т. 32. – № 3. – С. 70–78.
4. Батоциренова Т.Е., Иванов С.В., Миронова Ю.А., Суслов Н.Д., Брусов В.В. Уровень здоровья студентов 1-го курса ВлГУ по данным донозологических исследований // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. – 2009. – № 6. – С. 27–30.
5. Варламова Н.Г. Функция внешнего дыхания у молодых мужчин Европейского Севера в годовом цикле / Варламова Н.Г., Евдокимов В.Г., Бойко Е.Р., Кочан Т.И., Канева А.М., Рогачевская О.В. // Физиология человека. – 2008. – Т. 34. – № 6. – С. 85–91.
6. Гудков А.Б., Попова О.Н. Внешнее дыхание человека на Европейском Севере: Монография / А.Б. Гудков, О.Н. Попова. Архангельск: Издательство Северного государственного медицинского университета, 2009. – 239 с.
7. Дмитриев Д.А. Влияние экзаменационного стресса и психоэмоциональных особенностей на уровень артериального давления и регуляцию сердечного ритма у студентов / Д.А. Дмитриев, А.Д. Дмитриев, Ю.Д. Карпенко, Е.В. Саперова // Физиология человека. – 2008. – Т. 34. – № 5. – С. 89–96.
8. Копосова Т.С. Психофизиологический статус и адаптивные возможности студентов приполярного региона / Т.С. Копосова, С.Н. Чикова // Вестник Поморского университета. – 2006. – № 2 (10). – С. 62–69.
9. Попова О.Н., Гудков А.Б., Никанов А.Н., Скрипаль Б.А. Некоторые показатели функций внешнего дыхания у молодых лиц, уроженцев Крайнего Севера // Вестник Поморского ун-та. Физиологические и психологопедагогические науки. – 2006. – № 2. – С. 95–99.
10. Судаков К.В. Кросс-корреляционный вегетативный критерий эмоционального стресса / К.В. Судаков, О.П. Таранов, Е.А. Юматов // Физиология человека. – 1995. – Т. 21. – № 3. – С. 87–95.
11. Чеснокова В.Н., Мосягин И.Г. Сезонные особенности регуляции сердца у юношей призывного возраста в приполярном регионе России // Военно-медицинский журнал. – 2009. – № 2. – С. 40–44.
12. Экологические проблемы эпидемиологии / Под ред. академика РАМН Н.А. Агаджаняна. – М.: Издательство «Просветитель», 2003. – 208 с.

Резюме. В начале и в конце семестра у студентов первого года обучения были исследованы параметры внешнего дыхания. На основе выявленных особенностей адаптивных изменений респираторной системы был сделан вывод о разнонаправленной реакции организма у девушек и у юношей на воздействие стресс-фактора.

V.N. CHESNOKOVA, I.A. VARENTSOVA, O.A. GOLUBINA

ESTIMATION OF ADAPTABLE OPPORTUNITIES OF AN ORGANISM OF STUDENTS AT THE INITIAL STAGE OF TRAINING IN HIGH SCHOOL ACCORDING TO PRE-NOSOLOGICAL RESEARCH IN CONDITIONS OF NORTHERN REGION

The analysis of a functional condition of girls and young men at the initial stage of training in high school is given in the article on the basis of change of respiratory parameters

The analysis carried out allows to specify that fact, that by the end of the first semester at young men the increase of functionalities and abilities of system of external breath on a background of fast expansion of adaptive processes is observed on the background of the influence of the stress – factor (new conditions of training and residing, decrease of the temperature of an environment and solar insolation).

At girls in dynamics of the first semester linear decrease in all investigated parameters of respiratory system is revealed that it is possible to characterize as a functional tension of an organism.

Key words: students, respiratory system, adaptation, health.

Т.А. ЦУЦУПА, кандидат биологических наук, доцент кафедры
ботаники Орловского государственного университета
tsutsupa@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ АНАТОМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНОВ *LOTUS PEDUNCULATUS* SAV. С УЧЕТОМ ЕГО ИНДИВИДУАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ

*В статье рассматриваются вопросы изменения микроструктуры вегетативных органов в результате индивидуального развития *Lotus pedunculatus* Sav. Наиболее подвержены возрастному изменению листья, нодальная структура, характер стелы. Остальные изменения микроструктуры вегетативных органов в основном количественные.*

Ключевые слова: онтогенез, анатомическое строение листа, микроструктура стебля, столонов, корней, нодальная структура.

Проблема изучения анатомо-морфологических особенностей строения вегетативных органов растений представляет основной раздел структурной ботаники. Накопленные морфологические сведения наряду с данными молекулярной филогенетики все больше используются систематиками не только для характеристики и разграничения таксонов разного ранга, но и для разработки вопросов эволюции. Такой подход важен и в практических целях, в частности оценки адаптационного потенциала отдельных видов, прогнозирования успешности интродукции ценных в хозяйственном отношении растений. В этом плане особый интерес представляет род *Lotus*.

Род включает от 100 (Polhill & Raven, 1981a) до 150–200 (Миняев, Улле, 1987) видов, некоторые из которых образуют при перекрестном опылении между собой гибриды. Представители данного рода в основном многолетние и однолетние травянистые растения, произрастающие в умеренных зонах Евразии, Африки, Австралии и Сев. Америки (Polhill, 1981b; Yakovlev et al., 1996), а также в горах субтропической и тропической зон Восточного полушария; большинство их сосредоточено в Средиземноморской области (Миняев, Улле, 1987).

Нами исследован *L. pedunculatus* Sav. (вид понимается широко). На территории России произрастает в Калининграде (Gubareva, 1993), за ее пределами – в Беларуси, Эстонии (как заносное), Латвии, Литве (Gubareva, 1993), на Украине (Yakovlev, 1996), в Южной Скандинавии, Средней и Атлантической Европе, в западной части Средиземноморской области (Миняев, Улле, 1987), в Западной и Южной Испании, Восточной и Южной Португалии (Ball, Chrtková-Žertová, 1968), культивируется в Западной Европе, США, Австралии, Новой Зеландии (Вольф, Малеева, 1969). Обитает на сырых и заболоченных лугах (преимущественно пойменных), по мезофильным кустарникам, на проселках в сырых лесах, по сорным местам, иногда у дорог, на окраинах полей. Встречается в предгорьях и нижнем горном поясе (Миняев, Улле, 1987; Gubareva, 1993). Используется как кормовое растение и для окультуривания заболоченных лугов (Вольф, Малеева, 1969).

В большом жизненном цикле *L. pedunculatus* Sav. нами выделены следующие

периоды онтогенеза: виргинильный (проростки, ювенильные, имматурные, виргинильные растения), генеративный (молодые, средневозрастные, старые генеративные растения). Постгенеративный период не выражен (Цуцупа, 2007).

Семядоли проростков дорзивентральные, амфистоматические. Эпидермис с многочис-

ленными непогруженными устьицами. Покровные клетки с извилистыми антиклинальными стенками (рис. 1, 1А–Б). Мезофилл 7–8-слойный, включающий два слоя вытянутых плотно сомкнутых палисадных клеток и 5–6 слоев округлых клеток с развитой системой межклетников (рис. 1, 1В).

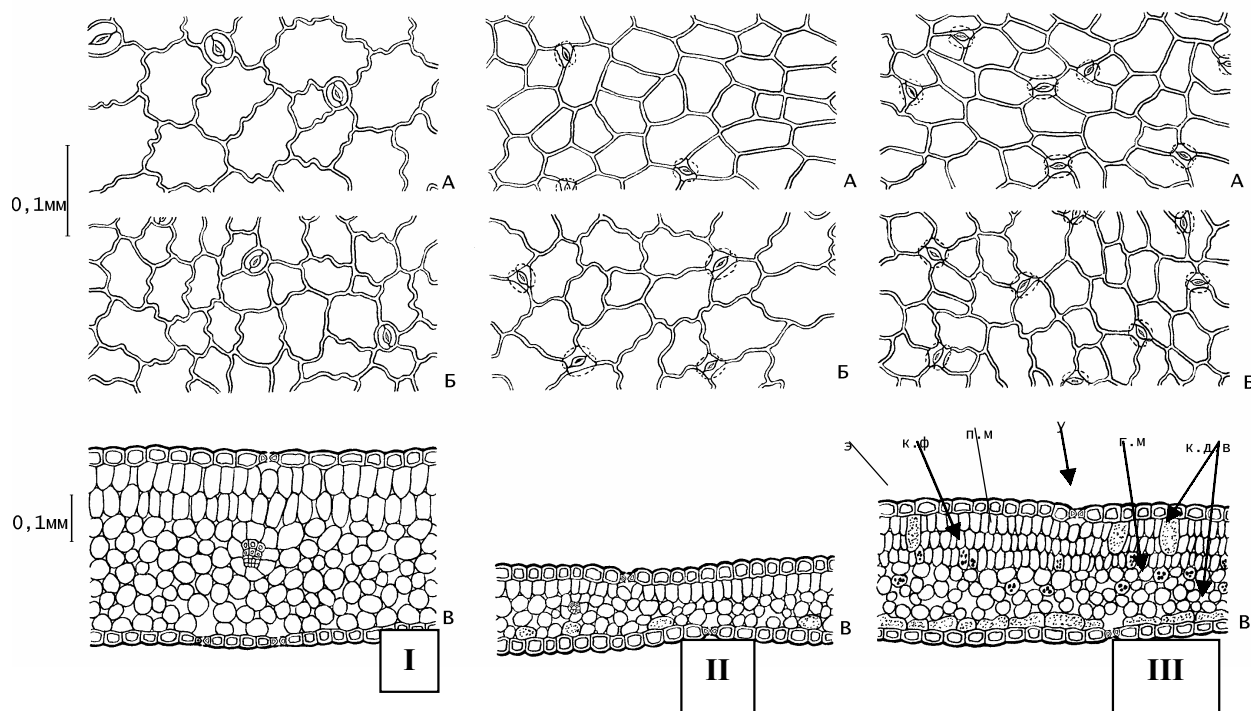


Рис. 1. Анатомическое строение пластинки *Lotus pedunculatus*: I – семядоли; II – ювенильного листа; III – definitivaго листа. А – верхняя эпидерма; Б – нижняя эпидерма; В – поперечный срез пластинки. г.м – губчатый мезофилл, к.д.в – клетки с дубильными веществами, к.ф – клетки с флавофенами, п.м – палисадный мезофилл, у – устьице, э – эпидерма.

Черешки семядолей в поперечном сечении седловидные (рис. 2, II). Средняя жилка, выходя из пластинки семядоли, расщепляется на два пучка, которые тянутся вдоль всего черешка, образуя в основании двухпучковый семядольный след. Проводящие пучки ориентированы друг к другу первичной ксилемой и развернуты флоэмными участками на 140–160°. Семядольные узлы однолакунные.

Листья ювенильных растений дорзивентральные, амфистоматические. Клетки верхней эпидермы многоугольные, с ровными антиклинальными стенками (рис. 1, 1А), нижней эпидермы – с извилистыми (рис. 1, 1Б). Устьица аномоцитные, слегка

погруженные. Нижний эпидермис включает простые кроющие трехклеточные волоски, расположенные на подставке из относительно мелких клеток (рис. 3, I, II). Однослойная столбчатая хлоренхима представлена крупными, вытянутыми перпендикулярно поверхности, относительно плотно сомкнутыми клетками. Губчатую ткань составляют округлые клетки (3–4 слоя) с хорошо развитой системой межклетников. Со стороны нижней эпидермы в ней дифференцируются крупные лопастные клетки, вытянутые параллельно поверхности листа, заполненные дубильными веществами (рис. 1, 1В). Средняя жилка армирована протофлоэмными волокнами с утолщенными одревес-

невшими стенками. Обкладка пучков представлена относительно мелкими паренхимными клетками без хлоропластов.

Листья имматурных и генеративных особей дорзивентральные, амфистоматические. Число устьиц в верхней эпидерме составляет 290 ± 4 , в нижней – 290 ± 4 на 1 мм^2 (табл. 1). Устьица аномоцитные, слегка погруженные (рис. 1, IIIA–B). Листочки почти вдвое толще по сравнению с ювенильными, что связано с увеличением числа слоев столбчатого и губчатого мезофилла.

Клетки столбчатой паренхимы узкие, вытянутые, плотно сомкнутые, расположенные в три ряда. Среди них встречаются крупные идиобласты, заполненные дубильными веществами. Губчатый мезофилл 4–5-слойный, представлен округлыми клетками с хорошо развитой системой межклетников. К нижней эпидерме примыкает слой лопастных клеток, содержащих дубильные вещества.

Отдельные клетки мезофилла, расположенные в средней части пластинки, накапливают флобафены (рис. 1, IIВ). Число клеток с дубильными веществами и флобафенами увеличивается в листочках с возрастом растения. Средняя жилка однопучковая, армирована протофлоэмными волокнами. Обкладка пучков представлена тонкостенными паренхимными клетками. Рахис (в поперечном сечении) в верхней и средней части седловидный, в основании – уплощенный. Под эпидермой в нем расположены 4–5 слоев округлых клеток основной паренхимы, из них 1–2 наружных заполнены дубильными веществами. Идиобласты с дубильными веществами также цепочкой протягиваются вдоль пучков как со стороны флоэмы, так и первичной ксилемы (рис. 2, III). Три пучка, армированные тяжами протофлоэмных волокон, на всем протяжении рахиса расположены широкой дугой.

Таблица 1 – Количественные показатели анатомического строения семядолей и листьев у растений разного возраста *L. pedunculatus*

Объект исследования, этап онтогенеза	Толщина листовой пластинки (мкм)	Высота столбчатой паренхимы (мкм)	Коэффициент палисадности %	Число устьиц на 1 мм^2 эпидермы		Длина жилок (мм) на 1 см^2	Узел, листовой след
				верхней	нижней		
Семядоля (pl)	320 ± 5	98 ± 14	35 ± 9	180 ± 8	160 ± 8	230 ± 10	Однолакунный Двухпучковый
лист (j)	130 ± 15	31 ± 12	41 ± 11	216 ± 4	250 ± 6	270 ± 9	Трехлакунный Трехпучковый
лист (g)	230 ± 11	90 ± 17	50 ± 11	290 ± 4	320 ± 11	320 ± 2	Трехлакунный Трехпучковый

Эпидерма листьев, расположенных на столонах, представлена мелкими клетками с прямыми антиклинальными перегородками (рис. 4, IA–B). Среди покровных клеток располагаются единичные устьица и простые трехклеточные кроющие волоски, приуроченные к краю листовых пластинок. Мезофилл не дифференцирован на губчатый и столбчатый и представлен 5–6 слоями мелких однотипных округлых клеток, не содержащих хлоропластов (рис. 4, IB). Вдоль средней жилки со стороны протофлоэмы расположены вытянутые вдоль поверхности листа клетки, содержащие дубильные вещества.

Столоны в средней и верхней части покрыты эпидермой с утолщенными наружными стенками,

покрытыми толстым слоем кутикулы. Паренхима первичной коры (6–8 слоев) бесхлорофильная, клетки ее содержат запасной крахмал. Центральный цилиндр составляют от 13 до 15 открытых коллатеральных проводящих пучков. Радиальная цепочка их вторичной ксилемы включает от 2 до 3 элементов. Межпучковая паренхима (2–5-рядная) представлена тонкостенными клетками и также, как сердцевина, заполнена запасным крахмалом. Крахмальные зерна простые концентрические. Клетки сердцевинны, примыкающие к первичной ксилеме проводящих пучков, содержат дубильные вещества (рис. 4, II). Узлы трехлакунные, листовые следы трехпучковые (рис. 4, III).

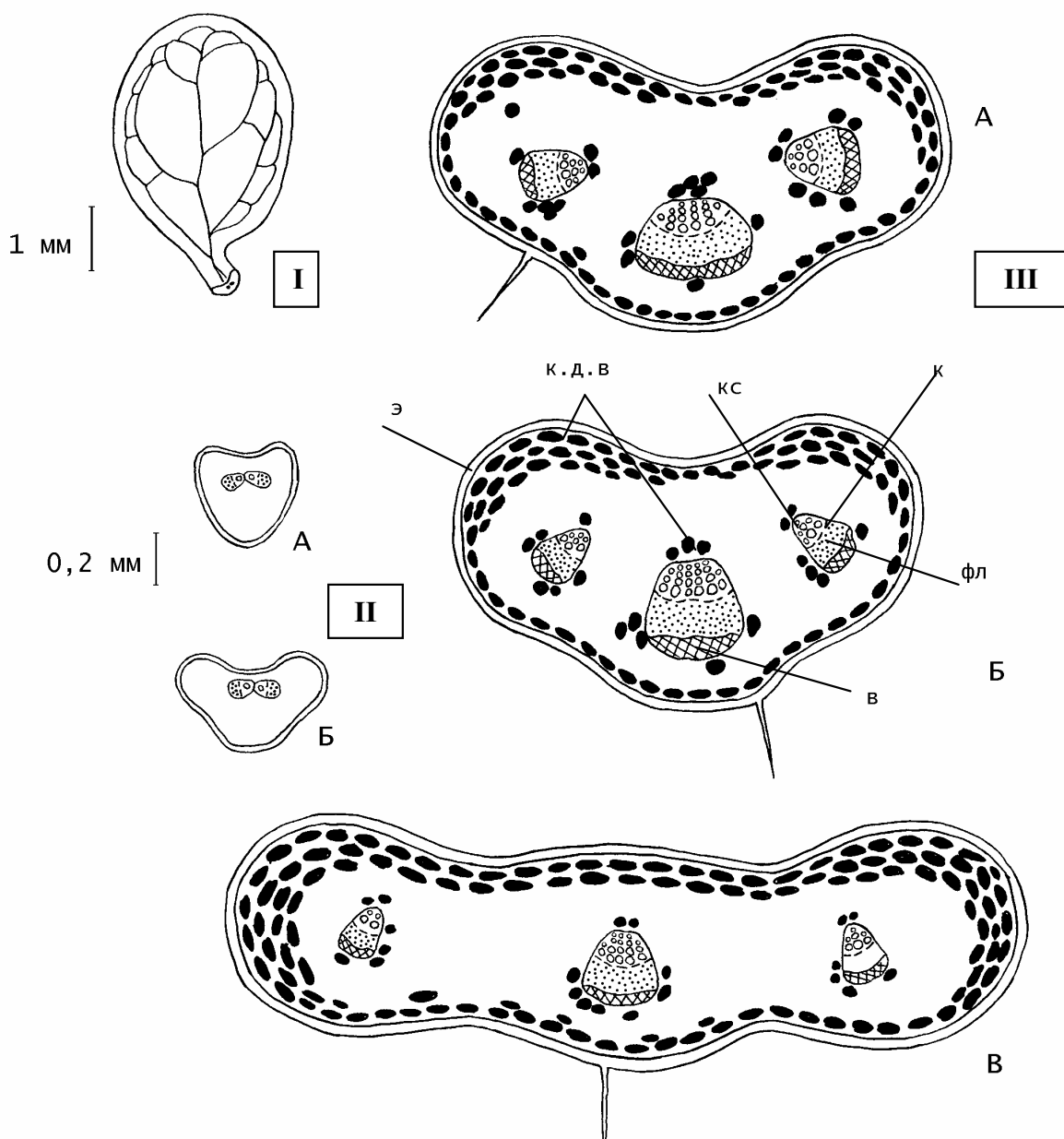


Рис. 2. *Lotus pedunculatus*. I – жилкование семядоли;
Схемы поперечных срезов: II – черешка семядоли: А – в верхней части; Б – в основании; III – черешка
дефинитивного листа: А – в верхней части; Б – в средней части; В – в основании.
в – волокна, к – камбий, к.д.в – клетки с дубильными веществами, кс – ксилема, фл – флоэма, э – эпидерма.

В базальной части столонов (рис. 4, IV) происходят незначительные изменения, которые связаны с утолщением и опробковением тангентальных стенок эпидермальных клеток, уменьшением числа проводящих пучков (до 12–13) и увеличением в них элементов вторичной ксилемы (до 5). Оболочки протофлоэмных волокон утолщаются и одревесневают.

Междоузлия в средней и верхней части генеративных побегов в поперечном сечении округлые (рис. 5, I). Снаружи развивается толстый слой складчатой кутикулы. Среди покровных эпидермальных клеток имеются единичные устьица и редкие кроющие трехклеточные волоски.

Субэпидермальный слой первичной коры бесцветный, хлоропласты в клетках отсутствуют.

(рис. 3, III). Глубже расположена 3–4-слойная хлоренхима.

Самый внутренний слой первичной коры представлен крахмалоносным влагалищем. Стела

стебля включает 8–9 открытых коллатеральных проводящих пучков. Радиальная цепочка вторичной ксилемы включает 3–4 элемента. Крупные пучки чередуются с более мелкими, которые яв-

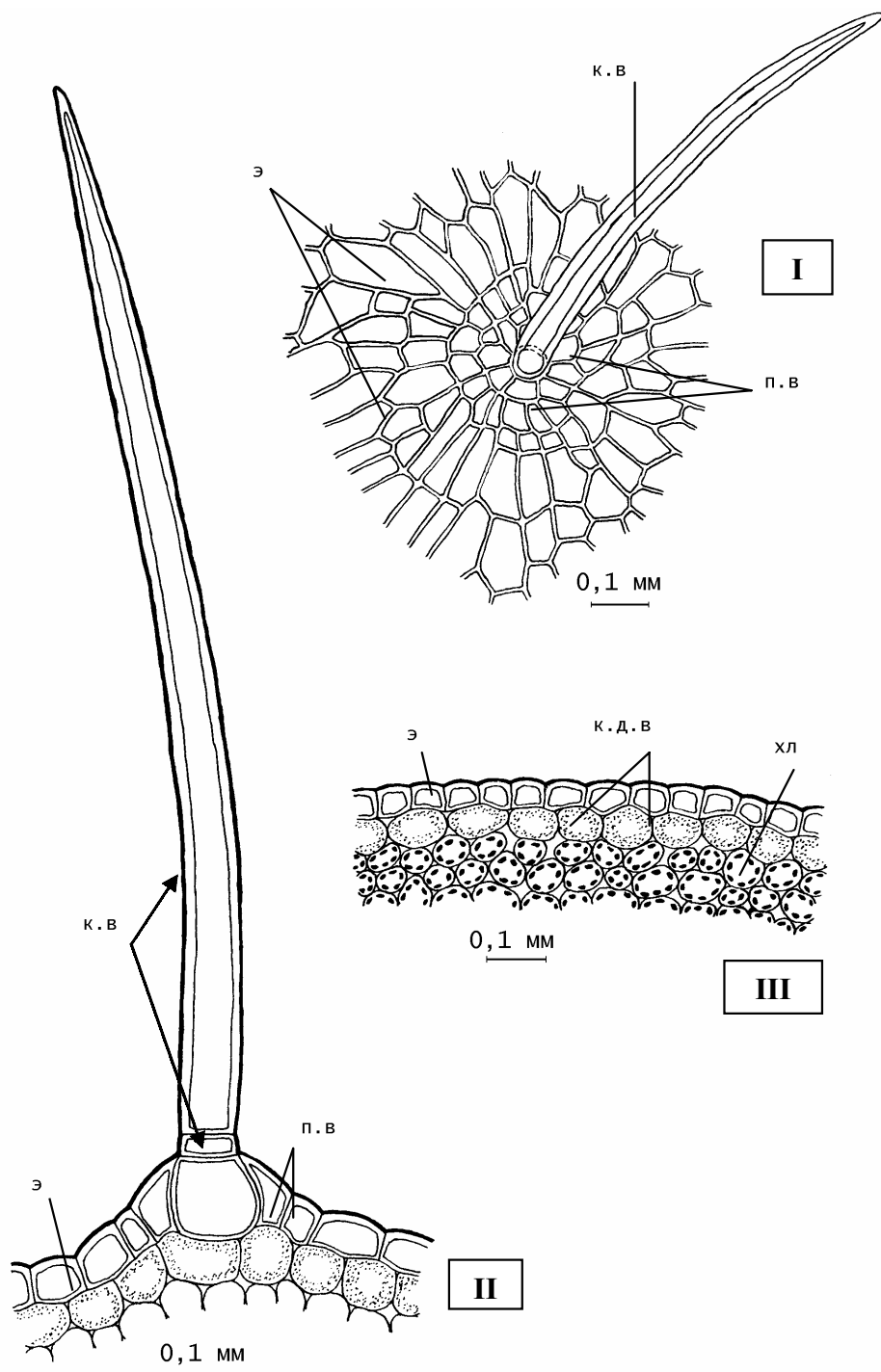


Рис. 3. *Lotus pedunculatus*. I – кроющий волосок в плане; II – кроющий волосок в продольном сечении; III – фрагмент поперечного среза стебля.

к.в – кроющий волосок, к.д.в – клетки с дубильными веществами, п.в – подставка волоска, хл – хлоренхима, э – эпидерма.

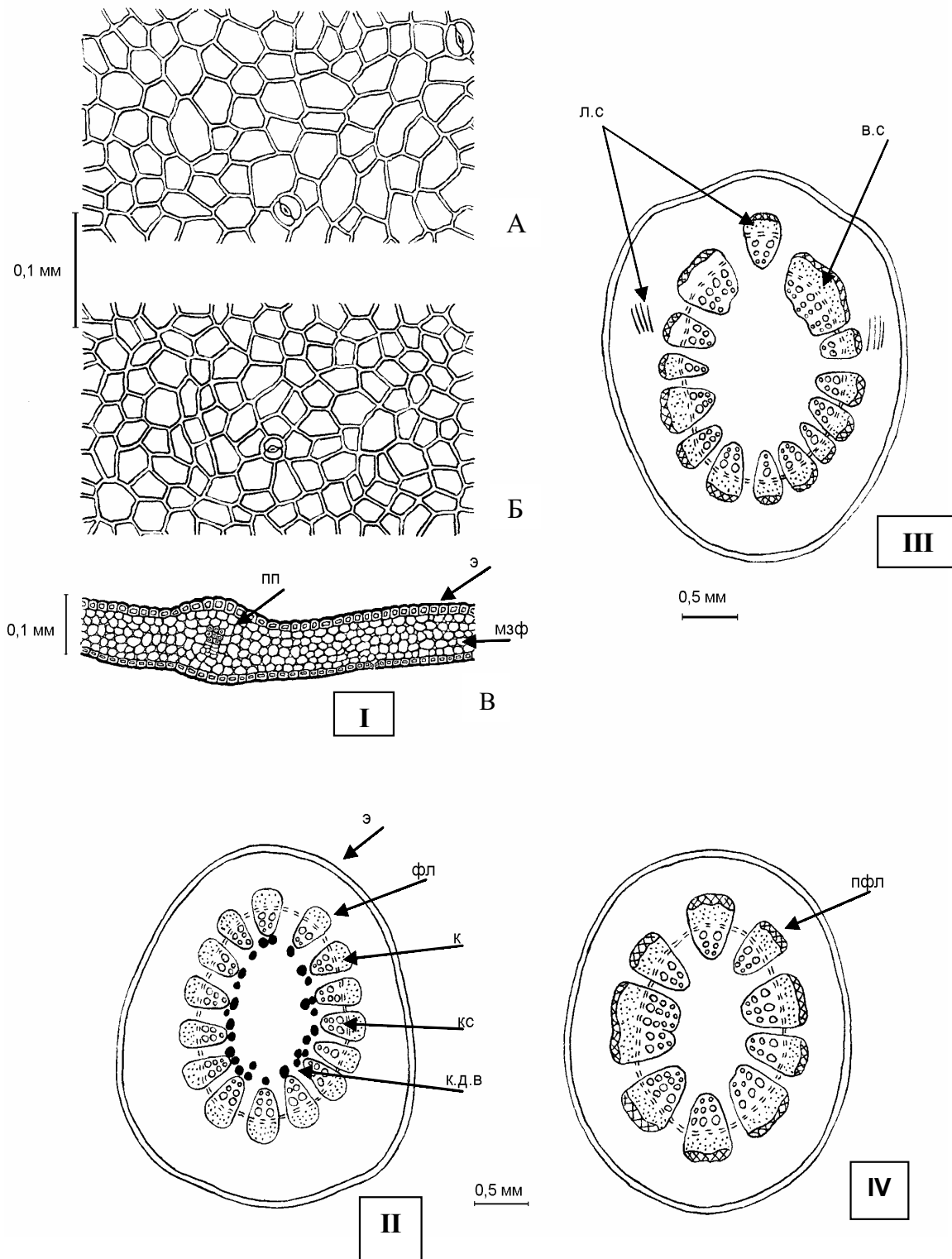


Рис. 4. Анатомическое строение столона *Lotus pedunculatus*. I – строение листьев: А – верхняя эпидерма; Б – нижняя эпидерма; В – поперечный срез пластинки. Схемы поперечных срезов: II – в верхней части столона; III – узла; IV – в базальной части столона, в.с – веточный след, к – камбий, к.д.в – клетки с дубильными веществами, кс – ксилема, л.с – листовый след, мзф – мезофилл, пп – проводящий пучок, пфл – протофлоэмные волокна, фл – флоэма, э – эпидерма.

ляются результатом деятельности межпучкового камбия. Первичная ксилема и флоэма в них, как правило, не выражены. Проводящие пучки со стороны флоэмы и первичной ксилемы сопровождают клетки с дубильными веществами. Оболочки клеток 6–8-рядной межпучковой паренхимы на уровне ксилемы довольно быстро одревесневают. Сердцевина широкая, гетерогенная, представлена крупными и мелкими тонкостенными паренхимными клетками.

Узлы трехлакунные, листовые следы трехпучковые. Первым с проводящей системой стебля соединяется медианный пучок кроющего листа. Чуть выше – веточный след бокового побега, который входит через ту же лакуну. Латеральные пучки образуют собственные лакуны в васкулярной системе главного побега (рис. 5, II).

В базальной части однолетнего монокарпического побега в конце июля – начале августа под эпидермой в паренхиме первичной коры закладывается феллоген, откладывающий клетки пробки. Эпидерма постепенно слущивается. Число проводящих пучков увеличивается до 18–20 за счет заложения новых пучков инициалами межпучкового камбия. Радиальная цепочка вторичной ксилемы крупных пучков насчитывает от 40 до 45 элементов, мелких пучков – от 35 до 40. Сердцевина сравнительно узкая, в ее центре образуется рексизигенная полость. Часть паренхимных клеток сердцевинной и флоэмной паренхимы содержит дубильные вещества (рис. 5, III). В паренхиме флоэмы и ксилемы откладывается запасной крахмал.

Цветонос на поперечном срезе имеет округлые очертания (рис. 5, IV). Эпидермальные клетки с толстыми наружными тангентальными стенками, покрытыми складчатой кутикулой. Эпидерму подстилает слой клеток, лишенных хлоропластов. Остальные 3–4 слоя первичной коры представлены хлоренхимой. Крупные и мелкие проводящие пучки в числе 15–16, армированы тяжами флоэмных волокон. Оболочки клеток межпучковой паренхимы одревесневают. Сердцевина широкая, с большим числом клеток, содержащих дубильные вещества.

Гипокотиль на большем своем протяжении корневого строения (рис. 5, V). На границе первичной коры и флоэмы, в перицикле, у имматурных расте-

ний закладывается феллоген, формирующий пробку. В паренхиме флоэмы образуются крупные лизигенные вместилища дубильных веществ. Остальные паренхимные клетки содержат крахмал. Вторичная ксилема представлена сосудами, трахеидами, ксилемными волокнами, тяжевой и лучевой паренхимой. Членики пористых сосудов с простой перфорацией на горизонтальных или наклонных стенках.

Поровость боковых стенок трахей и трахеид очередная. Ксилемные волокна короткие, толстостенные, с щелевидными порами. Главный корень триархный. При первичном строении он покрыт эпиблемой с корневыми волосками. К ней прилегает экзодерма, представленная одним слоем плотно сомкнутых клеток; мезодерма первичной коры включает 5–6 слоев округлых паренхимных клеток с сетью небольших межклетников; эндодерма с поясками Каспари (рис. 5, VI). Центральный цилиндр рано претерпевает вторичное утолщение. Одновременно с ним в перицикле закладывается феллоген, откладывающий пробку и широкий слой феллодермы.

Первичная кора, будучи отрезана пробкой от стелы, отмирает и слущивается с поверхности органа. Во флоэме в большом числе образуются вместилища дубильных веществ, в паренхиме откладывается запасной крахмал. Как первичные, так и вторичные флоэмные волокна разрыхляются и образуют небольшие группы (рис. 5, VII). Трахеальные элементы вторичной ксилемы окружают группы толстостенных ксилемных волокон с одревесневшими стенками. Ксилемная паренхима содержит крахмал. Крахмальные зерна простые концентрические. Боковые и придаточные корни сходны по строению с главным, они обычно диархные, реже триархные.

На основании полученных данных можно сделать вывод, что по характеру анатомической структуры вегетативных органов *Lotus pedunculatus* можно отнести к группе ксеромезофитов.

В процессе онтогенеза изменения микроstructures вегетативных органов в основном количественные. Качественно меняются характер стелы, нодальная структура, экологический тип листа.

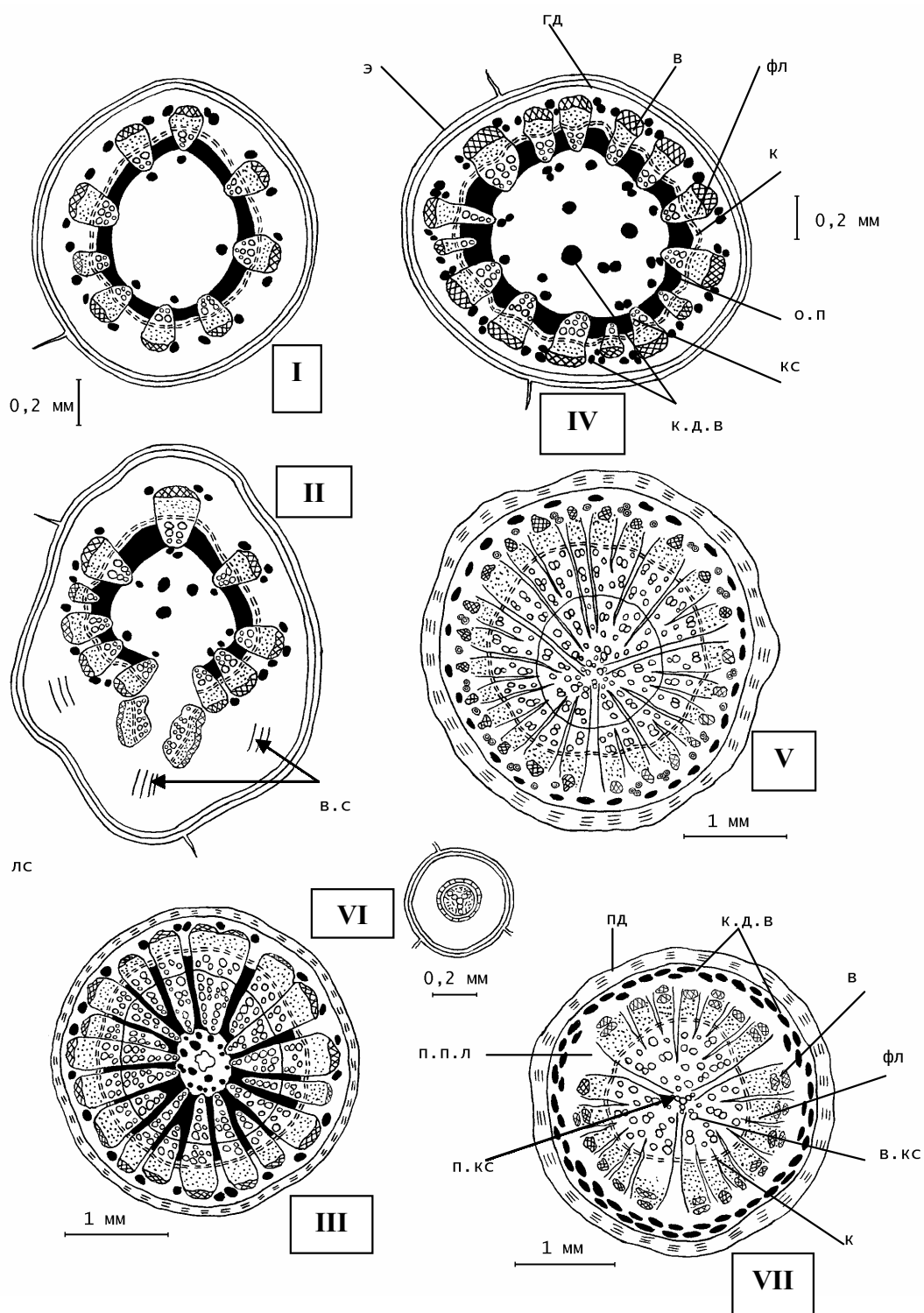


Рис. 5. *Lotus pedunculatus*. Схема поперечных срезов: I – междоузлия верхней части побега; II – узла; III – базальной части побега; IV – цветonoса; V – гипокотыля; VI – корня проростка; VII – главного корня генеративного растения; в – волокна, в.кс – вторичная ксилема, в.с – веточный след, гд – гиподерма, лс – листовой след, к – камбий, к.д.в – клетки с дубильными веществами, о.п – одревесневшая паренхима, пд – перидерма, п.кс – первичная ксилема, п.п.л – паренхима первичных лучей.

Библиографический список

1. Вульф Е.В. Мировые ресурсы полезных растений [Текст] / Вульф Е.В., Малеева О.Ф. – Л.: Наука, 1969. – 565 с.
2. Миняев Н.А. *Lotus L.* [Текст] / Миняев Н.А., Улле З.Г. // Флора европейской части СССР. – Л., 1987. – Т. 6. – С. 15–24, 103–115.
3. Цуцупа Т.А. Оформление газонов с участием растений рода лядвенец (*Lotus*) [текст] / Т.А. Цуцупа // Современные проблемы фитодизайна: Материалы Международной научно-практической конференции 28–31 мая, г. Белгород. – Белгород, 2007. – С. 104 – 108.
4. Ball P.W. *Lotus L.* [Текст] / Ball P.W., Chrtková-Žertová A. // Ibid. 1968. – P. 173–176.
5. Gubareva I. Yu. Information from Herbarium of Kaliningrad State University [текст] / Gubareva, I. Yu. // Kaliningrad State University, 1993.
6. Polhill R.M. *Papilionoideae* [Текст] / R. M. Polhill, P. H. Raven (eds.) // Advances in Legume Systematics. – Kew: Royal Botanic Gardens, 1981a. – P. 1. P. 191–208.
7. Polhill R.M. *Loteae, Coronilleae* [Текст] / Polhill R.M. // Ibid., 1981b. – P. 371–375.
8. Yakovlev G.P. Legumes of Northern Eurasia: a checklist [Текст] / Yakovlev G.P., Sytin A.K., Roskov Yu.R. // Kew: Royal Botanic Gardens, 1996. – 724 p.

T.A. TSUTSUPA

SINGULARITY OF ANATOMIC STRUCTURE IN VEGETATIVE ORGANS *LOTUS PEDUNCULATUS* CAV. WITH THE ACCOUNT OF ITS ONTOGENY

*The article considers questions concerning change in microstructure of vegetative organs in as a result of individual development *Lotus pedunculatus* Cav. Most subjects leaves, nodal structure and character of a stele are changed by age. Other changes in microstructure of a vegetative organs are mostly quantitative.*

Key words: *ontogeny, anatomical structure of the leaf, microstructure of the stem, stolons, roots and the nodal structure.*

О.В. ШКОДКИНА, аспирант кафедры теории и методики обучения биологии Орловского государственного университета, главный специалист управления общего образования администрации города Ливны
Тел. 8 910 207 83 23; surpriz@liv.orel.ru

АДАПТАЦИЯ ШКОЛЬНИКОВ К ПРОФИЛЬНОМУ ОБУЧЕНИЮ В УСЛОВИЯХ МАЛОГО ГОРОДА

Данная статья посвящена проблеме адаптации школьников подросткового возраста к предпрофильному и профильному обучению в старшей школе, а также вскрываются причины, приводящие к дезадаптации при изучении ребёнком предметов профильного и углубленного уровня, что, в свою очередь, может привести к снижению мотивации обучения, качества знаний, ухудшению физического и психического здоровья. Рассматриваются фазы процесса формирования механизма приспособления ребёнка к новым требованиям и условиям профильного обучения, уровни приспособления ребёнка к школе.

В статье представлены структура муниципальной системы образования малого города России, предлагаемый школами разнообразный спектр профилей обучения и различных элективных курсов. Представлена модель общеобразовательного учреждения с профильным обучением на старшей ступени с разнообразной комбинацией учебных предметов (базовых общеобразовательных, профильных, элективных), использующего двухуровневые образовательные стандарты, позволяющие удовлетворить потребности всех участников образовательного процесса (учащихся, учителей, родителей), осуществляющего подготовку ученика в соответствии с современными требованиями к обучению и воспитанию и с учётом социального запроса родителей и общественности. Рассматриваются перспективы организации сетевой модели профильного обучения в городе.

Ключевые слова: адаптация школьников, предпрофильное обучение, профильное обучение, мотивация обучения, элективный курс, образовательный стандарт, сетевая модель профильного обучения, углубленное изучение предметов.

Главная цель современного российского образования – создание условий для развития творческих способностей личности обучаемых, воспитания у них умений анализировать и принимать самостоятельные решения. Стратегия современного образования заключается в том, чтобы дать возможность всем без исключения учащимся проявить свои таланты и весь свой творческий потенциал, подразумевающий возможность реализации своих личных планов. Согласно Закону Российской Федерации «Об образовании» содержание образования должно быть ориентировано на «обеспечение самоопределения личности, создание условий для её самореализации, т.е. школа должна быть школой для всех, в ней должны найти своё место, чувствовать себя как дома все учащиеся, независимо от их индивидуальных способностей и особенностей.

Школа должна быть адаптивной». Значительные изменения в общеобразовательных школах нашей страны (постоянное усложнение и интенсификация программ) создают предпосылки для формирования психологического дискомфорта, школьного стресса, неврозов и приводят к ухудшению психического здоровья школьников. Как показывают исследования российских психологов, неблагоприятная адаптация влечёт за собой низкую мотивацию обучения. Поэтому особенно актуальными были и остаются вопросы школьной адаптации.

Под словом «адаптация» понимается приспособление организма к внешним условиям. Школьная адаптация представляет собой процесс формирования механизма приспособления ребёнка к требованиям и условиям обучения. Процесс адаптации к школе, как и к любому новому жизненному обстоятельству, проходит несколько фаз: ориентировочное, неустойчивое и относительно устойчивое приспособление. Его результатом может стать как адекватный механизм, приводящий к адаптированности, обеспечивающий успешность последующей учебной деятельности, так и неадекватный механизм приспособления ребёнка к школе (нарушение учёбы и поведения, конфликтные отношения, психогенные заболевания и реакции, повышенный уровень тревожности, искажения в личностном развитии), приводящий к дезадаптированности ребёнка. В психолого-педагогической литературе выделяют 4 уровня приспособления ребёнка к школе:

- ✓ Адаптированность – дети с высоким уровнем развития мотивации и регуляции собственного поведения (произвольности) при отличной, хорошей, удовлетворительной успеваемости и адекватной самооценке.
- ✓ Средний – дети с высоким уровнем развития произвольности, недостаточной мотивацией при отличной, хорошей, удовлетворительной успеваемости и адекватной самооценке.
- ✓ Низкий – при внешней сформированности учебной деятельности, при хорошей и отличной успеваемости отсутствие интереса к школе, недостаточный уровень произвольности, высокий уровень тревожности, неадекватная самооценка, трудности в общении с окружающими.

- ✓ Дезадаптированность – дети с очень низким уровнем развития произвольности и отсутствием мотивации при наличии удовлетворительных и неудовлетворительных отметок, с неадекватной самооценкой.

В жизни школьника различают, как минимум, три адаптационных периода: в первом, пятом и десятом классах. Сегодня мы говорим о дезадаптации в «критические» периоды обучения: поступление ребёнка в школу, переход из младших классов в средние, формирование профильных классов. Поступление ребёнка в школу – переломный период его социализации, оно несёт с собой серьёзные испытания его адаптационных возможностей. Практически ни у одного ребёнка переход от дошкольного детства к школьному обучению не совершается плавно. Новый коллектив, новый режим, новая деятельность, новый характер взаимоотношений требуют от школьника новых форм поведения. Процесс адаптации первоклассника проявляется в напряжении всех функциональных систем его организма. Специальные исследования показывают, что в I полугодии число учащихся, имеющих нервно-психические отклонения, возрастает на 14–16%, а к концу учебного года примерно на 20%.

Переход в среднюю школу (в 5 класс) в целом можно охарактеризовать как кризис школьного развития ребёнка. Иное содержание работы классного руководителя, формирование норм школьной жизни, увеличение количества школьных предметов, предметно-кабинетная система обучения, сохраняющаяся позиция родителей как «руководителей», отношение учителей к детям как к взрослым – всё это ставит детей в затруднительное положение, часто они «теряются» в этой ситуации, что сказывается на адаптации их к обучению в средних классах, влияет на интерес к школе, вызывает неровность личностных и интеллектуальных успехов. Изучение уровня и характера тревожности пятиклассников показывает, что 40% учащихся испытывают повышенную тревожность, 47% переживают социальный стресс, 33% испытывают страх самовыражения, 58% – страх ситуации проверки знаний, 41% – страх несоответствия ожиданиям окружающих, у 37% учащихся наблюдается низкая физиологическая сопротивляе-

мость стрессу, у 42% – проблемы и страхи в отношениях с учителями.

Одним из критических этапов индивидуально-го развития организма является подростковый возраст (переход в 9–10 класс). В этом возрасте возможно как наиболее эффективное формирование, так и наиболее вероятная утрата здоровья. Под влиянием различных неблагоприятных факторов (интенсификация учебных нагрузок, особенно в условиях новых форм и методов обучения, экологическое неблагополучие, социально-экономическая нестабильность) у подростков легко возникают нарушения адаптации к новым условиям обучения. Физиологические особенности этого периода, бурные гормональные изменения в организме являются предпосылкой разнообразных психических и психосоциальных перестроек, могут привести к психической дезадаптации. Физиолого-гигиенические исследования подтверждают факты снижения резистентности организма, повышения частоты заболеваемости, перенапряжения адаптационных механизмов у значительной части подростков. У десятиклассников необходимость адаптации возникает в связи с кардинальной сменой деятельности (учебная ситуация новой ступени образования, изменение режима и нагрузки) и социального окружения (новый состав класса и учителей). Ситуация новизны является тревожной, подросток переживает эмоциональный дискомфорт, психологическое напряжение, что может привести к школьной дезадаптации, когда ученик становится недисциплинированным, безответственным, невнимательным, низкомотивированным. Именно в этом возрасте перед человеком встаёт задача профессионального самоопределения, когда ребёнок должен определить свой дальнейший жизненный путь.

Задачи разностороннего развития детей, их творческих способностей, умений и навыков, самообразования, формирования у молодежи готовности и адаптации к меняющимся социальным условиям жизни общества относятся к числу важнейших задач модернизации школьного образования. Решение этих задач невозможно без индивидуализации и дифференциации содержания школьного образования. Особенно это актуально на старшей ступени обучения. В соответствии с Поста-

новлением Правительства РФ с 2003 года в школах страны проходит эксперимент по отработке содержания и организационных форм осуществления предпрофильного (9-й класс) и профильного (10–11-й класс) обучения. В соответствии с одобренной Правительством Российской Федерации «Концепцией модернизации российского образования на период до 2010 года» поставлена задача создания «системы специализированной подготовки (профильного обучения) в старших классах общеобразовательной школы, ориентированной на индивидуализацию обучения и социализацию обучающихся, в том числе с учетом реальных потребностей рынка труда, ... отработки гибкой системы профилей и кооперации старшей ступени школы с учреждениями начального, среднего и высшего профессионального образования».

Согласно последней переписи населения Российской Федерации, проведённой в 2002 году, город Ливны относится к числу малых и средних городов России с населением до 100 тысяч человек (их в России 892 из 1103 городов по данным на 1 января 2007 года). На сегодняшний день в Ливнах проживает 50 тыс. человек (за последние 5 лет наблюдается демографический спад). Сокращается и контингент обучающихся: в 2009–2010 учебном году в школах нашего города обучается 5189 учащихся (для сравнения: в 2008–2009 учебном году обучалось 5236 человек, в 2004–2005 учебном году – 5941 учащийся). Муниципальная система образования представлена 10 образовательными учреждениями, из них 1 гимназия, 1 лицей, 5 средних школ, 1 специализированная (коррекционная) школа, 1 вечерняя школа, 1 основная школа. В целях достижения современного качества образования, удовлетворяющего потребности всех участников образовательного процесса, вся сеть учреждений муниципальной системы образования позволяет осуществлять подготовку обучающихся в соответствии с современными требованиями к обучению и воспитанию. В нашем городе развитие углубленного и профильного обучения началось ещё с 1992 года. Сегодня школы готовы предложить высокий уровень преподавания: профильное изучение предметов (в классах широкого спектра профилей) на III ступени обучения; углубленное изучение предметов на II и III ступенях обучения

(иностранный язык, химия, физика); предпрофильное изучение предметов (иностранный язык в начальной школе, пропедевтическое изучение физики, химии, информатики) на II ступени обучения; разнообразный спектр элективных курсов по выбору. В 2009–2010 учебном году из семи средних общеобразовательных учреждений шесть (86% от средних ОУ города) предоставляют образовательные услуги по углубленному и профильному обучению, которым охвачено более 60% обучающихся старшей ступени обучения. В школах города Модель общеобразовательного учреждения с профильным обучением на старшей ступени предусматривает возможность разнообразных комбинаций учебных предметов: базовые общеобразовательные, профильные и элективные. Основой профильного обучения являются двухуровневые образовательные стандарты: стандарты профильного обучения (для профилирующих учебных предметов) и общеобразовательные стандарты (для непрофилирующих учебных предметов). Профильный уровень образовательных стандартов обеспечивает преемственность общеобразовательных программ и программ профессионального образования. Общеобразовательные стандарты обеспечивают формирование общей грамотности обучающихся, их социализацию.

Спектр профилей обучения, выбираемых учащимися III ступени обучения общеобразовательных учреждений г. Ливны, достаточно широк. Однако согласно социальному запросу родителей и учащихся основными профильными направлениями в городе могут быть социально-экономический (64,4%), химико-биологический (14,7%), физико-математический (13,1%). Биологическое образование на профильном уровне осуществляется в классах естественно-математического, химико-биологического, оборонно-спортивного профилей (биология – 6 часов в неделю за 2 года обучения). В этих классах обучается до 14% старшеклассников. Широкий выбор профильных направлений необходим для осуществления дифференциации и индивидуализации обучения учащихся с различными психофизиологическими особенностями. Как следствие, в рамках созданной модели каждая параллель учащихся может иметь различные формы профилизации, т.е. профильное обучение мо-

жет осуществляться как для отдельных классов, для отдельных групп учащихся, так и для отдельных обучающихся, для чего в некоторых школах уже второй год реализуются ИУП (индивидуальные учебные планы). Расписание занятий для всех категорий (классы, группы, отдельные учащиеся) является также вариативным и составляется таким образом, что профильные и элективные курсы для всех профильных классов и групп ставятся одновременно, и каждый ученик на это время имеет возможность заниматься в своей профильной группе.

Следует отметить, что необходимым условием самоопределения учащихся различных психофизиологических особенностей, адаптации к новым условиям обучения является *предпрофильная подготовка* на второй ступени обучения. Профильному обучению предшествует предпрофильное обучение, осуществляемое в рамках основной школы. Его цель в определенном смысле противоположна цели профильного обучения – не удовлетворение запросов и развитие способностей личности в определенной области познавательной деятельности, а выявление интересов, склонностей, формирование представлений о мире профессий и характере труда. С целью предоставления подросткам возможности апробации профиля, расширения знаний учащихся по профильным предметам в школах введены элективные курсы. В городе действует муниципальная сеть элективных курсов, составлено сетевое расписание предпрофильной подготовки учащихся, включающее более 100 элективных курсов, из них биологической направленности – 9 (9,5% от общего количества элективов); Экология человека (школы № 2, 4, лицей, СЮНат); Кожа – зеркало души (гимназия); Экология животных (СЮНат); Анатомия человека (школа № 1); Основы медицинских знаний (школа № 1). В целях социальной адаптации обучающихся в рамках образовательной области «Технология» для учащихся 8-х и 9-х классов введен спецкурс «Практическая медицина». Занятия проводятся в различных формах: лекции, семинары, «круглые столы», практикумы, занятия-исследования, экскурсии. В случае выявления большого количества учащихся, не определившихся в своем выборе, а также в целях эффективного психолого-педа-

гогического обеспечения предпрофильной подготовки предлагаются курсы «Психология» и «Психологическая адаптация в социуме».

Высокий уровень преподавания профильных предметов, подбор высококвалифицированных преподавателей в профильные классы, реализация программ развивающего и дифференцированного обучения, ранняя профилизация учащихся в некоторых общеобразовательных учреждениях города, активное взаимодействие психологических служб школ, Центра психолого-медико-социального сопровождения, Межшкольного учебного комбината, дифференцированная работа с высокомотивированными детьми (при ППМС-центре работает «Школа одарённых детей»), учёт социального запроса родителей и общественности – всё это способствует высокой адаптации к профильному обучению, развитию личностных качеств обучающихся, помогает правильно определять индивидуальные образовательные траектории, выбрать будущую профессию.

Психическое здоровье учащихся, характер и уровень адаптации к новым условиям обучения, уровень формирования учебной мотивации во многом зависят от личности учителя. Авторитарный стиль общения учителя вызывает у подростков высокое эмоциональное напряжение, способствует развитию неуверенности в собственных силах, у таких детей снижена учебная мотивация. Если же учитель в каждом ученике видит личность, то он пытается разобраться в причинах трудностей, помочь ребёнку.

Одной из наиболее актуальных проблем перехода к внедрению предпрофильного и профильного обучения является недостаточное количество квалифицированных кадров в школе, способных реализовать программы профильного обучения. Проблемой является и повышение квалификации учителей, уже работающих в профильных классах, и новое педагогическое образование с целью под-

готовки квалифицированных выпускников педагогических вузов. В решении этой проблемы необходимо объединение усилий систем переподготовки и повышения квалификации работающих учителей и педагогических университетов, осуществляющих подготовку будущих учителей профильной школы. Учитель профильной школы обязан быть не просто специалистом высокого уровня, соответствовать профилю и специализации своей деятельности, но и обеспечивать:

- вариативность и личностную ориентацию образовательного процесса (проектирование индивидуальных образовательных траекторий);
- возможность выбора учащимися в образовательном процессе значимых элементов содержания и соответствующих им форм учебной деятельности;
- практическую ориентацию образовательного процесса с введением интерактивных, деятельностных компонентов (освоение проектно-исследовательских и коммуникативных методов);
- профильное (в школе) и профессиональное (по окончании школы) самоопределение старшеклассников;
- формирование способностей и компетентностей, необходимых для продолжения образования в соответствующей сфере профессионального образования.

Новые требования к учителю диктуют необходимость дальнейшей модернизации системы подготовки и повышения квалификации педагогических кадров. Концепцией профильного обучения на старшей ступени общего образования предусматривается организация профессиональной подготовки специалистов (учителей, педагогов), а также магистров образования на базе педагогических вузов с целью обеспечения профильной школы высококвалифицированными кадрами.

Библиографический список

1. Венгер А.Л. Хорошо ли вашему ребёнку в школе? // Популярная психология для родителей / Под ред. А.А. Бодалёва. – М., 1989.
2. Галкина Т.И., Сухенко Н.В. Организация профильного обучения в школе. Книга современного завуча. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2006.
3. Журавлёв Д. Адаптация учащихся при переходе из начальной в среднюю школу // Народное образование. – № 8. – 2002. – С. 99–105.

4. Кумарина Г. Школьная дезадаптация: признаки и способы предупреждения // Народное образование. – № 1. – 2002. – С. 111–121.
5. Концепция модернизации российского образования на период до 2010 года, утверждённая распоряжением Правительства Российской Федерации № 1756-р от 29.12.2004 г.
6. Сергеев И.С. Руководителю образования о введении профильного обучения: Практическое пособие. – Москва: Издательство «АРКТИ», 2006.
7. Шкодкина О.В. Адаптация школьников к профильному обучению биологии в малых городах России. Сборник материалов международной научно-практической конференции 3–5 февраля 2010 г. – М.: Издательство МГОУ, 2010. – С. 190.

O.V. SHKODKINA

ADAPTATION OF SCHOOLCHILDREN TO PROFILE LEARNING IN A SMALL TOWN

This article is devoted to the problem of teenagers' adaptation to preprofile and profile learning at senior secondary school. The article also reveals the causes that lead to the child's desadaptation while learning advanced and profile subjects, which can lead to the decrease of learning motivation, knowledge level, worsening of physical and mental health. The article also considers the phases of forming of child's adaptation mechanism to requirements and the profile education conditions, the levels of the child's adaptation to school.

The article represents the structure of the municipal education system of a small Russia's town, the variety of learning profiles and elective courses, which is provided by schools. The article represents the model of a comprehensive institution which provides profile learning and a variable combination of subjects (general, profile and elective) at senior secondary school, uses two-level education standards and permits to satisfy needs of all the representatives of training process (students, teachers, parents), which organizes student's training according to modern education and upbringing requirements and social request of parents and the public. The article considers the perspectives of organization of profile education network model in the town.

Key words: schoolchildren's adaptation, preprofile learning, profile learning, learning motivation, elective course, education standard, profile education network model, advanced learning of subjects.

А.Г. АЛЕКСЕЕВ, аспирант кафедры гистологии,
цитологии и эмбриологии медицинского института
Орловского государственного университета
Тел.: 43-07-09 (раб.), 89536227127; a.g.alexeev@ya.ru

ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В МЕЛАНИНСОДЕРЖАЩИХ СТРУКТУРАХ ВОЛОСЯНЫХ ФОЛЛИКУЛОВ КОЖИ ВИСОЧНОЙ ОБЛАСТИ ГОЛОВЫ У МУЖЧИН

Гистологическими и морфометрическими методами изучали распределение меланинсодержащих структур (меланоцитов и пигментных гранул в цитоплазме клеток, образующих и содержащих меланин) в волосяных фолликулах кожи височной области головы у мужчин разного возраста. Установили, что во всех исследованных возрастных группах (от 10 до 79 лет) меланоциты на препаратах, окрашенных гематоксилином и эозином, идентифицируются только в эпителиальном матриксе волоса. При изучении неокрашенных срезов выявили, что после 20 лет происходит снижение суммарной площади гранул меланина (в поле зрения микроскопа при увеличении объектива $\times 40$), находящихся в цитоплазме меланоцитов и кератиноцитов, а после 30 лет к этому присоединяется неравномерное, но устойчивое уменьшение числа пигментобразующих клеток.

Ключевые слова: *кожа, возраст, височная область, волосяные фолликулы, меланоциты, гранулы меланина.*

Ультраструктура меланоцитов и их распределение в коже лабораторных животных и человека в доступной научной литературе описаны [3, 6, 7, 8], в то время как возрастные изменения в популяции этих клеток представляются недостаточно изученными. Исследования меланоцитов проводились в основном на животных, а также на культурах клеток и тканей [10, 11]. В этих источниках представлены также 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 [10, 11], 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 волосяных фолликулов [1, 4, 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.

Цель настоящего исследования составило изучение меланоцитов и содержащих меланин кератиноцитов в составе эпителиально-клеточных структур волосяных фолликулов кожи височной области головы у мужчин различных возрастных групп.

Для достижения цели были поставлены следующие **задачи**:

- изучить локализацию меланоцитов в составе эпителиально-клеточных структур волосяных фолликулов;
- определить количество меланоцитов в волосяных фолликулах у мужчин разного возраста;
- определить количественные параметры содержания пигментных гранул в волосяных луковицах в возрастном аспекте.

Материалы и методы

Исследование проводили на аутопсийном материале. Изучали образцы кожи височной области головы мальчиков, юношей и мужчин в возрасте от 10 до 79 лет (28 случаев). Взятие материала, фиксацию, проводку, заливку, приготовление и окрашивание срезов проводили по общепринятым гистологическим методикам. Меланоциты волосяного фолликула изучали на окрашенных гематоксилином и эозином препаратах; при этом подсчитывали среднее количество меланоцитов в профиле волосяного фолликула на микроскопе AxioStar 2 (Zeiss) при объективе $\times 40$. В качестве морфологического критерия функциональной активности меланоцитов использовали суммарную площадь пигментных гранул, содержащихся в цитоплазме как самих меланоцитов, так и окружающих их ке-

ратиноцитов. Определение этого параметра проводили с применением оригинальной морфометрической методики исследования [5]. Измерение общей площади, занимаемой пигментными гранулами в поле зрения микроскопа (об. $\times 40$), осуществляли на неокрашенных парафиновых срезах толщиной 5 мкм с помощью цифрового микроскопического комплекса «МИКМЕД-2-1600-3» (Россия). Исследование состояло из следующих этапов: получения изображения с помощью цифрового фотоаппарата, проведения бинарной сегментации изображения для выделения пигментных гранул, подсчёта объектов в поле зрения, измерения их площадей и вычисления суммарной площади гранул [2]. Статистическую обработку материала проводили с помощью программы Statistica, версия 6.1.

Результаты собственных исследований и их обсуждение

На окрашенных препаратах меланоциты обнаруживались в матриксе (ростковой части) волоса и имели вид отростчатых клеток, содержащих в цитоплазме большое количество гранул меланина (рис. 1 А–В). В период от 10 до 19 лет количество меланоцитов у мужчин в срезе волосяного фолликула составило $11,6 \pm 0,8$, а в 20–29 лет наблюдалось повышение этого показателя до максимального значения ($19,5 \pm 1,7$ клеток). В возрасте от 30 до 39 лет число меланоцитов в волосяном фолликуле снижается, после чего оно остаётся практически без изменений до 59 лет, составляя $9,0 \pm 0,6$. После 60 лет было отмечено дальнейшее уменьшение числа фол-

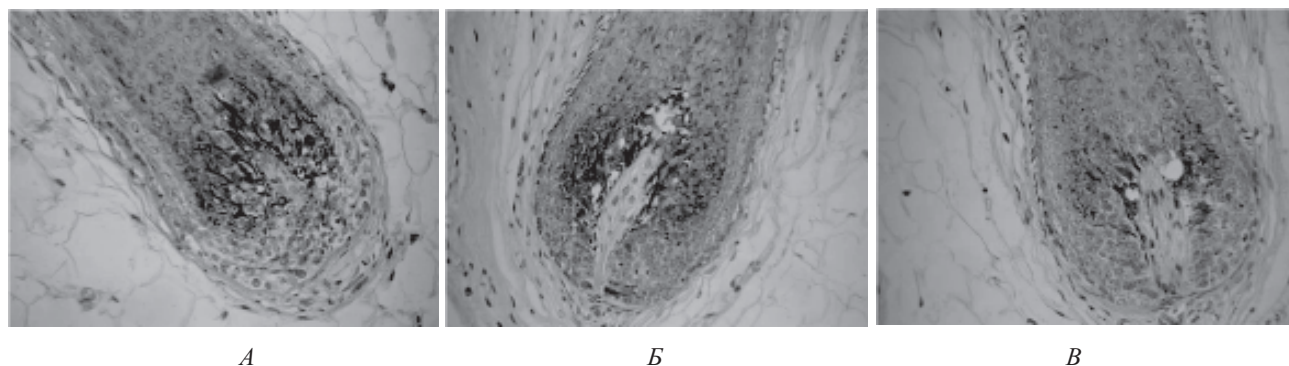


Рис. 1. Волосяная луковица в коже мужчины 20 (А), 45 (Б) и 70 (В) лет. Меланоциты видны в эпителиальном матриксе волоса в виде отростчатых клеток; причём с возрастом происходит уменьшение их количества в волосяном фолликуле. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение: об. 20, ок. 10.

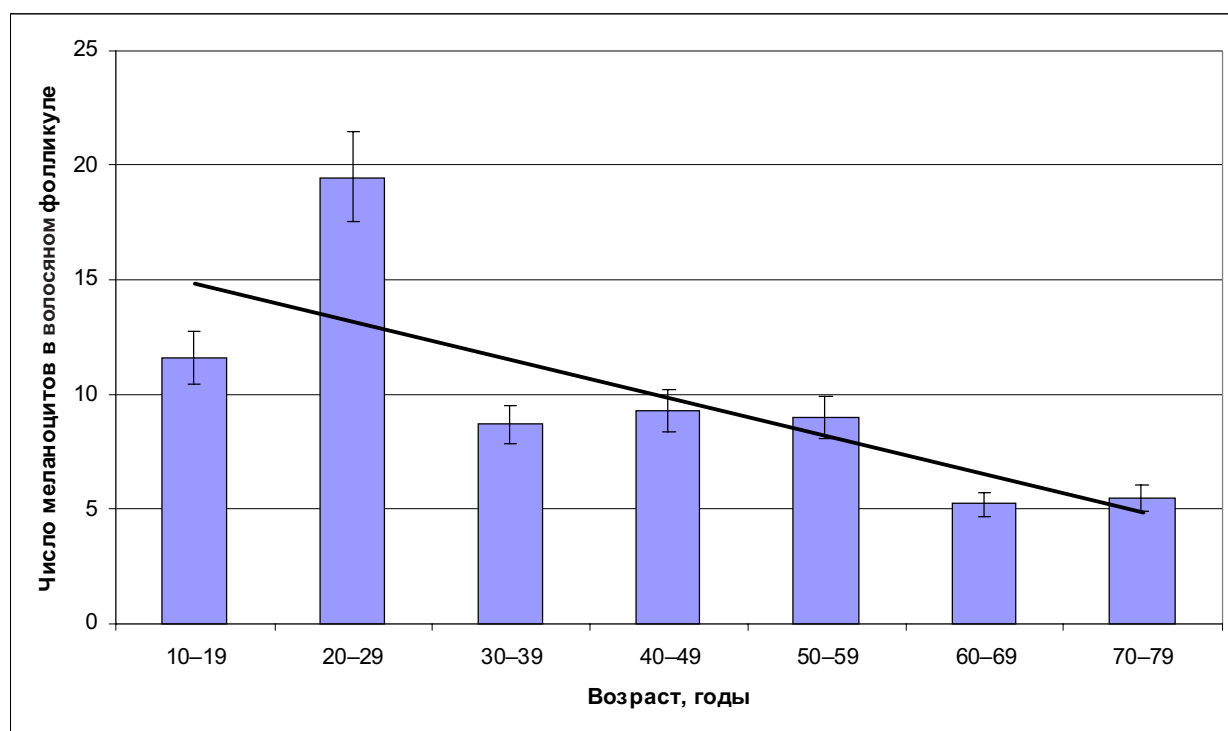


Рис. 2. Среднее число меланоцитов в волосяных фолликулах кожи височной области головы мужчин в возрасте от 10 до 79 лет. Сплошная линия – общее направление изменения (линия тренда). Стандартная ошибка.

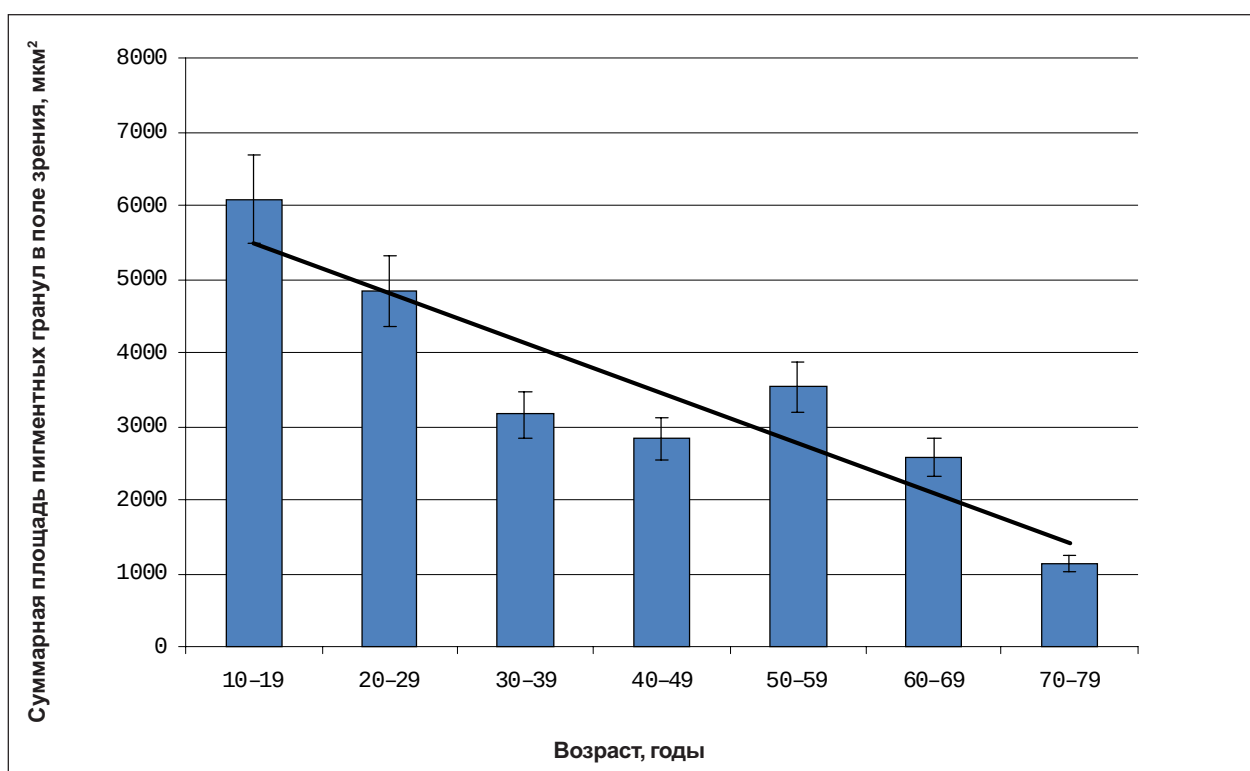


Рис. 3. Суммарная площадь пигментных гранул в волосяных фолликулах кожи височной области головы мужчин в возрасте от 10 до 79 лет. Сплошная линия – общее направление изменения (линия тренда). Стандартная ошибка.

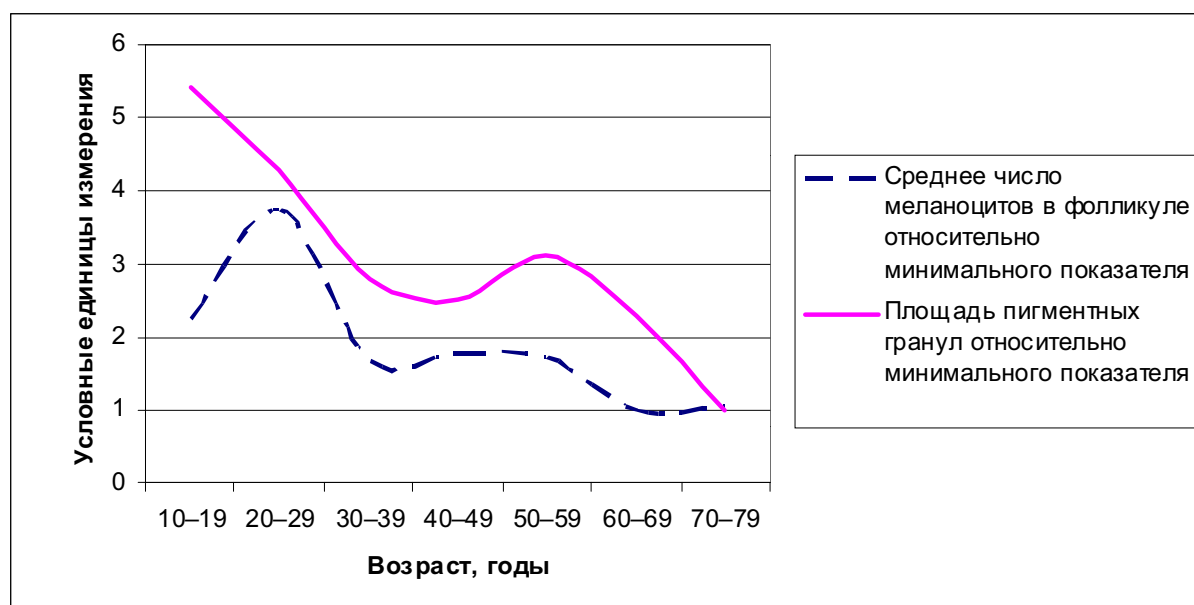


Рис. 4. Соотношение между суммарной площадью пигментных гранул и количеством меланоцитов в волосяном фолликуле. Приведены относительные значения.

Таблица – Количество меланоцитов и суммарная площадь пигментных гранул в волосяных фолликулах кожи височной области головы у мужчин различных возрастных групп

№ группы	Возраст	Среднее число меланоцитов в срезе волосяного фолликула	Площадь пигментных гранул в поле зрения микроскопа, мкм ²
1	10–19	11,6±0,8	6082,6±508,8
2	20–29	19,5±1,7*	4827,7±289,1
3	30–39	8,7±0,7	3148,2±404,5**
4	40–49	9,3±0,6	2828,9±190,7
5	50–59	9,0±0,6	3531,1±812,6
6	60–69	5,2±0,6*	2575,3±546,9
7	70–79	5,5±0,5*	1127,0±62,86**

* – $p \leq 0,05$ между сравниваемыми группами (1–2; 1–6; 1–7);

** – $p \leq 0,05$ между сравниваемыми группами (1–3; 3–7; 1–7).

ликулярных меланоцитов – до $5,2 \pm 0,6$ клеток (рис. 2, табл.). Выявленная динамика представительства меланоцитов в эпителиальном матриксе волоса объясняет возрастное поседение волос и отражает возрастание в молодом и снижение в пожилом и старческом возрастах уровня физиологической регенерации в эпителиально-клеточных структурах волосяного фолликула.

Суммарная площадь пигментных гранул в клетках волосяного фолликула с возрастом также снижается. Однако максимальная суммарная (в поле зрения микроскопа) площадь пигментных гранул

($6082,6 \pm 508,8$ мкм²) наблюдалась в 10–19 лет, то есть раньше достижения пика числа меланоцитов. В последующие возрастные периоды показатель суммарной площади гранул меланина снижался, составив в 30–39 лет $3148 \pm 404,5$ мкм² и достигнув минимального значения ($1127,0 \pm 62,86$ мкм²) у мужчин 60–69 лет (рис. 3, табл.).

Если принять количество меланоцитов в срезе одного волосяного фолликула (см. рис. 2) и суммарную (в поле зрения микроскопа) площадь пигментных гранул (см. рис. 3) за условные единицы, взяв при этом за единицу минимальные по-

казатели (наблюдавшиеся в 70–79 лет), то полученные данные можно представить в виде графика (рис. 4). Сопоставление данных о количестве меланоцитов и суммарной площади пигментных гранул в волосяных фолликулах даёт основания полагать, что эти два показателя связаны между собой, на что указывает коэффициент ранговой корреляции Спирмена – $r=0,882$, $p<0,05$. Для интерпретации полученных в ходе исследования данных имеет значение, что пигментация кожи в большей степени зависит не от числа меланоцитов, а от их функциональной активности [3, 10].

Заключение

На окрашенных гематоксилином и эозином препаратах кожи височной области головы мужчин разного возраста (от 10 до 79 лет) в волосяных фолликулах меланоциты идентифицируются только в эпителиальном матриксе, то есть в ростковой части волоса. При изучении неокрашенных препаратов выявлено, что после 20 лет в меланоцитах и кератиноцитах волосяных фолликулов происходит снижение представительства гранул меланина, а после 30 лет к этому явлению присоединяется также неравномерное, но устойчивое снижение количества пигментных клеток.

Библиографический список

1. Алексеев А.Г. Распределение фолликулярных меланоцитов кожи височной области мужчин в возрасте 20–45 лет // Морфология. – 2010. – № 4 (в печати).
2. Алексеев А.Г., Альбанова В.И. Исследование эффективности мазевых композиций, снижающих пигментацию кожи [Текст] // Материалы 7-й Всероссийской научной конференции «Бабухинские чтения в Орле» 4–5 июня 2009 г. – М.: изд. ЗАО «Ретиноиды», 2009. – С. 194.
3. Алексеев А.Г., Банин В.В., Ноздрин В.И. Меланоциты кожи [Текст] // Морфология. – 2009. – Т. 136. – № 5. – С. 81–89.
4. 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.
5. Алексеев А.Г., Жучков С.А. Способ оценки содержания меланина в эпидермисе [Текст] // Материалы 6-й Всероссийской научной конференции «Бабухинские чтения в Орле», 28–29 марта 2007 г. – М.: изд. ЗАО «Ретиноиды», 2007. – С. 98.
6. 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.
7. Мяделец О.Д., Адашкевич В.П. Морфофункциональная дерматология. – М.: Изд. мед. лит., 2006. – 752 с.
8. Ноздрин В.И., Барашкова С.А., Семченко В.В. Гистофизиология кожи. – 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. – № 3 (в печати).
10. 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.
11. 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. ALEKSEEV

AGE PECULIARITIES OF REPRESENTATION STRUCTURES CONTAINING MELANIN IN THE HAIR FOLLICLES OF THE SKIN OF THE TEMPORAL REGION OF THE HEAD MEN

Histological and morphometric techniques studied the distribution of structures containing melanin (melanocytes and pigment granules in the cytoplasm of cells forming and containing melanin) in hair follicles of the skin of the temporal area of the head men of all ages. They found that in all the age groups (from 10 to 79 years old) melanocytes in the preparations stained with hematoxylin and eosin, identified only in the epithelial hair matrix. In examining unstained sections revealed that after 20 years there is a reduction of the total area of granules of melanin (in the field of view microscope at a magnification lens $\times 40$) located in the cytoplasm of melanocytes and keratinocytes, and after 30 years, joins in this uneven but steady decrease in the number of pigmentproduce cells.

Key words: skin, age, temporal region, hair follicles, melanocytes, melanin granules.

А.Г. АЛЕКСЕЕВ, аспирант кафедры гистологии,
цитологии и эмбриологии медицинского института
Орловского государственного университета
Тел. 89536227127; sanderlexx@ya.ru

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ ФОЛЛИКУЛЯРНЫХ МЕЛАНОЦИТОВ КОЖИ ВИСОЧНОЙ ОБЛАСТИ У ЧЕЛОВЕКА

На аутопсийном материале кожи височной области мужчин показано, что для оценки состояния дифферона меланоцитов в качестве критериев целесообразно использовать комплекс методов, включая выявление МКА к Mitf, Ki-67, TYR, а также морфометрический анализ высокодифференцированных функционально активных клеток.

Ключевые слова: меланоциты, гранулы меланина, волосяной фолликул, онтогенез.

Изучение содержания меланоцитов в структурах волосяного фолликула, с которыми связаны процессы окраски и поседения волос у человека в онтогенезе, представляется важной задачей как в фундаментальном, так и в прикладном – фармакологическом и косметологическом отношениях. Вместе с тем в связи с методическими трудностями идентификации пигментных клеток на разных стадиях их жизненного цикла в литературе эти вопросы продолжают оставаться слабо разработанными [2, 3, 6]. В связи с этим в настоящей работе была поставлена цель: разработать методические подходы к изучению фолликулярных меланоцитов кожи височной области мужчин в возрастном аспекте.

Методика исследования

Исследование проводили на аутопсийном материале. Изучали образцы кожи височной области головы мальчиков, юношей и мужчин в возрасте от 10 до 79 лет (72 случая). Взятие материала, фиксацию, проводку, заливку, приготовление и окрашивание срезов проводили по общепринятым гистологическим методикам. В работе исследовали волосяные фолликулы, находящиеся в стадии анагена. В них меланоциты изучали на окрашенных гематоксилином и эозином, а также моноклональными антителами к тирозиназе (цитоплазматический фермент, участвующий в синтезе меланина; TYR – сокращение от tyrosinase; МКА к TYR) и Ki-67 (белок-маркер митотически делящихся клеток; МКА к Ki-67) препаратах [1]. При этом подсчитывали среднее количество меланоцитов и TYR-позитивных клеток в профиле волосяного фолликула на микроскопе Axiostar 2 (Zeiss) при объективе ×40. В качестве морфологического критерия функциональной активности меланоцитов использовали суммарную площадь пигментных гранул, содержащихся в цитоплазме как самих меланоцитов, так и окружающих их кератиноцитов [4]. Статистическую обработку материала проводили с помощью программы Statistica, версия 6.1.

Результаты исследования

На окрашенных гематоксилином и эозином гистологических препаратах меланоциты обнаруживались в матриксе (ростковой части) волоса и имели вид отростчатых

клеток, содержащих в цитоплазме большое количество гранул меланина (рис. 1). В период от 11 до 15 лет количество меланоцитов у мужчин в срезе волосяного фолликула составило $25,2 \pm 1,8$ клеток. В возрасте от 16 до 30 лет число меланоцитов в волосяном фолликуле снижается, после чего оно остаётся практически без изменений до 55 лет, составляя $12,8 \pm 0,9$. В последующие 15 лет отмечено дальнейшее уменьшение числа фолликулярных меланоцитов – до $2,5 \pm 0,7$ клеток.

Попытка оценить изменение функциональной активности меланоцитов в онтогенезе позволила установить, что суммарная площадь пигментных гранул в клетках волосяного фолликула с возрастом также снижается. Максимальная общая площадь пигментных гранул ($5176,7 \pm 680,1$ мкм²) наблюдалась в 11–15 лет (рис. 2). В последующие возрастные периоды этот показатель снижался, составив в 35–39 лет $2109,1 \pm 313,6$ мкм² и достигнув минимального значения ($624,6 \pm 98,3$ мкм²) у мужчин 70–79 лет.

Оценивая эти данные, следует признать, что идентификация меланоцитов по присутствию в их цитоплазме и отростках пигментных гранул позволяет выявить не весь дифферон этих клеток, а только его часть – высокодифференцированные активно функционирующие меланоциты.

При изучении препаратов, окрашенных моноклональными антителами, TYR-позитивные клетки обнаруживались в виде отростчатых клеток. В период от 11 до 15 лет количество меланоцитов у мужчин в срезе волосяного фолликула составило $26,1 \pm 1,4$, а в 21–25 лет наблюдалось повышение этого показателя до максимального значения ($31,3 \pm 1,6$ клеток). В возрасте от 26 до 56 лет число меланоцитов в волосяном фолликуле снижается, составляя $15,2 \pm 1,5$ (рис. 3). К 70 годам было отмечено дальнейшее уменьшение числа фолликулярных меланоцитов – до $2,4 \pm 0,5$ клеток.

Сопоставление данных о количестве меланоцитов, выявляемых на препаратах, окрашенных гематоксилином и эозином, с числом TYR-позитивных клеток даёт основания полагать, что эти два показателя связаны между собой, на что указывает коэффициент ранговой корреляции Спирмена – $r = 0,962$, $p < 0,05$. Использование МКА к TYR позволило учесть не только количество функцио-

нально активных пигментных клеток, но и в дополнение к ним выявить клетки, дифференцировавшиеся по пути меланоцитов, но еще не синтезировавшие полноценные гранулы меланина.

Использование моноклональных антител к Ki-67 дополнительно позволило отнести к меланоцитам лишь те Ki-67-позитивные клетки, в цитоплазме и отростках которых выявлялось хотя бы незначительное количество пигментных гранул. Однако содержание таких клеток было незначительным. Выявить клетки, которые одновременно проявляли тирозиназную и Ki-67-активность, не удалось. За пределами анализа остались все малодифференцированные клетки, не содержащие в своей цитоплазме гранул меланина. Критерием для выявления таких клеток могло бы стать выявление Mitf (ядерный белок – фактор транскрипции ряда фенотипических признаков меланоцитов; сокращение от microphthalmia-associated transcription factor) антигена, выявляемого с помощью одноименных антител.

Возможные критерии для идентификации большей части клеток меланоцитарного дифферона в постнатальном онтогенезе представлены с учетом литературных данных [5] в таблице.

Таким образом, для идентификации клеток меланоцитарного дифферона необходимо использовать комплекс методов, включая выявление МКА к Mitf, Ki-67, TYR, а также морфометрический анализ высокодифференцированных функционально активных клеток.

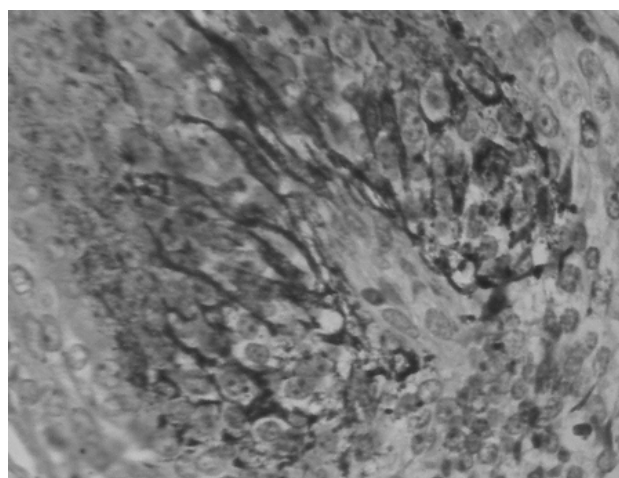


Рис. 1. Меланоциты в волосяном фолликуле кожи височной области мужчины 25 лет. Окраска – гематоксилин и эозин. Об. $\times 40$.

Таблица – Дифферен меланоцитов и способы их выявления

Группа	Форма клеток	Маркеры	Примечание
Эмбриональный период			
Мультипотентные нейральные стволовые клетки (СК)	округлая		Клетки в составе нервного гребня
Бипотентные глиально-меланоцитарные стволовые клетки	округлая		
Эмбриональные меланобласты	округлая	Mitf+	Клетки мигранты в коже
Постэмбриональный период			
Зрелые меланоцитарные СК	округлая	Mitf+	Клетки в «колбе» (нише)
Коммитированные меланоциты	округлая	Mitf+	В наружном корневом эпителиальном влагалище
Ранние пигментированные меланоциты	отростчатая	Mitf+ TYR+ Ki-67+ незначительное количество гранул меланина в цитоплазме	В составе клеток матрикса волоса
Терминально дифференцированные пигментированные меланоциты	отростчатая	Mitf+ TYR+ много гранул меланина в цитоплазме	

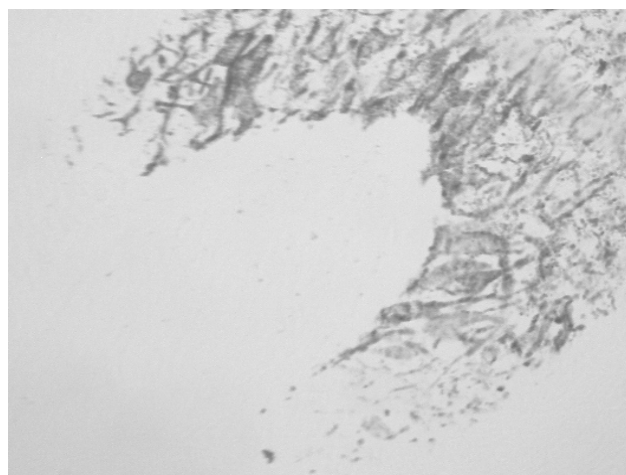


Рис. 2. Гранулы меланина в клетках волосяного фолликула кожи височной области мужчины 15 лет. Неокрашенный препарат. Об.× 40.

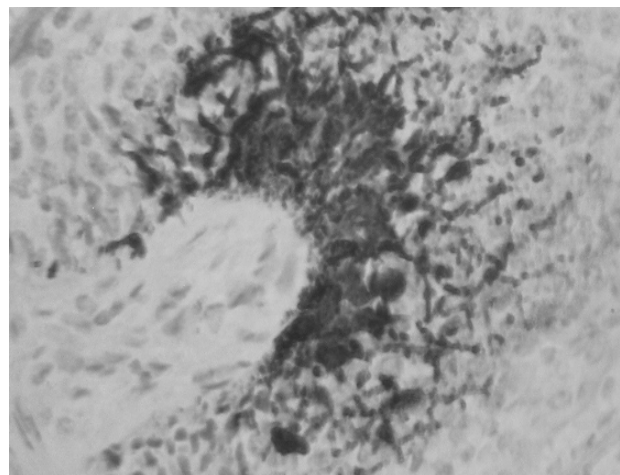


Рис. 3. TYR-позитивные клетки в матриксе волоса кожи височной области мужчины 26 лет. Докраска – гематоксилин Караччи. Об.× 40.

Библиографический список

1. Жучков С.А. Состояние кератиноцитов интерфолликулярного эпидермиса при аппликации 13-цис-ретиноевой кислоты (иммуноцитохимический анализ) [Текст] // Морфология. – 2007. – Т. 132. – № 4. – С. 68–72.
2. Кошевенко Ю.Н. Витилиго [Текст] – М.: Косметика и медицина, 2002.
3. Мяделец О.Д., Адаскевич В.П. Морфофункциональная дерматология [Текст] – М.: Изд мед. лит., 2006. – 752 с.

4. Ноздрин В.И., Бобылев В.П., Жучков С.А. и др. Сравнительная оценка эффективности некоторых депигментирующих средств [Текст] // Учен. записки Орловского гос. ун-та. – 2008. – № 2. – С. 174–175.
5. White R., Zon L. Melanocytes in development, regeneration, and cancer// Cell. Stem cell. – 2008. – № 3. – P. 242–252.
6. Woodley D., Freindel R. The Biology of Skin // Parthenon Publishing, Pearl River, NY. –2001. – P. 113–131.

A.G. ALEXEEV

**METHODICAL APPROACHES TO STUDYING FOLLICULAR MELANOCYTES
IN THE SKIN OF TEMPORAL AREA AT THE HUMAN**

On autopsy a material of a skin of temporal area of men it is shown that for a condition estimation melanocytes differon as criteria it is expedient to use a complex of methods including revealing mAb to Mitf, Ki-67, TYR, and also morphometrik the analysis hight differented functionally active cells.

Key words: *melanocytes, granules of melanin, a hair follicle, ontogenesis.*



Н.В. БЕЛЯКОВА, ассистент кафедры микробиологии и
инфекционных болезней Орловского государственного университета,
медицинский институт, соискатель ученой степени
кандидата медицинских наук
Тел.: (4862) 43-28-39, 89103090099; n.merkulova@rambler.ru

ХИМИОПРОФИЛАКТИКА ТУБЕРКУЛЕЗА У БОЛЬНЫХ ВИЧ-ИНФЕКЦИЕЙ В ПЕНИТЕНЦИАРНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ

Статья касается проблемы совершенствования химиопрофилактики туберкулеза у заключенных, больных ВИЧ-инфекцией. Проанализированы показания и режим назначения химиопрофилактики. Выявлено отсутствие четких критериев для ее назначения. Доказана эффективность химиопрофилактики туберкулеза у больных с поздними стадиями ВИЧ-инфекции. Определена экономическая выгода в новом подходе к назначению химиопрофилактики туберкулеза у больных ВИЧ-инфекцией.

Ключевые слова: ВИЧ-инфекция, химиопрофилактика туберкулеза, отсутствие четких критериев, эффективность.

В течение последних десяти лет проблема ВИЧ-инфекции остается чрезвычайно актуальной во всем мире. Число людей с ВИЧ-инфекцией продолжает расти, вместе с этим растет число диагностируемых вторичных заболеваний, ведущим из которых является туберкулез, являющийся лидером среди причин смерти на поздних стадиях ВИЧ-инфекции [1]. Значимость проблемы туберкулеза у больных ВИЧ-инфекцией для России связана с неблагоприятным прогнозом дальнейшего его распространения, что обусловлено высокой инфицированностью населения микобактериями туберкулеза и широким распространением ВИЧ-инфекции на отдельных территориях. Кроме того, распространенность этих инфекций в одних и тех же группах населения обуславливает частую ассоциацию их друг с другом, делает прогноз сочетанной патологии крайне неблагоприятным [2].

Эпидемическая ситуация по туберкулезу в сочетании с ВИЧ-инфекцией в пенитенциарных учреждениях продолжает оставаться сложной [3]. На фоне роста угрозы эпидемии лекарственно-устойчивого туберкулеза предупреждение его распространения среди заключенных приобретает особую актуальность [4, 5]. Однако в отношении химиопрофилактики туберкулеза у больных ВИЧ-инфекцией ясности нет. Но так как ВИЧ-инфекция является постоянным фактором риска развития туберкулеза [6], то необходимо принципиальное решение вопроса о показаниях к проведению и режимах химиопрофилактики туберкулеза.

Для проведения анализа назначения химиопрофилактики туберкулеза у больных ВИЧ-инфекцией, находившихся в пенитенциарных учреждениях, были изучены 353 случая ВИЧ-инфекции в пенитенциарных учреждениях 11-ти субъектов Российской Федерации (Республика Карелия, Кировская обл., Костромская обл., Ленинградская обл., Республика Мордовия, Оренбургская обл., Пермский край, Свердловская обл., Тульская обл., Челябинская обл. и Ярославская обл.). Среди них было 144 больных,

получавших химиопрофилактику, и 209 – не получавших химиопрофилактику туберкулеза.

Для того чтобы определить показания к назначению химиопрофилактики туберкулеза у больных ВИЧ-инфекцией в пенитенциарных учреждениях, были проанализированы результаты обследования заключенных на ранних стадиях ВИЧ-инфекции.

Больным ВИЧ-инфекцией с 2А и 2Б стадиями химиопрофилактика не назначалась.

Среди 158 больных, у которых была установлена 3-я стадия ВИЧ-инфекции, 38% заключенных получали химиопрофилактику, 62% – не получали. Среди больных с 3-й стадией ВИЧ-инфекции, получавших химиопрофилактику, доля женщин составила 1,8%, в то время как в группе больных с такой же стадией ВИЧ-инфекции, не получавших химиопрофилактику, доля женщин была 27,8% (табл. 1).

Таблица 1 – Сравнительная характеристика больных с ранними стадиями ВИЧ-инфекции, получавших и не получавших химиопрофилактику (ХП) туберкулеза

Характеристика	Стадия ВИЧ-инфекции 3				Стадия ВИЧ-инфекции 4А			
	Получавшие ХП (n=60)		Не получавшие ХП (n=98)		Получавшие ХП (n=18)		Не получавшие ХП (n=42)	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%
Пол:								
м	56	98,2	70	72,2	18	100	29	69,0
ж	1	1,8	27	27,8	0	0	13	31,0
Возраст:								
15–24	9	17,6	2	9,5	2	11,8	1	7,7
25–34	38	74,5	18	85,7	11	64,7	11	84,6
35–44	4	7,8	1	4,8	4	23,5	1	7,7
Число CD4								
0–50	0		0		1	5,6	0	0
50–100	0		0		0	0	0	0
100–200	0		4	4,7	1	5,6	5	12,2
200–350	12	20,7	15	17,4	9	50,0	15	36,6
350–500	13	22,4	18	20,9	3	16,7	11	26,8
500 и выше	33	56,9	49	57,0	4	22,2	10	24,4
Длительность течения ВИЧ-инфекции:								
1–2 года	5	8,3	10	10,2	0	0	0	0
3–4 года	8	13,3	28	28,6	1	5,6	7	16,7
5–7 лет	4	6,7	16	16,3	1	5,6	10	23,8
8–10 лет	38	63,3	32	32,7	11	61,1	21	50,0
более 10 лет	5	8,3	12	12,2	5	27,8	4	9,5
Контакт по ТБ								
да	54	90,0	32	32,7	13	72,2	8	19,0
нет	6	10,0	66	67,3	5	27,8	34	81,0
ТБ в анамнезе								
да	9	15,0	8	8,2	2	11,1	3	7,1
нет	51	85,0	90	91,8	16	88,9	39	92,9

Из таблицы видно, что в обеих группах преобладали лица в возрасте 25–34 лет. Уровень CD4-лимфоцитов в сравниваемых группах был почти одинаковый. Для группы больных, получавших химиопрофилактику, было характерно более длительное течение ВИЧ-инфекции. Так, доля больных, находящихся на 3-й стадии ВИЧ-инфекции с длительностью заболевания более 8 лет, в 1,6 раза

($p < 0,001$) превышала долю больных, не получавших химиопрофилактику туберкулеза на той же стадии ВИЧ-инфекции. Установлено, что преобладающее большинство больных, получавших химиопрофилактику (90%), находились в контакте с больным туберкулезом. Доля заключенных, не получавших химиопрофилактику, находившихся в контакте с больным туберкулезом, была в 2,8 раза

($p < 0,001$) меньше и составила 32,7%. Туберкулез в анамнезе отмечали 15% больных среди получавших химиопрофилактику и 8,2% больных – среди не получавших. Необходимо отметить, что в группу больных с 3-й стадией ВИЧ-инфекции, получавших химиопрофилактику туберкулеза, вошли 6 человек (10%), у которых не было туберкулеза в анамнезе и не было контакта с больным туберкулезом. При этом 2 из 6 человек имели уровень CD4-лимфоцитов более 350/мкл. В то же время среди больных с 3-й стадией ВИЧ-инфекции, не получавших химиопрофилактику, 7 человек (3,3%) находились в контакте с больным туберкулезом и имели туберкулез в анамнезе. У двух из них уровень CD4-лимфоцитов был ниже 350/мкл. Данный факт свидетельствует об отсутствии четких критериев для назначения химиопрофилактики туберкулеза и необходимости их разработки.

Из всех больных с 4А стадией ВИЧ-инфекции (60 человек) 30% получали химиопрофилактику, 70% – не получали. Все больные, получавшие химиопрофилактику, были мужчинами, доля женщин среди больных, не получавших химиопрофилактику, составила 31% (табл. 1). Достоверных различий в возрастной структуре сравниваемых групп заключенных выявлено не было. Большая их часть принадлежала к возрастной группе 25–34 лет. Доля заключенных среди тех, кто получал химиопрофилактику, с уровнем CD4-лимфоцитов менее 350/мкл была в 1,3 раза больше доли заключенных с таким же уровнем CD4-лимфоцитов среди тех, кто не получал химиопрофилактику. Длительное течение ВИЧ-инфекции (более 8 лет) достоверно ($p < 0,01$) чаще регистрировалось среди группы больных с 4А стадией заболевания, получавших химиопрофилактику, по сравнению с больными с 4А стадией, не получавшими химиопрофилактику туберкулеза (88,9% и 59,5% соответственно). У большинства больных ВИЧ-инфекцией с 4А стадией, получавших химиопрофилактику, был контакт с больным туберкулезом (72,2%). Среди больных, не получавших химиопрофилактику, такой контакт отмечали 19%. Туберкулез в анамнезе в 1,6 раза чаще отмечали больные, которым проводили химиопрофилактику, в отличие от тех, кому не проводили.

Исследование показало, что среди всех больных, имевших ранние стадии ВИЧ-инфекции и не имевших контакта с больным туберкулезом, независимо от того, получали они химиопрофилактику или нет, никто туберкулезом не заболел.

По данным МЗ СР РФ за 2009 г., из всех случаев ВИЧ-инфекции в пенитенциарных учреждениях 11-ти изучаемых регионов среди больных, не получавших химиопрофилактику туберкулеза (14 341 человек), им заболели 1045 человек, что составило 7,3%. Среди больных ВИЧ-инфекцией, получавших химиопрофилактику туберкулеза в пенитенциарных учреждениях изучаемых регионов, доля заболевших туберкулезом составила 2,3% (3 из 133 человек), что в 3,2 раза ($p < 0,001$) меньше по сравнению с долей тех, кто не получал химиопрофилактику туберкулеза. Все трое были мужчины в возрасте от 15 до 34 лет со стадиями ВИЧ-инфекции 3, 4А и 4В. У первого из них уровень CD4-лимфоцитов превышал 500/мкл, у второго соответствовал уровню 200–350/мкл, у третьего – 50–100/мкл. Ни у кого из них туберкулез в анамнезе не отмечался. При этом двое из заключенных (с ранними стадиями ВИЧ-инфекции) находились в контакте с больным туберкулезом. Во всех трех случаях курс химиопрофилактики был неполный (менее трех месяцев).

Таким образом, очевидно, что проведение полноценного курса химиопрофилактики туберкулеза снижает вероятность заболевания им. Анализ случаев заболевания туберкулезом после химиопрофилактики показал, что это были либо лица из контакта по туберкулезу, либо лица с иммунодефицитом. То есть химиопрофилактику важно назначать только в тех случаях, когда риск заболевания туберкулезом возрастает (контакт с больным туберкулезом или значительное снижение иммунитета).

Изучен 131 случай ВИЧ-инфекции среди больных, получавших химиопрофилактику туберкулеза, для определения режима назначения химиопрофилактики в зависимости от стадии ВИЧ-инфекции (табл. 2). Чаще всего больным ВИЧ-инфекцией химиопрофилактика туберкулеза назначалась 1 раз (69,6%). Дважды химиопрофилактика назначалась в 14,1% случаев у больных на ранних стадиях ВИЧ-инфекции и в 24,5% случаев у больных с поздними стадиями заболевания, что в 1,7 раза больше. Больным с поздними стадиями проводили химиопрофилактику три раза, немного чаще по сравнению с больными на ранних стадиях ВИЧ-инфекции (7,5% против 3,8%). Более трех раз химиопрофилактика назначалась в 10,3% случаев среди больных с ранними стадиями и в 7,5% случа-

ев среди больных с поздними стадиями заболевания. Получаем, что более одного раза химиопрофилактика туберкулеза чаще проводилась больным с поздними стадиями ВИЧ-инфекции (39,6%) по сравнению с больными на ранних стадиях (28,2%).

В большинстве случаев длительность химиопрофилактики не превышала трех месяцев (75%). В течение четырех месяцев проводили химиопрофилактику у 5,7% больных среди всех с поздними стадиями ВИЧ-инфекции. Больных на ранних стадиях заболевания с длительностью курса химиопрофилактики туберкулеза четыре месяца не оказалось. В 1,3% случаев больным с ранними стадиями проводили химиопрофилактику в течение пяти месяцев. Назначений с такой длительностью химиопрофилактики среди больных с поздними стадиями ВИЧ-инфекции не было. В течение полугода курс химиопрофилактики длился у 5,1% больных из всех с ранними стадиями заболевания и у 3,8% больных из всех – с поздними стадиями. В 5,8 раза чаще назначали химиопрофилактику длительностью семь месяцев больным с поздними стадиями ВИЧ-инфекции по сравнению с больными на ранних стадиях (7,5% и 1,3% соответственно). Курс химиопрофилактики в течение восьми месяцев назначили только одному больному с 4Б стадией ВИЧ-инфекции, что составило 1,9% из всех заключенных с поздними стадиями заболевания. Более девяти месяцев химиопрофилактика длилась у 9% заключенных среди больных ВИЧ-инфекцией на ранних стадиях и у 11,3% – среди больных на поздних стадиях.

Таким образом, курс химиопрофилактики туберкулеза у больных с поздними стадиями ВИЧ-инфекции оказался длиннее по сравнению с больными на ранних стадиях. Так, химиопрофилактика длилась шесть месяцев и более у 24,5% больных среди всех с поздними стадиями и у 15,4% больных среди всех с ранними стадиями заболевания, что в 1,6 раза меньше.

Для химиопрофилактики туберкулеза у больных ВИЧ-инфекцией применялись девять комбинаций из противотуберкулезных препаратов. Наиболее часто среди всех больных применялась комбинация двух препаратов – изониазида и этамбутола (HE) (56,5%). При этом в 1,8 раза ($p < 0,001$) чаще такая комбинация использовалась у больных с ранними стадиями ВИЧ-инфекции по сравнению с

больными на поздних стадиях (69,2% и 37,7% соответственно). Одинаково часто применялись комбинация из изониазида и рифампицина (HR), а также препарат основного ряда – изониазид (H) (по 12,2% из всех больных, получавших химиопрофилактику). Изониазид чаще применялся среди больных с ранними стадиями ВИЧ-инфекции (12,8%) по сравнению с больными на поздних стадиях (11,3%). Комбинация из двух препаратов основного ряда (изониазида и рифампицина) в 4,4 раза ($p < 0,001$) чаще использовалась у больных с поздними стадиями в отличие от больных с ранними стадиями заболевания (22,6% и 5,1% соответственно). Комбинация из изониазида и пиразинамида (HZ) использовалась с почти одинаковой частотой среди больных с ранними и поздними стадиями ВИЧ-инфекции (5,1% и 5,7% соответственно). Комбинацию из изониазида, рифампицина и этамбутола (HRE) в 2,2 раза чаще назначали больным с поздними стадиями ВИЧ-инфекции по сравнению с больными на ранних стадиях заболевания (5,7% против 2,6%). Сочетание рифампицина и этамбутола (RE) применялось у 2,3% больных из всех получавших химиопрофилактику. При этом больным с поздними стадиями ВИЧ-инфекции это сочетание назначали немного чаще по сравнению с больными на ранних стадиях (3,8% против 1,3%). Комбинацию из трех препаратов – изониазида, этамбутола и пиразинамида (HEZ) – применяли редко, в 1,3% случаев среди больных с ранними стадиями и в 1,9% случаев – среди больных с поздними стадиями заболевания. Сочетание четырех противотуберкулезных препаратов (изониазида, рифампицина, этамбутола и пиразинамида) назначали только больным с поздними стадиями ВИЧ-инфекции в 5,7% случаев. Назначение одного препарата из основного ряда – рифампицина (R) зарегистрировано только у 2,6% заключенных среди больных с ранними стадиями ВИЧ-инфекции.

Таким образом, в ходе исследования не было выявлено определенной закономерности между стадией ВИЧ-инфекции больного и комбинацией препаратов, назначаемых для профилактики туберкулеза.

Данные таблицы 2 позволяют сделать вывод, что кратность и длительность химиопрофилактики зависят от стадии ВИЧ-инфекции, то есть на поздних стадиях заболевания чаще применяют более длительный курс химиопрофилактики и более одного раза. Однако выбор комбинаций противо-

Таблица 2 – Режим назначения химиопрофилактики (ХП) туберкулеза у больных ВИЧ-инфекцией в зависимости от стадии заболевания

Режим ХП	Стадия ВИЧ-инфекции							
	3 (n=60)		4А (n=18)		4Б (n=44)		4В (n=9)	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%
Сколько раз проводилась ХП:								
1	43	71,7	13	72,2	25	56,8	7	77,8
2	8	13,3	3	16,7	11	25,0	2	22,2
3	3	5,0	0	0	4	9,1	0	0
более 3 раз	6	10,0	2	11,1	4	9,1	0	0
Длительность курса ХП:								
менее 3 мес.	23	38,3	9	50,0	15	34,1	4	44,4
3 мес.	28	46,7	5	27,8	16	36,4	2	22,2
4 мес.	0	0	0	0	2	4,5	1	11,1
5 мес.	0	0	1	5,6	0	0	0	0
6 мес.	3	5,0	1	5,6	1	2,3	1	11,1
7 мес.	0	0	1	5,6	3	6,8	1	11,1
8 мес.	0	0	0	0	1	2,3	0	0
более 9 мес.	6	10,0	1	5,6	6	13,6	0	0
Какими препаратами:								
R	0	0	2	11,1	0	0	0	0
H	6	10,0	4	22,2	3	6,8	3	33,3
HR	2	3,3	2	11,1	12	27,3	0	0
RE	1	1,7	0	0	2	4,5	0	0
HZ	2	3,3	2	11,1	2	4,5	1	11,1
HE	47	78,3	7	38,9	17	38,6	3	33,3
HRE	2	3,3	0	0	3	6,8	0	0
HEZ	0	0	1	5,6	0	0	1	11,1
HREZ	0	0	0	0	3	6,8	0	0
н/д	0	0	0	0	2	4,5	1	11,1

туберкулезных препаратов никак не зависит от стадии заболевания.

После курса химиопрофилактики туберкулеза у преобладающего большинства больных прошло менее 6 месяцев. Рисунок 1 наглядно демонстрирует период между химиопрофилактикой и моментом заполнения анкеты в зависимости от стадии ВИЧ-инфекции.

Как видно из рисунка, у всех больных с 4В стадией ВИЧ-инфекции прошло менее года с момента окончания химиопрофилактики. Среди больных с 4А стадией у 77,8% больных период между химиопрофилактикой и заполнением анкеты составил менее года, у остальных 22,2% больных – от 1-го года до 2-х лет. У 77,3% больных с 4Б стадией ВИЧ-инфекции прошло менее 1-го года с момента окончания курса химиопрофилактики, у 11,3% – от 1-го года до 2-х лет, и такая же доля

больных закончила курс химиопрофилактики более двух лет назад. Наибольший период времени после окончания химиопрофилактики был среди больных с 3-й стадией ВИЧ-инфекции. Доля больных, у которых прошло более двух лет с момента окончания химиопрофилактики, составила 21,7% случаев. Доля тех, у кого прошло от 1-го до 2-х лет, – 11,7% случаев. Удельный вес заключенных с 3-й стадией ВИЧ-инфекции, у которых после химиопрофилактики прошло менее года, был наименьший среди всех больных, получавших химиопрофилактику, и составил 66,7% случаев. Получается, что больным с 3-й стадией ВИЧ-инфекции назначили курс химиопрофилактики туберкулеза раньше, чем больным с поздними стадиями заболевания.

Таким образом, проведение химиопрофилактики требуется только в случаях повышенного рис-

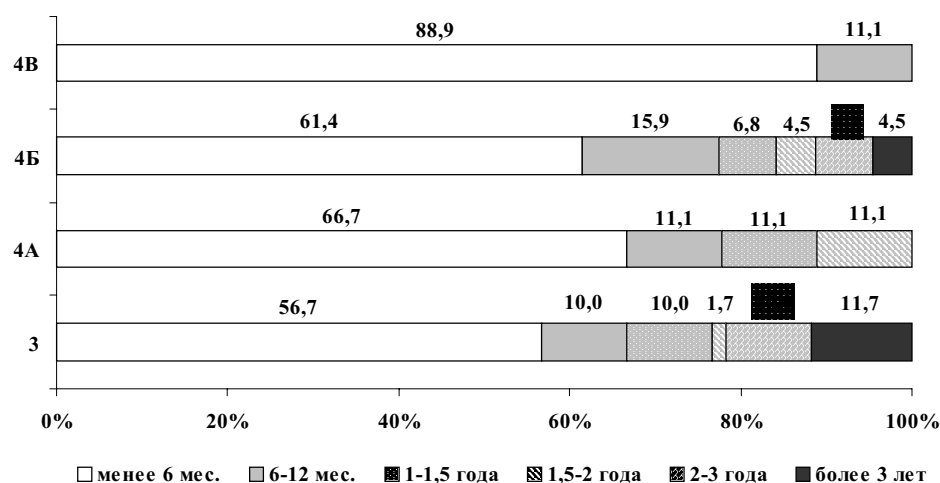


Рис. 1. Распределение контингента больных по периоду, прошедшему после химиопрофилактики, в зависимости от стадии ВИЧ-инфекции (%).

ка заболевания туберкулезом: контакт с больным туберкулезом или значительное снижение иммунитета (<200 кл/мкл). Более обоснованное проведение химиопрофилактики даст экономический эффект. Кроме того, прием противотуберкулезных препаратов больным ВИЧ-инфекцией, имеющим в более чем 60% случаев гепатиты «В» и «С», должен быть всегда оправдан.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод о необходимости разработки и внедрения четких показаний для назначения химиопрофилактики туберкулеза больным ВИЧ-инфекцией, находящимся в заключении, и определения кратности, длительности и выбора противотуберкулезных препаратов для проведения курса химиопрофилактики.

Библиографический список

1. Бабаева И.Ю., Кондратьева Е.Г., Шаполовский В.В., Демихова О.В. Вторичные заболевания у больных туберкулезом на поздних стадиях ВИЧ-инфекции // Эпидемиология и инфекционные болезни. – 2008. – № 3. – С. 42–46.
2. Батыров Ф.А., Фролова О.П., Жукова Г.Н. и др. Контингент ВИЧ-инфицированных больных туберкулезом в противотуберкулезном учреждении // Проблемы туберкулеза и болезней легких. – 2003. – № 5. – С. 6–9.
3. Кононец А.С. Особенности течения туберкулеза легких среди контингента пенитенциарных учреждений: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Москва, 2003. – 26 с.
4. Кононец А.С., Сидорова С.В., Сафонова С.Г. Организация противотуберкулезной помощи в учреждениях уголовно-исполнительной системы // Проблемы туберкулеза. – 2004. – № 11. – С. 17–19.
5. Кузнецова А.С. Статистические данные, характеризующие состояние проблемы туберкулеза у больных ВИЧ-инфекцией в учреждениях ФСИН Российской Федерации // Проблемы туберкулеза у больных ВИЧ-инфекцией. – 2007. – № 4. – С. 44–45.
6. Фролова О.П. Особенности течения туберкулеза у ВИЧ-инфицированных и меры его профилактики: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – СПб., 1998. – 25 с.

N.V. BELYAKOVA

THE PROPHYLAXIS OF THE TUBERCULOSIS AMONG PATIENTS WITH HIV-INFECTION IN A PENITENTIARY SYSTEM

This article touches the problem of optimization of the prophylaxis of the tuberculosis among prisoners with HIV-infection. Criteria and regimen of prescription of chemoprophylaxis of tuberculosis were analyzed. The absence of clear criteria of its prescription was founded. The effectiveness of tuberculosis chemoprophylaxis among patients with late studies of HIV-infection was demonstrated. The economic effect of a new approach in prescription of chemoprophylaxis of the tuberculosis among patients with HIV-infection was defined.

Key words: HIV-infection, chemoprophylaxis of the tuberculosis, the absence of clear criteria, effectiveness.

М.В. ГОРЕЛОВА, аспирант кафедры гистологии,
цитологии и эмбриологии медицинского института
Орловского государственного университета,
заведующая гистологической лабораторией ЗАО «Ретиноиды»
Тел. 43-07-09; GorelovaMV@yandex.ru

ПОСЛОЙНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ Ki-67- И P53-ПОЗИТИВНЫХ КЛЕТОК В ЭПИДЕРМИСЕ ВОЛОСИСТОЙ ЧАСТИ ГОЛОВЫ У МУЖЧИН В ПОСТНАТАЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ

На аутопсийном материале с использованием моноклональных антител к белкам Ki-67 и p53 изучали послойно распределение меченых клеток в интерфолликулярном эпидермисе кожи височной области у мужчин в постнатальном онтогенезе. В изменяющемся с возрастом эпидермисе процессы пролиферации и деструкции проходили в базальном и шиповатом слоях. Количество пролиферирующих Ki-67-позитивных клеток увеличивалось до 43 лет и в дальнейшем постепенно уменьшалось. Индекс p53 с возрастом неуклонно возрастал, что особенно было выражено после 66 лет.

Ключевые слова: эпидермис, кератиноциты, Ki-67, p53.

По нашим и литературным данным, пролиферация и деструкция клеток эпидермиса разнонаправленны и меняются с возрастом [2–4, 6–8, 10, 11]. Однако послойное течение этих процессов остается неисследованным.

Целью настоящей работы стало изучение распределения Ki-67- и p53-позитивных клеток в различных слоях эпидермиса височной области у мужчин в постнатальном онтогенезе.

Материалы и методы

Объектом исследования служили образцы кожи височной области, полученные от 90 трупов мужчин в возрасте от 7 месяцев до 75 лет (всего 46 возрастных точек). Секционный материал получали из судебно-медицинских моргов и патологоанатомических отделений больниц городов Орла и Москвы. Материал, полученный не позднее 12–14 часов после смерти, наступившей преимущественно от травм и реже от соматических заболеваний, фиксировали в 10% нейтральном формалине и заливали в парафин, изготавливали срезы толщиной 4–5 мкм.

Выявляли белки Ki-67 и p53 с помощью моноклональных антител (Cell marque, США) методом их двойного непрямого маркирования. Демаскировку антигена проводили кипячением срезов под повышенным давлением в растворе Decler (Cell marque, США). Определяли локализацию первичных антител с помощью иммунопероксидазного метода (Histofine Simple Stain MAX PO Multi, Япония) с использованием в качестве субстрата 3,3-диаминбензидина (ДАБ) для выявления Ki-67- и 3-амино-9-этилкарбазола (АЭК) для p53-позитивных клеток, после чего срезы докрашивали гематоксилином Караччи.

Белок Ki-67 – это маркер пролиферации, выявляющийся в ядрах клеток, которые готовятся к делению [5], p53 – белок, активирующий репарацию повреждённой ДНК ядра клетки, а также развитие апоптоза в случае высокой степени этих повреждений [1, 9]. Экспрессию белков оценивали путем подсчета количества позитивных клеток в базальном слое, в первом и вышележащих рядах шиповатого слоя.

Статистическую обработку результатов проводили с помощью программы «Statistica», версия 6.1. Для выявления общих тенденций изменений с помощью программы Microsoft Office Excel 2007 строили полиномиальную линию тренда 6-й степени, которая применима для анализа большого количества нестабильно возрастающих и убывающих величин.

Результаты собственных исследований и их обсуждение

На рис. 1 представлены результаты исследования послойного содержания Ki-67-позитивных клеток в интерфолликулярном эпидермисе височной области у мужчин в возрастном аспекте. Так, в базальном слое начиная с 7-месячного возраста количество Ki-67-позитивных клеток увеличивалось до 43 лет с ярко выраженным подъёмом в 19-летнем возрасте. В период от 44 до 65 лет содержание этих клеток уменьшалось с последующим незначительным подъёмом к 75 годам (рис. 1, а). В целом в «супрабазальном» слое меченых клеток меньше, чем в базальном, и с возрастом существенно не изменялось (рис. 1, б). В шиповатом слое без учёта «супрабазального» их количество невелико и варьируется в течение жизни от 0 до 0,7 в поле зрения микроскопа, и только в 19-летнем возрасте этот показатель превышал два. Следует отметить, что в возрасте от 43 до 53 лет количество Ki-67-позитивных клеток минимальное и в дальнейшем незначительно увеличивалось (рис. 1, в). Направление изменения содержания Ki-67-позитивных клеток в шиповатом слое такое же, как и в базальном (рис. 1, г). Оценивая весь ростковый слой (базальный и шиповатый слои вместе), можно отметить, что количество пролиферирующих клеток после рождения увеличивалось до

19–21-летнего возраста и в дальнейшем с годами постепенно снижалось (рис. 1, д).

Методически оправданным следует считать все же отдельный подсчёт Ki-67-позитивных клеток в базальном и шиповатом слоях, поскольку тенденции изменения послойного содержания этих клеток в отдельных возрастных группах могут не совпадать.

При отдельном послойном подсчёте числа p53-позитивных клеток обнаружено, что их содержание в базальном слое относительно невелико. Зависимость от возраста не прослеживалась до 64 лет, когда начинал развиваться быстрый подъём этого показателя (рис. 2, а). Наибольшее количество p53-позитивных клеток содержалось в шиповатом слое. Абсолютное количество этих клеток уменьшалось до 68 лет с последующим значительным увеличением к 75 годам. Позитивно окрашенных клеток в «супрабазальном» слое меньше, чем в шиповатом слое, без учёта «супрабазального» (рис. 2, б, в, г).

Оценивая послойное содержание меченых кератиноцитов, мы сочли целесообразным суммировать все p53-позитивные клетки в базальном и шиповатом слоях (ростковая зона) и представить результат в виде индекса, указывающего их долю (%) в общем числе клеточных элементов эпидермиса для каждой возрастной группы (табл., рис. 2, д). Представленные таким образом результаты более ярко отражают тенденцию физиологических изменений в интерфолликулярном эпидермисе кожи височной области у мужчин в постнатальном онтогенезе. Так, индекс p53 с возрастом увеличивался и составлял в группе 71–75 лет 12,4%.

Заключение

Послойное распределение Ki-67- и p53-позитивных клеток в интерфолликулярном эпидермисе кожи височной области у мужчин в постнатальном онтогенезе позволило выявить следующее. В изменяющемся с возрастом эпидермисе процессы пролиферации и деструкции проходили в базальном и шиповатом слоях. Количество пролиферирующих Ki-67-позитивных клеток увеличивалось до 43 лет и в дальнейшем постепенно уменьшалось. Индекс p53 с возрастом неуклонно возрастал, что особенно было выражено после 66 лет.

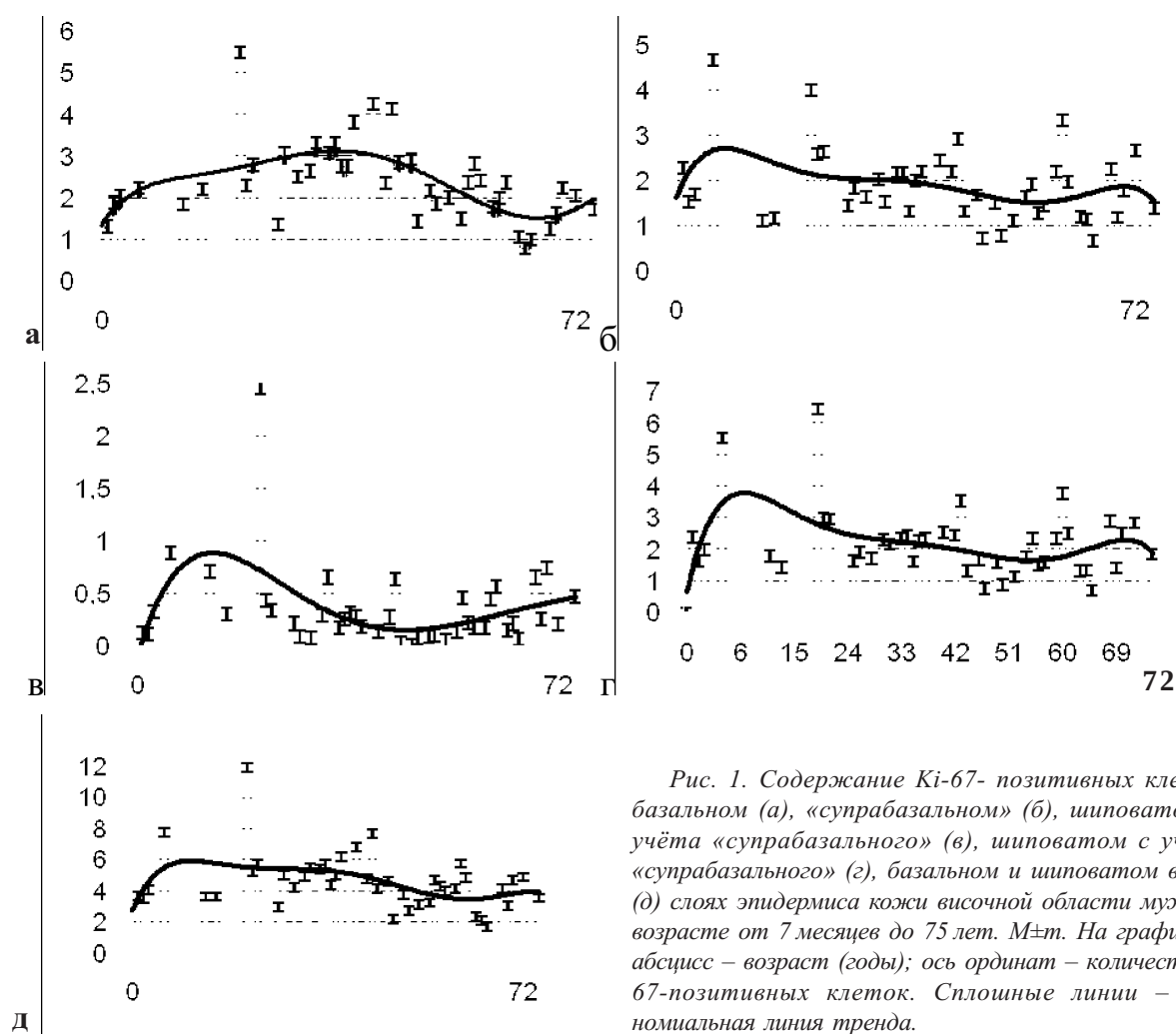


Рис. 1. Содержание Ki-67- позитивных клеток в базальном (а), «супрабазальном» (б), шиповатом без учёта «супрабазального» (в), шиповатом с учётом «супрабазального» (г), базальном и шиповатом вместе (д) слоях эпидермиса кожи височной области мужчин в возрасте от 7 месяцев до 75 лет. $M \pm m$. На графике ось абсцисс – возраст (годы); ось ординат – количество Ki-67-позитивных клеток. Сплошные линии – полиномиальная линия тренда.

Таблица – Индекс p53-позитивных клеток (%) в базальном и шиповатом слоях эпидермиса кожи височной головы области мужчин в различных возрастных группах

Возрастные группы	Индекс p53 (%)
1 группа – 11–15 лет	2,60
2 группа – 16–20 лет	2,89
3 группа – 21–25 лет	9,75
4 группа – 26–30 лет	5,89
5 группа – 31–35 лет	7,49
6 группа – 36–40 лет	6,84
7 группа – 41–45 лет	5,09
8 группа – 46–50 лет	5,26
9 группа – 51–55 лет	7,96
10 группа – 56–60 лет	7,15
11 группа – 61–65 лет	6,33
12 группа – 66–70 лет	11,85
13 группа – 71–75 лет	12,40

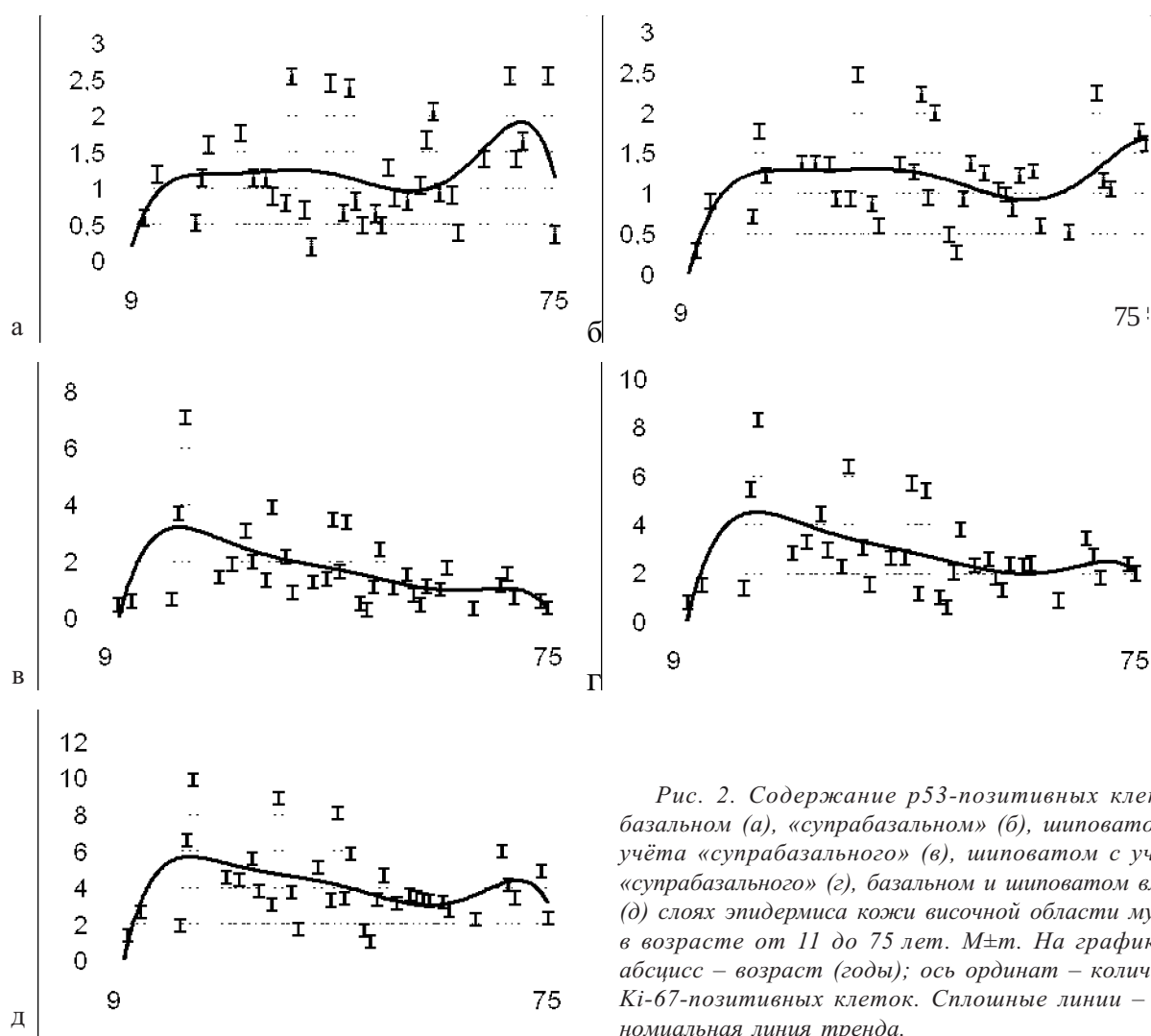


Рис. 2. Содержание p53-позитивных клеток в базальном (а), «супрабазальном» (б), шиповатом без учёта «супрабазального» (в), шиповатом с учётом «супрабазального» (г), базальном и шиповатом вместе (д) слоях эпидермиса кожи височной области мужчин в возрасте от 11 до 75 лет. $M \pm m$. На графике ось абсцисс – возраст (годы); ось ординат – количество Ki-67-позитивных клеток. Сплошные линии – полиномиальная линия тренда.

Библиографический список

1. Анисимов В.Н. Молекулярные и физиологические механизмы старения. – СПб.: Наука, 2003. – 467 с.
2. Витрук Т.Ю., Рязанцева Н.В., Пестерев П.Н., Мустафина Л.Р. Особенности экспрессии маркёров апоптоза клетками кожи при старении // Бюллетень сибирской медицины. – 2008. – № 2. – С. 23–29.
3. Горелова М.В. Проллиферативная активность интерфолликулярного эпидермиса кожи височной области мужчин 20–45 лет // Морфология. – 2010. – Т. 137. – № 4. – С.
4. Горелова М.В., Алексеев А.Г., Жучков С.А. Изучение пролиферативной активности кератиноцитов интерфолликулярного эпидермиса кожи височной области мужчин в возрастном аспекте // XVII Российский научный конгресс «Человек и лекарство». – М., 2010. – С. 598.
5. Кирик О.В., Безнин Г.В., Коржевский Д.Е. Маркеры пролиферации, применяемые в гистологических исследованиях // Морфология. – 2009. – Т. 136. – № 6. – С. 95–100.
6. Ноздрин В.И., Горелова М.В., Алексеев А.Г., Банин В.В. Морфологические особенности эпидермиса и волосных фолликулов кожи височной области мужчин в возрастном аспекте // Морфология. – 2010. – Т. 137, № 4. – С. 143.
7. Смирнова И.О. Нейроиммуноэндокринные маркёры старения кожи. Автореф. дис. ... докт. мед. наук. – СПб., 2004. – 44 с.
8. Смирнова И.О. Функциональная морфология старения кожи // Успехи геронтологии. – 2004. – Вып. 13. – С. 44–51.
9. Чумаков П.М. Белок p53 и его универсальные функции в многоклеточном организме // Успехи биологической химии. – 2007. – Т. 47. – С. 3–52.

10. Batinac T., Zamolo G., Jonjic N. et al. p53 protein expression and cell proliferation in non-neoplastic and neoplastic proliferative skin diseases // Tumori. – 2004. – Vol. 90. – P. 120–127.
11. El-Domyati M. B., Attia S., Saleh F., et al. Expression of p53 in normal sun-exposed and protected skin (Type IV–V) in different decades of age // Acta Derm Venereol. – 2003. – Vol. 83. – P. 98–104.

M.V. GORELOVA

THE LEVEL-BY-LEVEL DISTRIBUTION OF KI-67– AND P53-POSITIVE CELLS IN THE EPIDERMIS OF THE SKIN OF THE MEN’S SCALP IN POSTNATAL ONTOGENESIS

The layer-by-layer distribution of labeled cells in interfollicular epidermis of the men’s skin of the temporal area in postnatal ontogenesis has been studied on the autopsy material with the use of monoclonal antibodies to fibers Ki-67 and p53. Processes of the proliferation and destruction in the epidermis changing with the years passed in basal and spinous layers. The quantity of proliferating Ki-67-positive cells was enlarged up to 43 years and further gradually decreased. The index p53 steadily increased with the years and that was especially expressed after 66 years.

Key words: epidermis, keratinocyte, Ki-67, p53.



Е.Т. ЖИЛЯКОВА, заведующая кафедрой фармацевтической технологии, управления и экономики здравоохранения ГОУ ВПО «Белгородский государственный университет», доктор фармацевтических наук, профессор
Тел. (4722)301427; EZhilyakova@bsu.edu.ru

М.А. ХАЛИКОВА, ассистент кафедры фармацевтической технологии, управления и экономики здравоохранения, аспирант кафедры фармацевтической химии и фармакогнозии ГОУ ВПО «Белгородский государственный университет»
Тел. 89103249634; Khalikova@bsu.edu.ru

О.О. НОВИКОВ, заведующий кафедрой фармацевтической химии и фармакогнозии ГОУ ВПО «Белгородский государственный университет», доктор фармацевтических наук, профессор
Тел. (4722)301425; Novikov@bsu.edu.ru

М.Ю. НОВИКОВА, старший преподаватель кафедры фармацевтической технологии, управления и экономики здравоохранения ГОУ ВПО «Белгородский государственный университет», кандидат фармацевтических наук
Тел. (4722)302150; MNovikova@bsu.edu.ru

Э.Ф. СТЕПАНОВА, доктор фармацевтических наук, профессор кафедры технологии лекарств Пятигорской государственной фармацевтической академии
efstepanova@yandex.ru.

Д.А. ФАДЕЕВА, ассистент кафедры фармацевтической химии и фармакогнозии, аспирант кафедры фармацевтической химии и фармакогнозии ГОУ ВПО «Белгородский государственный университет»
fadeeva_d@bsu.edu.ru

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЫБОРА НОВЫХ СОСТАВОВ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ФОРМ С ПОМОЩЬЮ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Согласно Международной классификации болезней, травм и причин смерти заболевания глаз являются одними наиболее распространенными. Различные травмы глаз составляют 8%, катаракта – 3,9%, миопия – 2,1%, глаукома – 1,9%. В последнее время получили распространение новые заболевания глаз, связанные с воздействием технических средств. Число глазных заболеваний растет и определяется многими факторами, в том числе неблагоприятной экологической обстановкой, техногенным воздействием, нагрузкой на органы зрения, которая возрастает по мере развития цивилизации. Таким образом, проблема создания офтальмологических препаратов, в частности глазных капель, остается актуальной и современной.

Ключевые слова: офтальмологические препараты, глазные капли, метод Саати, компьютерные технологии.

Рост количества глазных заболеваний определяется многими факторами, в том числе неблагоприятной экологической обстановкой, техногенными воздействиями, нагрузкой на орган зрения, которая возрастает по мере развития цивилизации [7]. Наибольшее число встречающихся офтальмологических заболеваний – конъюнктивиты, катаракта, глаукома. Катаракта является одной из основных причин слепоты в мире. Число подобных патологий составляет около 17 млн. человек. Основным методом восстановления зрения при катарактах является микрохирургия глаза, в которой достигнуты большие успехи. Однако, несмотря на определенные преимущества этого метода, он остается небезопасным, так как его применение способно увеличивать число послеоперационных осложнений. Кроме того, высокая стоимость операции и возможные ее ограничения обосновывают и стимулируют развитие терапевтических методов лечения катаракт.

Все лекарственные препараты для глазной практики представляют собой особую группу лекарственных средств. Разработка оригинальных офтальмологических лекарственных средств требует больших финансовых и временных затрат, что особенно выражено в отношении разработки состава и создания оптимальной технологии глазных лекарственных форм, среди которых по-прежнему доминируют ГК. Многие фармацевтические фирмы специализируются на выпуске глазных капель: «ALKON», «Laboratoires H. Faure», «Ciba vision Novartis», «Schering-Plough», «Santen» и другие. Однако большинство выпускаемой продукции представляют собой монопрепараты, хотя общеизвестно, что комбинированные составы способны работать более многогранно и эффективно. И в то же время комбинированные офтальмологические средства пока составляют не более 30% всей номенклатуры лекарственных средств.

На сегодняшний день реально существует проблема недостатка отечественных комбинированных глазных капель, а существующие импортные препараты обладают высоким стоимостным показателем. Кроме того, в доступной научной литературе практически не встречается информация о соответствующих российских научных разработках в области фармацевтической технологии.

Учитывая вышесказанное, проблема разработки составов, технологий оригинальных комбинированных ГК и внедрения их в производство представляется актуальной.

В то же время сложность и длительность реализации этапа разработки составов ГК обусловлена тем, что проблема их создания является многокритериальной и предполагает применение таких процедур отбора обоснованных составов, которые позволяют согласовать и сочетать различные требования к ним. Проблема существенно осложняется вариабельностью возможных сочетаний в лекарственной форме действующих и вспомогательных веществ и необходимостью исследований большого количества модельных смесей.

В настоящее время вопросы прогнозирования в научных технологических и экономических исследованиях достаточно многоплановы и объемны. Для фармацевтической технологии наибольший интерес представляют методологические схемы и блоки предопределяющего характера, разработанные в Пятигорской фармацевтической академии (Кузнецовым А.В.), Екатеринбургской медицинской академии (Гавриловым А.С.), Волгоградском медицинском университете (Ганичевой Л.М.), выполненные с использованием значительного числа экспериментальных данных. Методологические схемы разработки составов и технологий, предложенные в этих работах, рассматривают определенный класс лекарственных форм. При этом методологические подходы к исследованию и производству глазных лекарственных форм вообще не изучались. Поэтому конструирование системы прогнозирования составов глазных капель с целью оптимизации производства этой группы лекарственных форм вполне актуально. Тем более что современная наука позволяет использовать в данном исследовании компьютерные технологии.

Характеристика проблемы выбора лекарственных веществ

Исходя из компетенции и возможностей заказчика, лекарственные вещества могут быть указаны им заранее. В случае, когда речь идет о лекарственной форме определенного фармакотерапевтического действия, выбор лекарственных веществ является прерогативой исполнителя. На

этом этапе исследования основную роль играют база знаний исполнителя и база данных действующих веществ, которая у него имеется.

Лекарственные вещества могут быть получены синтетическим путем, в эту группу могут входить практически все химические вещества, кстати, они являются самыми чистыми с химической точки зрения, и их концентрации достаточно малы.

Другой источник лекарственных веществ – субстанции животного происхождения. Эти действующие вещества получают из обработанных определенным образом различных органов животных и довольно сложны в технологии получения и стандартизации. Кроме того, они могут обладать достаточно сложными нежелательными побочными эффектами.

Третий путь получения лекарственных веществ – это получение их из растительного сырья. Собственно, на этом в большей степени и основана «народная медицина». Россия богата растительными ресурсами, и каждый из них обладает в той или иной степени терапевтическими свойствами. Однако именно растительное сырье очень зависит от способа выращивания, климата и других факторов, на которые человек повлиять не может. Это приводит к тому, что для различных серий одного и того же препарата содержание лекарственных веществ (антиоксидантов, флавоноидов, гликозидов и др.) из года в год может быть различным. Поэтому на каждый вид сырья приходится при приготовлении лекарственной формы учитывать пересчет непосредственно лекарственного вещества. Исходя из этого, со стороны производства работа с растительным сырьем достаточно затруднена, и в первую очередь из-за нестабильности количества действующего вещества.

В особую группу можно выделить антибиотики. Это вещества природного происхождения, обладающие выраженной биологической активностью. Они могут быть получены из микробов, растений, животных тканей и синтетическим путем.

Наибольшее число антибиотиков различного строения получено из актиномицетов (лучистых грибов), плесневых грибов, некоторых бактерий. Производство большинства антибиотиков осуществляется путем биосинтеза.

Очень большое значение имеет определение активности антибиотиков, которое осуществляется микробиологическим путем с применением чувствительных тест-микробов. По спектру antimicrobial действия различают антибиотики, активные в отношении грамположительных микроорганизмов (пенициллины, макролиды), активные в отношении грамотрицательных и грамположительных микроорганизмов (стрептомицин, неомицин), антибиотики широкого спектра действия (левомицетин, тетрациклин), антибиотики с противогрибковым действием (полиены). В последнее время активизировался поиск новых антимикробных агентов на основе эфирных растительных масел (Topp, Perry Nicolette).

Следовательно, при всем широком выборе лекарственных веществ различного происхождения каждое из них наряду с набором неоспоримых лекарственных достоинств обладает и существенными недостатками. Как известно, ни одно лекарственное вещество не может служить «панацеей» от всех болезней.

Поэтому после выявления терапевтического эффекта новых лекарственных веществ происходит их отбор с наиболее выраженными фармакологическими свойствами, хотя и это не всегда приводит к желаемому эффекту. Например, при интенсивном образовании свободных радикалов и при недостаточной активности антиоксидантной компенсирующей системы возникает окислительный стресс, который может явиться причиной многих патологий. Свободные радикалы являются базисом механизма старения органов и тканей и вовлекаются в патогенез практически всех известных болезней.

При выборе того или иного лекарственного вещества прежде всего необходимо выделить и сравнить критерии приоритетности его применения.

К таким критериям можно отнести:

- фармакотерапевтическую эффективность активной фармакологической субстанции (АФС);
- физико-химическую стабильность ГК;
- дозы, используемые в предлагаемых ГК;
- совместимость с другими лекарственными средствами, назначаемыми при данном заболевании;

- отсутствие или минимальный нежелательный побочный эффект (НПЭ);
- применение данного лекарственного вещества в уже существующих лекарственных формах;
- доступность, в том числе и экономическую.

В данный перечень критериев можно добавить и другие по мере необходимости, но, с нашей точки зрения, указанные являются приоритетными. Показатели НПЭ, физико-химическая стабильность, улучшение органолептических свойств могут улучшаться или нивелироваться в процессе разработки технологии.

Таким образом, выбор лекарственного средства, когда оно не задано заказчиком, представляет собой многокритериальную сложную задачу.

Характеристика проблемы выбора вспомогательных веществ

Термин «вспомогательные вещества» объединяет большую группу природных и синтетических материалов, использование которых в фармацевтической практике позволяет получить лекарственную форму, соответствующую современной нормативной документации [6].

В течение целого исторического периода вспомогательные вещества рассматривались главным образом с точки зрения использования их в процессе получения той или иной лекарственной формы, наиболее удобной как для больных, так и для транспортировки и хранения лекарства.

В связи с этим вспомогательным веществам отводилась роль второстепенная, отвечающая за потребительские качества лекарственных форм. Вспомогательные вещества не являлись специальным предметом изучения в лекарствоведении, и сведения, касающиеся их свойств и назначения, приводились только в связи с описанием той или иной лекарственной формы и специальных методов изготовления лекарств. Этот взгляд на вспомогательные вещества полностью соответствовал прежним представлениям, господствовавшим целую эпоху, как теоретической основы фармацевтической технологии лекарств.

При проведении массообменных процессов, и в первую очередь для растворения различных веществ и получении экстрактивных лекарственных форм (настоек, экстрактов, водно-спиртовых, вод-

ных вытяжек из лекарственного растительного сырья), широко используют экстрагенты: водно-спиртовые композиции, растительные масла, хлороформ и др. Кроме того, они широко используются в качестве дисперсионных сред в случае получения медицинских суспензий.

Достаточно широко используется этанол при получении галеновых и новогаленовых препаратов. Особенно в последнее время расширилось производство индивидуальных экстрактивных веществ. Следует сразу подчеркнуть, что использование того или иного растворителя с определенным лекарственным веществом до сих пор обуславливается чисто физико-химическими свойствами растворителя, его растворяющей способностью, и подбираются они, как правило, эмпирически или из личного опыта разработчика или из доступной литературы.

Кроме физико-химических свойств, определяющих растворимость и способность к экстрагированию, указанные вспомогательные вещества обладают собственным фармакологическим действием, поэтому при разработке состава лекарственной формы этого факта не учитывать нельзя.

По критериям, с помощью которых следует выбирать вспомогательные вещества, можно составить классификацию лекарственных форм, где их предполагается использовать. В таблице 1 приведены некоторые качественные и количественные показатели, характеризующие лекарственную форму.

Анализ данных таблицы 1 показывает, что в каждом конкретном случае разработчик начинает подбирать состав с «чистого листа», пользуясь исключительно собственными знаниями и опытом и базой данных по конкретной лекарственной форме.

Процесс разработки новых комбинированных лекарственных форм является длительной и дорогостоящей процедурой. Как правило, состав нового лекарственного средства подбирается при помощи множества экспериментов (создания модельных смесей), иногда их число доходит до нескольких десятков. И каждый из этих составов должен проходить предварительные исследования для установления наиболее эффективного в решении данной конкретной задачи.

Обычно процесс обоснования и выбора состава проходит в несколько этапов. В первую очередь

выбирается одно или несколько лекарственных веществ, обладающих определенным терапевтическим эффектом, причем предпочтение отдается лекарственным веществам, которые при совместном использовании способны усиливать действие друг друга или снижать НПЭ. Затем в зависимости от выбранной лекарственной формы подбираются вспомогательные вещества. Их роль заключается в придании лекарственным веществам формы, удобной для приема потребителем, стабильности готового лекарственного средства (ГЛС), имеющего высокую точность дозирования, снижении побочных эффектов лекарственных веществ. Этот процесс основывается на информации о лекарственных и вспомогательных веществах, а также на личном опыте разработчика.

Только после предварительно проведенных исследований возможна разработка технологии получения выбранного состава. Информация о лекарственных и вспомогательных веществах может составить базу данных, а личный опыт разработчика – базу знаний. Ниже представлен примерный путь, который проходит разработчик при создании нового лекарственного средства от начала его изучения до конца.

Условно этот путь можно разделить на три этапа: теоретический, экспериментальный, производственный. Представляется целесообразным рассмотреть их подробнее.

Теоретический этап разработки

Он включает в себя подготовку для выбора лекарственных, вспомогательных веществ, вида лекарственной формы, а также упаковки.

1. Изучение и анализ научных источников, данных Интернет, справочной литературы, а также проведение патентного поиска по теме. Этот объем информации создает базу данных технолога. На заключительном этапе формируется научный аналитический литературно-патентный обзор по теме. На основе этих данных производится экспериментальная наработка модельных смесей для создания конкретной лекарственной формы.

Возможно, основную роль в разработке составов и технологий готовых лекарственных средств играет собственный опыт разработчика. Создав несколько лекарственных препаратов, специалист

априори может выбрать правильное направление исследований, и тогда количество модельных смесей может уменьшиться с нескольких десятков до нескольких единиц. Этот опыт приходит только в том случае, когда разработчик постоянно занимается разработкой составов и технологий вплоть до их внедрения. Этот опыт формирует базу знаний разработчика. Используя базу данных и применив собственные знания, технолог создает «теоретическую» лекарственную форму, которая в дальнейшем будет исследоваться.

2. Получив некую «модельную смесь», разработчик вновь сравнивает ее с существующей базой данных.

Этот этап затруднен тем, что компьютерных баз данных по конкретным лекарственным формам, лекарственным и вспомогательным веществам нет. Поэтому специалист снова обращается к научным источникам, данным Интернет, справочной литературе, а также патентам по теме. Этот процесс обоюдный: специалист уточняет оригинальность своей разработки и, с другой стороны, пополняет свою базу знаний.

3. При разработке нового оригинального лекарственного средства необходимо аналитическое обеспечение. Как правило, его проводят специалисты в области фармацевтического анализа. Однако разработчик заинтересован в качестве аналитического обеспечения и, являясь, как правило, его соавтором, пополняет свою базу знаний.

Экспериментальный этап разработки

1. Фармакологические исследования специалисты проводят на подопытных животных, исследуя новое лекарственное средство на модели, соответствующей его действию. Кроме того, в обязательном порядке изучается микробная чистота препарата. После получения положительных результатов составляется отчет о доклинических исследованиях.

2. Как правило, наряду с доклиническими исследованиями проводится фармакопейный анализ лекарственного средства, и, получив положительные результаты, проект фармакопейной статьи направляется на утверждение в Департамент государственного контроля лекарственных средств и медицинской техники.

3. Параллельно с этими исследованиями и формированием пакета документации технолог разрабатывает технологическую документацию.

4. После утверждения всех вышеупомянутых документов производится наработка образцов нового лекарственного средства для закладки его

на хранение. Вместе с этим производится изучение разрабатываемого лекарственного средства в клинических условиях. Этот этап может быть достаточно трудоемким и затяжным (хотя сроки клинических исследований утверждены и достигают 1,5 года).

Таблица 1 – Показатели, характеризующие некоторые лекарственные формы

№	Лекарственная форма	Агрегатное состояние	Внутреннее или наружное	Стерильность	Стабильность	pH	Требования комфортности	Микробная чистота
1	Глазные капли	Раствор, суспензия, эмульсия	Наружное	Стерильны	Стабильны в течение всего срока хранения и использования	5,5–9,0	Не вызывать у пациента болезненных ощущений	Стерильны
2	Таблетки	Твердое	Внутреннее или наружное	Нет	Стабильны в течение всего срока хранения и использования	–	Не вызывать у пациента неприятных ощущений	Согласно НД
3	Детские лекарственные формы	Преимущественно жидкие (с скорректированным вкусом)	Внутреннее	Для детей-новорожденных и детей до 1 года	Стабильны в течение всего срока хранения и использования	Для внутренних – нейтральное значение	Корректированный вкус не вызывает отрицательных ощущений	Стерильны
4	Мази	Пластичные массы, хорошо наносящиеся на кожу или слизистые	Наружное	Нет, кроме глазных мазей	Стабильны в течение всего срока хранения и использования	5,5–6,0	Не вызывать у пациента болезненных ощущений	Согласно НД
5	Гранулы для экстенпорального получения суспензий или растворов	Раствор, суспензия	Внутреннее	Для взрослых – нет	Стабильны в течение всего срока хранения и использования	6,5–7,0	Не вызывать у пациента неприятных ощущений	Согласно НД
6	Инъекционные	Раствор, суспензия	Внутреннее	Стерильно	Стабильны в течение всего срока хранения и использования	6,5–7,5	Не вызывать у пациента неприятных ощущений	Согласно НД

Зачастую именно медицинский персонал негативно относится к новым разработкам и не в полную силу способствует их продвижению на российский рынок.

Производя собственные исследования и изучая полученные результаты других специалистов, разработчик постоянно пополняет свою собственную базу знаний, которой он может воспользоваться при разработке следующего лекарственного средства.

Производственная часть

Это заключительный этап в разработке нового лекарственного средства:

1. Получив все необходимые документы, разработчик приступает к экспериментальным (первым) партиям выпуска разработанного препарата.

2. После первого года выпуска лекарственного средства препарат регистрируется и получает разрешение на полный промышленный выпуск.

Как видно из вышеизложенного, путь становления нового лекарственного средства достаточно долог. Поэтому одним из вариантов интенсификации процесса разработки новых лекарственных форм может быть создание компьютерной базы данных АФС и вспомогательных веществ, исполь-

зуемых для обоснованного формирования состава конкретной лекарственной формы. Поиск необходимой информации с использованием базы данных производится на основании физико-химических свойств веществ, необходимых для конкретной разработки. Эта база данных должна постоянно пополняться.

В рамках данного исследования была разработана и апробирована на примере создания составов ГК методология автоматизации компьютерных процедур выбора компонентов лекарственных форм на основе экспертной информации с использованием иерархического метода парных сравнений в форме Саати Т. (МАИ) [5]. Разработанная методология применима к созданию любых лекарственных составов, для чего необходимо формирование соответствующих баз данных.

Выше было показано, что создание новых эффективных лекарственных средств является достаточно сложной проблемой, и выделены основные этапы её решения. Детальный анализ этой проблемы показывает, что основным этапом создания лекарственной формы является выбор как АФС, оказывающей требуемое терапевтическое действие, так и комплекса вспомогательных веществ, позволяющих придать разрабатываемой лекарственной форме необходимые свойства.

Сложности осуществления такого выбора обусловлены некоторой противоречивостью требований, предъявляемых к лекарственной форме. Например, сильное действие лекарственного вещества при отсутствии побочных эффектов. Отсутствие возможностей количественных сравнений при выборе составов лекарственных форм, множественность критериев и их противоречивость преодолеваются при создании лекарственных форм на основе опыта и интуиции разработчиков, которые при этом выступают в качестве экспертов, оценивающих эффективность того или иного варианта состава на качественном уровне.

При разработке лекарственных средств можно выделить следующие основные проблемы выбора:

- выбор из возможного набора основного лекарственного вещества в соответствии с доминантой, определяемой планируемым характером терапевтического воздействия, то есть характером заболевания;

- отбор вспомогательных веществ в соответствии с целями их использования;
- выбор пропорций лекарственного и вспомогательных веществ в лекарственной форме на основе анализа достижимости желаемых свойств.

Так как критериев несколько, то возникает необходимость определять интегральную оценку предпочтительности того или иного варианта, то есть комплексировать сравнения по различным критериям. Поэтому одной из центральных проблем является разработка процедуры такого комплексирования, начиная с обоснования метода проведения сравнений альтернатив, включая оценивание относительных важностей самих выбранных критериев. Ясно, что при проведении сравнений необходимо использовать сведения о свойствах веществ и опыте предыдущих разработок лекарственных средств. Эти и некоторые другие необходимые для проведения сравнений сведения принято называть информационным обеспечением. Такие процедуры, включая необходимое информационное обеспечение, принято называть процедурами поддержки принятия решений, имея в виду способы их обоснования и рекомендательный характер. Отметим, что окончательное решение о приемлемости того или иного варианта является прерогативой наделённого соответствующими полномочиями лица, которого принято именовать лицом, принимающим решения (ЛПР).

Очевидно, что процедура поддержки принятия решений при выборе составов лекарственных форм должна быть иерархической, то есть сначала определяются важности критериев, затем важности альтернатив с точки зрения каждого из них, а в конце должны определяться интегральные оценки важностей каждой из альтернатив [1, 2, 3].

Проблема как раз и заключается в определении этих весовостей, так чтобы в качестве наиболее предпочтительного варианта выбрать альтернативу с наибольшей из них. Для описания такой процедуры её удобно представить в виде иерархической схемы.

На рисунке 1 представлена трехуровневая иерархия, позволяющая проиллюстрировать процедуру принятия решений по выбору наиболее подходящей альтернативы из созданного заранее спис-

ка. Этот список формируется на основе физико-химических, технологических, фармакологических характеристик, содержащихся в базе данных, и на основе собственного опыта специалиста. Критерии

сравнения альтернатив также формируются заранее. Стрелки обозначают направление сравнений, причём имеется в виду, что альтернативы сравниваются с точки зрения каждого из критериев.

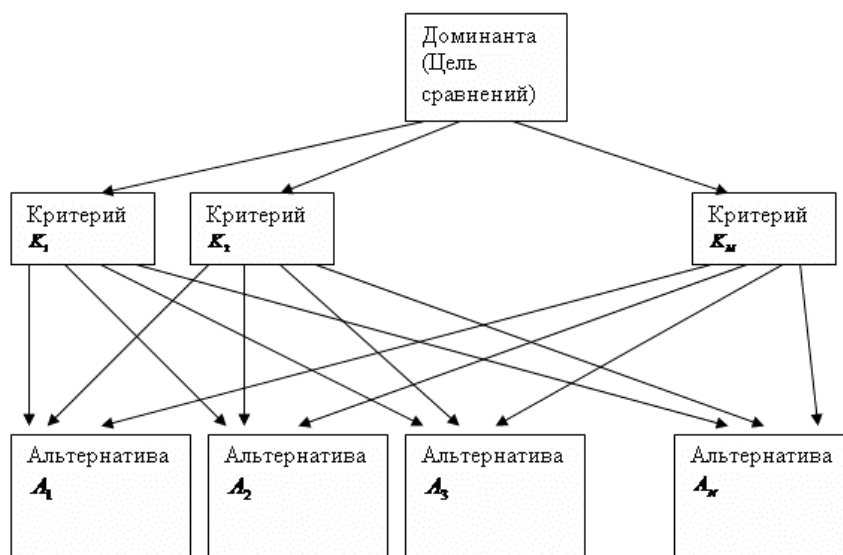


Рисунок 1. Иерархическое представление процедуры выбора альтернатив

С точки зрения повышения эффективности процессов разработки лекарственных средств необходимо иметь соответствующее информационное обеспечение в виде быстро доступных хранилищ сведений о лекарственных и вспомогательных веществах, которые при необходимости могут быть скорректированы. Такие возможности предоставляют современные компьютерные информационные технологии в виде так называемых систем управления базами данных (СУБД).

В рамках данной работы предпринята попытка создания баз данных, которые позволяют хранить и корректировать сведения о лекарственных и вспомогательных веществах, предназначенных для лечения глазных болезней, а также автоматизировать поиск этих сведений в процессе разработки соответствующих лекарственных форм. Программа управления базой данных лекарственных веществ предназначена для автоматизации процесса разработки новых составов лекарственных средств. Она позволяет специалисту хранить в систематизированном виде информацию о действующих и вспомогательных веществах и накопленном в процессе работы опыте их использования [4].

При создании программной системы были разработаны соответствующая схема базы данных лекарственных веществ и специфическая структура полей таблиц. Специфика выбора полей таблиц заключалась в описании свойств веществ, прямым или косвенным образом влияющих на определение вещества в качестве компонента нового состава лекарственного средства.

Это программное средство представляет собой многопользовательскую систему просмотра и редактирования базы данных. Информация о пользователях и их пароли хранятся в отдельной базе данных. Пароли вводятся в безопасном режиме и хранятся в зашифрованном виде.

База данных «Лекарственные вещества» (рисунок 2) содержит шесть таблиц, поскольку имеются следующие сущности:

- 1) области применения;
- 2) способы действия;
- 3) действующие вещества.
- 4) вспомогательные вещества: – консерванты; – стабилизаторы; – растворители.

В таблице «Область применения» ключевым полем является уникальный идентификатор (тип

счетчик), не имеющий аналогов в предметной области. Также в ней должны содержаться атрибуты сущности, такие как Название (строковые данные), это будет название заболевания.

В таблице «Действие» ключевым полем служит уникальный идентификатор способа действия (тип

счетчик), не имеющий аналогов в предметной области. Также в ней должны содержаться атрибуты сущности:

- 1) ID области, к которой относится способ действия (числовой тип данных);
- 2) название (строковые данные).

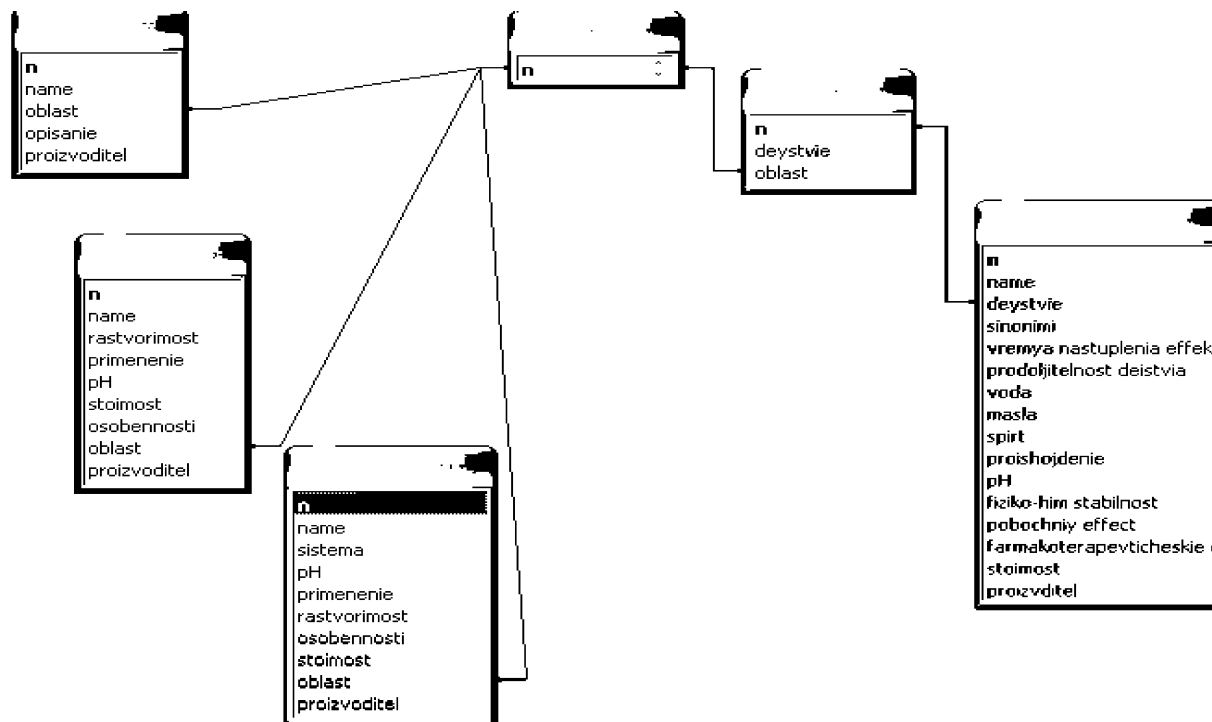


Рисунок 2. Схема базы данных

Здесь роль внешнего ключа для связи с главной таблицей «Область применения» играет атрибут «ID области». Между этими сущностями установлено отношение один ко многим, это связано с тем, что каждый способ действия может принадлежать только к одной области.

Таблица «Действующие вещества» имеет больше атрибутов и хранит много данных. В таблице «Действующие вещества» ключевым полем является уникальный идентификатор действующего вещества (тип счетчик), не имеющий аналогов в предметной области. Также в ней содержатся атрибуты сущности:

- 1) ID способа действия (числовой тип данных);
- 2) название (строковые данные);
- 3) синонимы – другие названия этого же вещества (строковые данные);

4) время наступления эффекта (числовой тип данных);

5) продолжительность действия (числовой тип данных);

6) растворимость – несколько полей для указания растворимости в тех или иных веществах (строковые данные);

7) происхождение (строковые данные, выбор из списка);

8) побочный эффект (строковые данные);

9) стоимость (денежный тип);

10) особенности – несколько полей для указания особенностей веществ и предыдущего опыта использования этих веществ (поля MEMO);

11) производитель (поле MEMO).

Здесь роль внешнего ключа для связи с главной таблицей «Действие» играет атрибут «ID спо-

соба действия». Между этими сущностями установлено отношение один ко многим, это связано с тем, что каждое вещество имеет определенное действие.

Таким образом, получается некоторая иерархическая структура: каждое вещество действует определенным образом, и этот способ воздействия применяется для лечения того или иного заболевания.

В таблице «Растворители» ключевым полем является уникальный идентификатор растворителя (тип счетчик), не имеющий аналогов в предметной области. Также в ней содержатся атрибуты сущности:

- 1) ID области, в которой применяется данный растворитель (числовой тип данных);
- 2) название (строковые данные);
- 3) описание – поле для указания особенностей веществ и предыдущего опыта использования этих веществ (поле MEMO);
- 4) время наступления эффекта (числовой тип данных);
- 5) производитель (поле MEMO).

Здесь роль внешнего ключа для связи с главной таблицей «Область применения» играет атрибут «ID области». Между этими сущностями установлено отношение один ко многим.

В таблице «Консерванты» ключевым полем является уникальный идентификатор консерванта (тип счетчик), не имеющий аналогов в предметной области. Также в ней содержатся атрибуты сущности:

- 1) ID области, к которой относится вещество (числовой тип данных);
- 2) название (строковые данные);
- 3) растворимость – поле для указания растворимости в тех или иных веществах (поле MEMO);
- 4) применение (строковые данные, выбор из списка);
- 5) pH (строковые данные);
- 6) стоимость (денежный тип);
- 7) особенности – несколько полей для указания особенностей веществ и предыдущего опыта использования этих веществ (поля MEMO);
- 8) производитель (поле MEMO).

Здесь роль внешнего ключа для связи с главной таблицей «Область применения» также игра-

ет атрибут «ID области». Между этими сущностями также установлено отношение один ко многим.

В таблице «Стабилизаторы» ключевым полем является уникальный идентификатор стабилизатора (тип счетчик), не имеющий аналогов в предметной области. Также в ней содержатся атрибуты сущности:

- 1) ID области, к которой относится вещество (числовой тип данных);
- 2) название (строковые данные);
- 3) растворимость – поле для указания растворимости в тех или иных веществах (поле MEMO);
- 4) система – гомогенная, гетерогенная (строковые данные, выбор из списка);
- 5) pH (строковые данные);
- 6) стоимость (денежный тип);
- 7) особенности – несколько полей для указания особенностей веществ и предыдущего опыта использования этих веществ (поля MEMO);
- 8) производитель (поле MEMO).

Здесь роль внешнего ключа для связи с главной таблицей «Область применения» также играет атрибут «ID области». Между этими сущностями также установлено отношение один ко многим.

Во всех трех таблицах вспомогательных веществ используется ключ «ID области» в связи с тем, что некоторые вещества могут использоваться только в конкретном случае, а другие используются в препаратах различной направленности. Такая структура БД будет избыточной, но избыточности в данной области не избежать.

Для удобного просмотра данных программная система управления базами данных действующих и вспомогательных веществ разделена на две части. Рабочая область приложения имеет 2 вкладки: действующие вещества и вспомогательные вещества. На первой можно изменять, добавлять и удалять информацию о действующих веществах, а также отбирать вещества по области действия и способу действия. А на второй содержится еще 3 вкладки для различных классов веществ: растворителей, консервантов и стабилизаторов. На этих вкладках можно также добавлять, изменять и удалять информацию о веществах и делать выборку информации о веществах по области их применения.

При обновлении или добавлении данных о веществах вызывается диалоговое окно, в котором

возможно изменение значений всех полей записи о веществе.

Также существует возможность добавления, удаления и изменения информации об областях действия (заболеваниях) и способах действия веществ, для этого существуют специальные кнопки на панели сверху, и также эта возможность доступна при вводе информации о веществах.

Программа выполнена в виде отдельного исполняемого модуля и набора баз данных. Работа производится с данными, хранимыми в базе данных формата MsAccess (вместе с программой должны распространяться две базы данных – папка Base). При разработке была использована среда Borland C++Builder 6 и технология ADO. Программа предназначена для работы на

Win32 платформе, IBM PC совместимом компьютере, рекомендуемая тактовая частота процессора не менее 2 GHz, минимальное рекомендуемое количество оперативной памяти – 256 Mb. Для работы программы управления базой данных лекарственных веществ не требуется установки дополнительного программного обеспечения.

Работа выполнена в рамках федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы. Номер заявки НК-561Р/10. Тема исследования «Разработка технологии производства супрамолекулярных полимеров, используемых для создания пролонгированных лекарственных средств».

Библиографический список

1. Ларичев О.И. Качественные методы принятия решений: вербальный анализ решений / О.И. Ларичев, Е.М. Мошкович. – М.: Наука: Физ.-мат. лит., 1996. – 207 с.
2. Ларичев О.И. Наука и искусство принятия решений / О.И. Ларичев. – М.: Наука, 1979. – 200 с. (Наука и техн. прогресс).
3. Литвак Б.Г. Экспертная информация: методы получения и анализа / Б.Г. Литвак. – М.: Радио и связь, 1982. – 184 с.
4. Программа управления базой данных лекарственных веществ: свидетельство об отраслевой регистрации разработки в ОФАП Федер. агентства по образованию РФ № 9683: ЕСПД 02079230.00136-01 / Е.Т. Жиликова, Н.А. Шевченко, зарегистрир. 22 дек. 2007 г.
5. Саати Т.Л. Принятие решений: метод анализа иерархий / Т.Л. Саати; пер. с англ. Р.Г. Вачнадзе. – М.: Радио и связь, 1993. – 314 с.
6. Сиденко Л.Н. Исследования по выбору вспомогательных веществ для создания стабильных глазных/назальных капель на основе экстракта биологически активных веществ животного происхождения / Л.Н. Сиденко // Фармаком / Держ. наук. центр лікарських засобів, Наук.-експерим. фармакопейний центр. – Харьков, 2005. – № 4. – С. 78–82.
7. <http://www.lsn.ru>

**E.T. ZHILYAKOVA, M.A. KHALIKOVA, O.O. NOVIKOV, M.U. NOVIKOVA,
E.F. STEPANOVA, D.A. FADEEVA**

IMPROVING THE PROCESS OF SELECTING NEW COMPOSITIONS OF DOSAGE FORMS USING COMPUTER TECHNOLOGY

According to International Classification of Diseases, Injuries and Causes of Death eye diseases are among the most common. Various eye injuries account for 8%, cataract 3.9%, myopia – 2.1%, glaucoma – 1.9%. More recently, the new distribution of eye diseases associated with exposure to technology. The number of eye diseases is increasing and depends on many factors, including adverse environmental conditions, industry-related impact load on the organs of sight, which increases with the development of civilization. Thus, the problem of creating ophthalmic drugs, in particular eye drops, remains relevant and contemporary.

Key words: ophthalmic drugs, eye drops, Saaty method, the method of analysis of hierarchies, computer technology

И.В. ИЛЬИНА, кандидат педагогических наук, доцент кафедры
нервных болезней и клинических дисциплин медицинского института
Орловского государственного университета
Тел.: 89192048638; IrinaIlna@mail.ru

ЗНАЧЕНИЕ СИСТЕМОГЕНЕЗА КУЛЬТУРЫ ЗДОРОВЬЯ ДЛЯ ОБЩЕСТВЕННОЙ И ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ПРОФИЛАКТИКИ

Системогенез культуры здоровья обеспечивает адекватное формирование компонентов функциональной системы качества жизни, в т.ч. когнитивную и мотивационно-ценностную подсистемы функциональных систем культуры и качества здоровья, создает прочную основу ценностно-ориентированной деятельности человека по формированию, восстановлению, сохранению и развитию здоровья.

Ключевые слова: *системогенез культуры здоровья, качество здоровья, качество жизни, профилактика, медико-социальная работа, восстановительная медицина.*

Системогенез функциональной системы культуры здоровья современной России берет начало в первой половине XX века, когда резкое возрастание средней продолжительности жизни граждан СССР было обеспечено государственными противоэпидемическими мероприятиями на основе санитарного просвещения как раздела государственной системы здравоохранения и медицинской науки, разрабатывающего вопросы теории и практики повышения санитарной культуры населения [Ю.П. Лисицин]. Формирование когнитивного компонента функциональной системы культуры здоровья – обучение здоровому образу жизни (ЗОЖ) – начиналось с создания и осуществления исключительно силами медицинских работников ряда информационно-профилактических программ. Санитарное просвещение вырабатывало у населения репродуктивное гигиеническое поведение, что в условиях социально-экономической ситуации России двадцатых годов прошлого века было крайне необходимо.

Однако осознанное поведение человека в отношении индивидуального и общественного здоровья зависит от многих факторов, и наличие информации о здоровье является лишь одним из них. Медико-профилактическая модель обучения здоровому образу жизни, являясь чисто когнитивной, не оставляла места для воспитания человека, формирования его системы ценностей, что было выявлено многолетней социальной практикой.

Активное внедрение промышленных технологий во второй половине XX века, рост благосостояния людей, нарушение экологической ситуации и целый ряд других причин привели к гиподинамии, перееданию, психоэмоциональному перенапряжению, а на первое место в причинах смертности выдвинулись заболевания, связанные именно с условиями и образом жизни человека, его отношением к здоровью. Возникла необходимость в изменении подходов к формированию культуры здоровья населения, так как проявились негативные стороны консервативного санитарного просвещения, в рамках которого чрезмерное информирование без учета личностных особенностей человека приводило к развитию иатрогений, различных видов девиантного поведения [Г.И. Ку-

ценко, В.К. Овчаров, О.П. Щепин]. Стало ясно, что основной причиной описанных проблем явилось отсутствие мотивации здоровья, осознанного соблюдения принципов здорового образа жизни, вследствие чего в стране с середины семидесятых годов начала разрабатываться концепция индивидуального здоровья человека. В 1982 г. в профилактической медицине СССР был впервые сформулирован вывод о необходимости обучения здоровью с использованием психолого-педагогических канонов и предпринята попытка решить проблемы здоровья с помощью экологического образования. Но отсутствие эффективных психолого-педагогических технологий, односторонний подход к разрешению проблемы здоровья на индивидуальном уровне в очередной раз показали свою несостоятельность, выразившуюся в крахе всесоюзной и всероссийской программ здоровья (1990, 1991). Оказалось невозможным сформировать активную жизненную позицию человека, мотивацию здорового образа жизни, используя лишь практику медико-санитарного просвещения, включая курсы “Основы медицинских знаний” и “Безопасность жизнедеятельности» в учебные планы школ и вузов. Поэтому в девяностых годах XX века предпринимается попытка формирования мотивационно-ценностного компонента функциональной системы культуры здоровья наряду с увеличением объема когнитивного компонента (знаний о здоровье) путем освещения вопросов, относящихся к сфере здоровья, в образовательных учреждениях различных уровней.

Однако в мировой практике профилактические программы в сфере ЗОЖ планируются и проводятся с использованием личностно ориентированных моделей обучения здоровью уже с семидесятых годов XX века [McQueen D., Noack H., Stephen J.Z.]. Поведенческие теории индивидуального уровня, такие как модель представлений о здоровье [Becker M.H.], теория переработки потребителем информации [Bettman J.R.], теория стадий изменения [Prochaska J.O., DiClemente C.C.], удачно дополняют друг друга и фокусируют внимание на таких внутриличностных факторах, как знания, установки, представления, мотивация, самооценка, жизненный опыт, навыки. Одновременно многие исследователи подчеркивают роль влияния на

поведение человека как индивидуальных особенностей, так и межличностных, институционально-популяционных и политических факторов [Glanz K.]. Например, теория мотивированных действий [Fishbein M., Ajzen I.] обращает внимание на значимость для индивида личностных и социальных аспектов, которые при недостаточно сформированной системе ценностей могут оказаться гораздо важнее, нежели вероятность заболеть, ведь принимающий решение обязательно оценивает перспективное отношение со стороны окружающих.

Указанные теории помогли обосновать образовательную модель обучения здоровью, которая предусматривает принятие решений в отношении личного здоровья на основании достоверной информации и одновременно подчеркивает важность формирования навыков принятия решений. При этом теория социального научения [A. Bandura] представляет собой шаг вперед по пути формирования ЗОЖ, так как рассматривает влияние на поведение человека факторов не только индивидуального уровня, но межличностных и популяционных, включая институциональные и политические. В результате за рубежом она является теоретической основой большинства выполненных специализированных профилактических программ, направленных на эндо- и экзогенные факторы риска, в т.ч. курение, рак, сердечно-сосудистые заболевания, СПИД, травматизм и пр. Более того, теория социального научения используется при построении радикально-политической модели обучения здоровью, которая явно выигрывает в сравнении с медицинской и образовательной, включая содействие становлению ЗОЖ со стороны внешних обстоятельств (например, формирование муниципальной системы поддержки ЗОЖ). Так формируется функциональная система культуры здоровья, определяющая впоследствии образ и качество жизни человека. Кстати, экономический эффект внедрения профилактических программ и разработок, по данным Всемирной организации здравоохранения, достигает соотношения 1:8.

Направленность поведения в отношении личного и общественного здоровья как значимый компонент функциональной системы качества жизни не только зависит от наличия у человека мотива-

ции ЗОЖ и системы знаний о здоровье, но также регламентируется определенной системой нормативно-правовых актов, отражающих отношение государства к данной проблеме, которая одновременно входит и в структуру когнитивного компонента, и имеет воспитательное значение, воздействуя на систему жизненных приоритетов, обращая внимание личности на ценность человеческой жизни и здоровья.

Так как здоровье населения и здравоохранение как социальный институт являются важнейшими компонентами политической системы любого цивилизованного государства, влияющими на все стороны его социально-экономической деятельности, в настоящее время человек, его жизнь и здоровье декларируются мировым сообществом как высшие ценности, относительно которых должны определяться другие ценности и блага. Правовое регулирование этих вопросов в РФ осуществляется через законодательные акты федерального уровня и субъектов Федерации, а также подзаконными нормативными правовыми актами. При этом основные усилия России как правового государства направляются на реализацию Концепции человека, подчеркивающей приоритет его права на жизнь и здоровье. В отношении населения России Декларация прав и свобод человека и гражданина (1991 г.) провозгласила право каждого на квалифицированную медицинскую помощь в государственной системе здравоохранения (ст. 25), Конституция 1993 г. (ст. 41, п. 1) закрепила право гражданина на охрану здоровья и бесплатную медицинскую помощь. Меры обеспечения эффективного осуществления права граждан на охрану здоровья и жизни нашли свое отражение и в ст. 15 Конвенции Содружества Независимых Государств «О правах и основных свободах человека». 22.07.1993 г. приняты «Основы законодательства РФ об охране здоровья граждан», основные положения которых согласуются с принципами мировой цивилизованной практики, общепризнанными нормами международного права: преамбула «Основ» подчеркивает признание государством основополагающей роли охраны здоровья граждан как неотъемлемого условия жизни общества, подтверждает ответственность государства за сохранение и укрепление здоровья граждан России.

Длительное время в РФ обеспечение права граждан на здоровье возлагалось в основном на органы управления и лечебно-профилактические учреждения федерального и регионального здравоохранения, что в первую очередь предусматривало оказание необходимой медицинской помощи при наличии уже имеющейся патологии. Ряд законов, принятых в девяностых годах XX века, имеет отношение к защите прав пациентов в области охраны их психофизического здоровья: «О психиатрической помощи и гарантиях прав граждан при ее оказании» (1992), «О предупреждении распространения в Российской Федерации заболевания, вызываемого вирусом иммунодефицита человека» (1995), «О физической культуре и спорте в РФ» (1999). В «Концепции развития здравоохранения и медицинской науки в Российской Федерации» (1998) излагались основные принципы улучшения качества диагностики заболеваний, лечения больных, лекарственного обеспечения, а также определялись некоторые принципы профилактической деятельности органов и учреждений здравоохранения. Одновременно были подготовлены и проведены парламентские слушания, на которых рассмотрены актуальные проблемы ЗОЖ, санаторно-курортного дела, роли физической культуры и спорта в оздоровлении населения, роли средств массовой информации в пропаганде ЗОЖ. Правительством РФ были приняты федеральные целевые программы, рассматривающие отдельные проблемы сохранения и укрепления здоровья населения, в том числе профилактики сахарного диабета, туберкулеза, ВИЧ-инфекции, гипертонической болезни, создания эффективной системы вакцинопрофилактики населения. Концепция охраны здоровья населения страны (2000) рассматривалась в виде основы для разработки комплекса мероприятий, предусматривающих объединение усилий органов исполнительной власти как федеральных, так и субъектов Федерации, органов местного самоуправления, организаций и граждан.

Однако сохраняющийся крайне низкий уровень культуры здоровья населения и потребительское отношение в обществе к здоровью, выражающиеся в критическом состоянии здоровья популяции и прогрессивном увеличении количе-

ства больных, потребовали перехода на иной путь. Обеспечить системный подход к решению проблемы сохранения, укрепления и восстановления здоровья населения была призвана Концепция охраны здоровья здоровых в РФ (2003), а для ее реализации приказом МЗ РФ от 21.03.2003 г. № 114 утверждалась отраслевая программа «Охрана и укрепление здоровья здоровых на 2003–2010 годы» вместе с планом соответствующих мероприятий. В отличие от других документов данная Концепция базируется на здравоцентристской парадигме, а основные положения позволяли оценить ее как реальную продуманную тактику выведения страны из «кризиса здоровья» на основе решения ключевой проблемы – формирования индивидуальной и популяционной культуры здоровья.

С позиций синергетики кризис – это период самопознания культуры, активизации ее внутренних возможностей. Однако состояние неустойчивости функциональной системы культуры здоровья оказывает двойственное влияние на человека. В настоящее время, с одной стороны, патоцентристская парадигма утрачивает способность удовлетворять все возрастающие потребности общества в отношении качества здоровья и жизни человека, с другой – сам человек еще не готов идти по пути увеличения собственных усилий с целью гармонизации экзогенных и эндогенных воздействий для достижения определенного уровня здоровья. Поэтому сейчас, в момент кризиса, и каждым человеком, и обществом в целом переоцениваются позиции приоритетов мотивационно-ценностного компонента функциональной системы культуры здоровья, идет креативный выбор личностью пути дальнейшего развития – пассивно следовать за складывающейся ситуацией, возлагая ответственность за свое здоровье на общество и медицину, или занять активную позицию. Каждый волен в своем выборе, например, сознательно использовать медикаменты или отказаться от них, перейти к оздоровительным практикам или применить иные виды немедикаментозного восстановления. Помочь человеку самому выбрать оптимальный путь жизнедеятельности, саморе-

ализации на основе приоритета здоровья может государственная система формирования, активного сохранения, восстановления и укрепления здоровья людей, создание которой является целью Концепции. Для повышения престижности здоровья и личной ответственности человека за его сохранение Концепция использует подходы системного анализа с его возможностями по оценке функциональных резервов и донозологической диагностике согласно стадиям общего адаптационного синдрома. Методология оздоровительных мероприятий основана на преимущественном применении немедикаментозных технологий и ограничении приема лекарств при абсолютном доминировании идей профилактики.

Реализация Концепции становится новым этапом в системогенезе культуры здоровья, обеспечивая адекватное формирование компонентов функциональной системы качества жизни (включая когнитивную и мотивационно-ценностную подсистемы функциональных систем культуры и качества здоровья), создавая прочную основу для сознательной, ценностно ориентированной творческой деятельности человека по формированию, восстановлению, сохранению и развитию здоровья с высокой степенью и свободы, и устойчивости. Механизм организации этой деятельности в социуме зависит от конкретной ситуации: так, основные положения Концепции получили свое развитие в «Положении о научно-методическом центре мониторинга качества жизни», а в рамках национальных проектов «Здоровье» и «Образование» профилактическое направление работы также выделяется как приоритетное. Создание же сети Центров здоровья в составе современных оздоровительно-реабилитационных комплексов, объединяющих лиц здоровых и больных, нуждающихся в медицинской реабилитации, отвечает актуальной потребности оптимизации индивидуального качества здоровья и жизни граждан России на основе формирования более высокого уровня общественной и индивидуальной профилактики в рамках социально-медицинской работы с использованием технологий восстановительной медицины (см. таблицу).

Таблица – Реализация базовых понятий концепции охраны здоровья здоровых

	Концепция охраны здоровья здоровых	Социально-медицинская работа	Восстановительная медицина
Цель	оптимизация качества жизни населения РФ	достижение максимально возможного уровня здоровья, функционирования и адаптации лиц с физической и психической патологией, а также социальным неблагополучием	разработка восстанавливающих здоровье технологий на всех этапах восстановительного лечения
Объект	стратегия обеспечения качества здоровья в социуме	проблемы клиента медико-социального характера	функциональные резервы человека, сниженные в результате неблагоприятного воздействия факторов среды и деятельности или в результате болезни
Предмет	мероприятия по формированию, сохранению, восстановлению и укреплению здоровья человека	комплексные технологии сохранения и восстановления здоровья человека	закономерности процессов сохранения и восстановления функциональных резервов человека
Контингенты	здоровый человек; человек, имеющий функциональные и структурные повреждения	социально не защищенные слои населения; люди, имеющие физические или психические дефекты, страдающие социальными болезнями	человек, временно утративший возможность качественно осуществлять свои социальные функции
Субъект	– органы власти – государственные и общественные организации – специалисты различного профиля	специалисты по социально-медицинской работе, врачи, психологи, педагоги, культурологи, социальные педагоги, социальные работники, юристы	медицинский персонал
Задачи	формирование: – культуры здоровья – системы охраны здоровья	– развитие индивидуальной культуры здоровья – предупреждение социально обусловленных заболеваний – прерывание патологического процесса и реабилитация клиента – социально-правовая защита	восстановление сниженных функциональных резервов, адаптационных механизмов, определяющих процессы самоорганизации живой системы
Основные принципы	– межотраслевого участия – системность – доступность – непрерывность – многоуровневость	– междисциплинарность – экосистемность – доступность – непрерывность – полимодальность – конструктивной стимуляции	– системность – доступность – непрерывность
Направления	– оздоровительно-профилактическое	– профилактическое – патогенетическое	профилактическое
Формы	– индивидуальные – групповые – коллективные	– индивидуальные – групповые – коллективные	– индивидуальные – групповые
Методы	– медицинские – психологические – социально-правовые – педагогические – экологические	– медицинские – психологические – социально-правовые – педагогические – экологические	– динамическая оценка и коррекция адаптационных возможностей организма – повышение эффективности профилактических и лечебно-реабилитационных мероприятий

Библиографический список

1. Bandura A. Analysis of self-efficacy theory of behavioural change [Text] / A. Bandura // Cogn. Ther. Res. 1977. V. 1. P. 287–308.
2. Becker M.H. The health belief model and personal health behaviour. [Text] / M.H. Becker // Health Educat. Monogr. 1974. V. 2. P. 324–508.
3. Bettman J.R. An Information Processing Theory of Consumer Choice. [Text] / J.R. Bettman. – Reading, Mass.: Addison Wesley, 1979. – 78 p.
4. Brown E.R. Health USA. A national health program for the US [Text] / E.R. Brown // JAMA. – 1992. – Vol. 267, № 4. – P. 552–558.
5. Fishbein M. Belief, attitude, intention and behaviour. [Text] / M.Fishbein, I.Ajzen. – N.Y.: Addison Wesley, 1985.
6. Glanz K. Health behavior and health education: Theory, research and practice. [Text] / R. Glanz, F.V. Lewis, B.K. Rimer – San Francisco: Jossey Bass, 1990.
7. Kelly R.B. Prediction of motivation and behavior change following health promotion: role of health beliefs, social support and self-efficacy [Text] / R.B. Kelly, J.Z. Stephen, S. Alemagno // Soc. Sci. Med. – 1991. – Vol. 32. – No 3-P. 311–320.
8. Kok G. Research in health education and promotion [Text] / G.Kok, W.De Haes // Hygie. – 1991. – Vol. 10. – No 2. – P. 12–15.
9. McQueen D. Health promotion indicators: current status, issues and problem [Text] / D.McQueen, H. Noack // Hlth. Promot. 1988. Vol. 3. №.I. P. 117–125.
10. Prochaska J.O. The transtheoretical approach: Crossing traditional boundaries of change. [Text] / J.O. Prochaska, C.C. DiClemente. – Homewood, Il.: Dorsey Press, 1984.
11. Лисицын Ю.П. Теории медицины на стыке веков – XX и XXI вв. [Текст] / Ю.П. Лисицын. – М.: ВУНМИЦ, 1998. – 156 с.
12. Щепин О.П. Основные направления исследований и развития программ в области общественного здоровья и здравоохранения (по материалам диссертаций, утвержденных ВАК России в 2001 г.) [Текст] / О.П. Щепин, Г.И. Куценко, В.К. Овчаров // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2003. – № 3. – С. – 39–42.

I.V. ILINA

THE MEANING OF HEALTH CULTURE SYSTEM GENESIS FOR PUBLIC AND INDIVIDUAL PROPHYLAXIS

Health culture system genesis makes adequate forming of the functional life quality system possible, including cognitive and motivating subsystems of the functional health culture and health quality systems. It creates solid basis of life-value oriented human activity in order to form, improve, maintain and develop human health.

Key words: *health culture system genesis, health quality, quality of life, prophylaxis, medical-social work, restoring medicine.*

И.В. ИЛЬИНА, кандидат педагогических наук, доцент кафедры
нервных болезней и клинических дисциплин медицинского института
Орловского государственного университета
Тел. 89192048638; IrinaIlnina@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ СОЦИАЛЬНО-МЕДИЦИНСКОЙ РАБОТЫ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ОПТИМИЗАЦИИ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ

В настоящее время социально-медицинская работа может выступать в качестве основного механизма управления процессом оптимизации качества жизни населения страны. Комплексная проблема оптимизации качества жизни на базе методологии восстановительной медицины рассматривается как актуальная стратегия современности, формирование качества жизни – как перспективная задача, которая реализуется при условии обязательного включения системы образования в процесс формирования индивидуальной культуры здоровья.

Ключевые слова: культура здоровья, качество здоровья, оптимизация качества жизни, медико-социальная работа, восстановительная медицина.

Комплексный характер проблемы здоровья населения России требует разработки и реализации новых стратегических и тактических подходов, отвечающих задачам формирования и оптимизации как качества здоровья, так и качества жизни. Качество жизни личности сопоставимо с качеством и культурой ее здоровья, формируя с ними целостную систему, интегративным показателем которой является трудоспособность без ограничений. Система качества жизни является функциональной: она формируется в процессе филогенеза и онтогенеза; имеет уровень качества жизни в виде полезного приспособительного результата; отвечает принципам функционирования и организации функциональных систем.

Успешность системогенеза компонентов функциональной системы качества жизни в настоящее время определяется следующими параметрами:

- формированием многокомпонентного понятия здоровья как целостного психофизического и социокультурного феномена;
- адекватной разносторонней оценкой и регулированием состояния здоровья;
- приоритетом образа жизни в комплексе детерминант здоровья;
- переходом к модели сохранения здоровья и жизни в рамках акмеоцентрической парадигмы;
- динамическим равновесием патоцентристской и здравоцентристской парадигм в филогенетическом развитии функциональной системы культуры здоровья.

Функциональную систему качества жизни можно рассматривать как совокупность системогенеза и системодеструкции, что позволяет формировать и корректировать ее в зависимости от динамики доминирующего процесса. При этом мы можем также говорить о формировании и оптимизации качества здоровья и жизни как взаимосвязанных и взаимообусловленных процессах.

Формирование качества жизни личности мы трактуем как создание основы максимально успешной жизнедеятельности в процессе обучения и воспитания человека в рамках акмеоцентрической парадигмы при абсолютном приоритете здоровья в системе жизненных ценностей. В этом случае стратегические (долгосрочные) процессы формирования (и коррекции) функциональной системы качества жизни должны осуществляться в системе образования.

Оптимизация качества жизни предусматривает достижение максимально возможного уровня функционирования и адаптации человека, в т.ч. с определенной патологией, в конкретных эколого-социальных условиях. Тактические процессы оптимизации качества жизни личности должны про-

водиться в основном в системе здравоохранения в определенный момент времени с использованием методологии восстановительной медицины, в первую очередь специалистами в сфере социально-медицинской работы и восстановительной медицины.

Методологическая структура функциональной системы качества жизни наряду с основными компонентами данной системы (интеллектуально-когнитивным, мотивационно-ценностным и поведенческим) включает методологическую базу и ведущий социальный институт, реализующий стратегическую и тактическую цели, а также базовые задачи в соответствии с комплексом критериев в рамках функциональных систем культуры и качества здоровья (см. таблицу 1).

Таблица 1 – Методологическая структура функциональной системы качества жизни

Компоненты	Цели, задачи, критерии	Подсистема	
		функциональная система культуры здоровья	функциональная система качества здоровья
	Тактическая цель	формирование культуры здоровья	формирование качества здоровья
Интеллектуально-когнитивный	Задачи	формирование знаний о здоровье и ЗОЖ	Обеспечение оптимального уровня психофизической и социокультурной адаптации
	Критерии	– полнота – глубина – системность	Наличие: – общих знаний – специальных знаний
Мотивационно-ценностный	Задачи	Формирование мотивации ЗОЖ	Формирование активной позиции по отношению к здоровью (мотивации здоровья)
	Критерии	Готовность к адекватной своей временной деятельности по сохранению, укреплению и развитию здоровья	Позиция здоровья в иерархии жизненных приоритетов
Поведенческий	Задачи	Формирование программы ЗОЖ	Оптимизация уровня трудоспособности
	Критерии	– самоконтроль – самооценка – самокоррекция	– индекс здоровья – степень риска – адаптационный потенциал
	Стратегическая цель	Формирование качества жизни	Оптимизация качества жизни
Методологическая база		Валеология (как педагогическая наука)	Восстановительная медицина
Социальный институт		Система образования	Система здравоохранения

Так как технология в широком смысле слова образует необходимый компонент любого вида деятельности, то технология восстановительной медицины является обязательным компонентом

деятельности по оптимизации качества здоровья и жизни человека.

Технологии восстановительной медицины в основном работают извне, т.е. ставят человека пе-

ред фактом необходимости коррекции его здоровья в результате действий медицинского персонала (хотя часто диагностика уровня здоровья и соответствующих проблем даже на функциональном уровне, без явных структурных повреждений, работает как действенный мотивирующий фактор для начала активной индивидуальной работы пациента).

Технологии валеологии в основном запускают работу системы изнутри, изначально мотивируя человека на активные действия. Но в отсутствие эффективной валеологической системы часть этой работы по формированию мотивации все равно в силу обстоятельств переходит в технологии восстановительной медицины. Это диктует необходимость сочетанного использования технологий восстановительной медицины и валеологии для оптимизации качества жизни личности.

Мотивационно-ценностный компонент функциональной системы культуры здоровья является фактически центральным для запуска целенаправленного поведения в отношении достижения максимально возможного уровня здоровья на базе

культуры здоровья. При этом мотивация ЗОЖ формируется на основе системы жизненных целей и ценностей, в которой здоровье является базовым элементом. В этом случае ЗОЖ рассматривается как более стойкое, устремленное в будущее образование, нежели указанная здесь «мотивация здоровья», которая часто формируется моментально, по факту осознания неблагоприятного прогноза или наличия явной проблемы/болезни, и так же моментально исчезает.

Таким образом, управление процессом оптимизации качества жизни включает определение цели, объекта и субъекта управляющего воздействия, принципов, условий и технологий выполнения.

В настоящее время в РФ в силу исторических причин практически все население может быть отнесено к группе риска по тому или иному признаку (экология, социально-экономическая обстановка и пр.). Соответственно можно говорить о весьма широкой сфере деятельности специалистов согласно базовой модели социально-медицинской работы (СМР), предложенной А.В. Мартыненко (1999).

Основные элементы базовой модели СМР		
Группы клиентов	Уровни СМР	Направления СМР
Инвалиды	инвалиды	– профилактическое
Больные с выраженными социальными проблемами	больные	– патогенетическое
Длительно, часто и тяжело болеющие		
Члены семьи клиента и ближайшее окружение	население	
Группа повышенного риска заболеваний		

К основным условиям оптимизации качества жизни пациентов (клиентов) мы относим наличие теоретико-концептуальных основ работы и использование адекватных технологий подготовленными специалистами.

Поскольку для каждого человека качество жизни сопоставимо с качеством и культурой здоровья, механизм оптимизации качества жизни на современном этапе лежит в плоскости оптимизации качества здоровья через культуру здоровья, т.е. создания условий для достижения максимально возможного качества здоровья в данной ситуации. Практически решение этой задачи возможно в рамках профилактического направления СМР. Принципы данной работы, определенные в рамках

концепций охраны здоровья здоровых и СМР, являются фактически идентичными.

По нашему мнению, основными компонентами системы управления культурой и качеством здоровья являются:

- управление интеллектом – обучение (формирование и структуризация системы общих и специальных знаний);
- управление нравственностью – воспитание (формирование системы жизненных приоритетов на базе мотивации здоровья);
- управление поведением – формирование программ самоконтроля, самооценки и самокоррекции.

Взаимодействие в процессе образования фун-

кциональной системы информации и ценностей формирует направленность поведения, которая лежит в основе определенного образа жизни, уровня психофизического состояния и социокультурного благополучия и выражается в уровне трудоспособности.

Технология управления индивидуальным здоровьем [А.Н. Разумов, О.В. Ромашин, 2002] предусматривает:

- определение исходного уровня здоровья;
- составление и реализацию программы коррекции;
- оценку адекватности и эффективности воздействия.

Управленческие воздействия должны осуществляться на психосоматическом и социокультурном уровнях личности. Данная технология легко адаптируется ко всей функциональной системе качества жизни, а этапы СМР могут быть представлены как этапы управления процессом оптимизации качества жизни:

- организационный;
- сбор медико-социальной информации;
- обработка полученной информации;
- анализ имеющихся данных;
- прогноз развития ситуации;
- разработка рекомендаций и плана коррекционных действий;
- реализация принятых решений;
- оценка эффективности работы и ее своевременная коррекция согласно получаемому результату.

Механизм оптимизации качества здоровья и жизни описывает совокупность и последовательность выполнения поставленных задач различными специалистами с использованием доступных форм и методов работы (см. таблицу 2).

Таким образом, деятельность по оптимизации качества здоровья и жизни личности, включая повышение уровня ее культуры здоровья, предполагает определенные этапы:

- формирование системы ценностей и убеждений пациента, необходимых для принятия им адекватных решений и обуславливающих соответствующую направленность его поведения;
- обеспечение пациента достоверной информацией;

- стимулирование развития у пациента умений и навыков самоконтроля, самооценки и самокоррекции путем создания активизирующей среды.

Для этого необходимы:

- выбор диагностико-прогностического алгоритма,
- проектирование целей оздоровительно-восстановительной деятельности,
- выбор коррекционного алгоритма,
- отбор индивидуально ориентированных оздоровительно-восстановительных технологий (см. схему 1).

При планировании этой деятельности персоналу необходимо учитывать особенности пациентов, а также актуализировать собственные технологии самообразования и самокоррекции, исходя из определенных стратегически важных понятий и представлений, характеризующих качество здоровья и жизни личности. В связи с этим формируется следующий рабочий понятийный аппарат.

Грамотность – состояние личности, обусловленное таким системным пониманием представлений, понятий и адекватных суждений о сущности здоровья и ЗОЖ, которое выражается моральной готовностью вести ЗОЖ для формирования, сохранения и укрепления здоровья с целью достижения полной самореализации.

Знания – система представлений, понятий и суждений личности о здоровье и ЗОЖ.

Медико-социальная активность – желание личности вступать во взаимодействие с командой специалистов, ее своевременный адекватный двусторонний и многосторонний контакт, в т.ч. с медицинским персоналом.

Мотивация здоровья – побуждение к деятельности, связанное с удовлетворением потребности в сохранении и укреплении здоровья. Мотивация здоровья включает в себя способы и условия формирования мотивов (в данном случае наличие определенной проблемы или неблагоприятный прогноз).

Мотивация ЗОЖ – совокупность побуждений личности в сфере ЗОЖ, вызывающих ее активность в отношении собственного и общественно-го здоровья (включая формирование и развитие здоровья) и определяющих ее направленность. Задача медицинского персонала, специалистов по

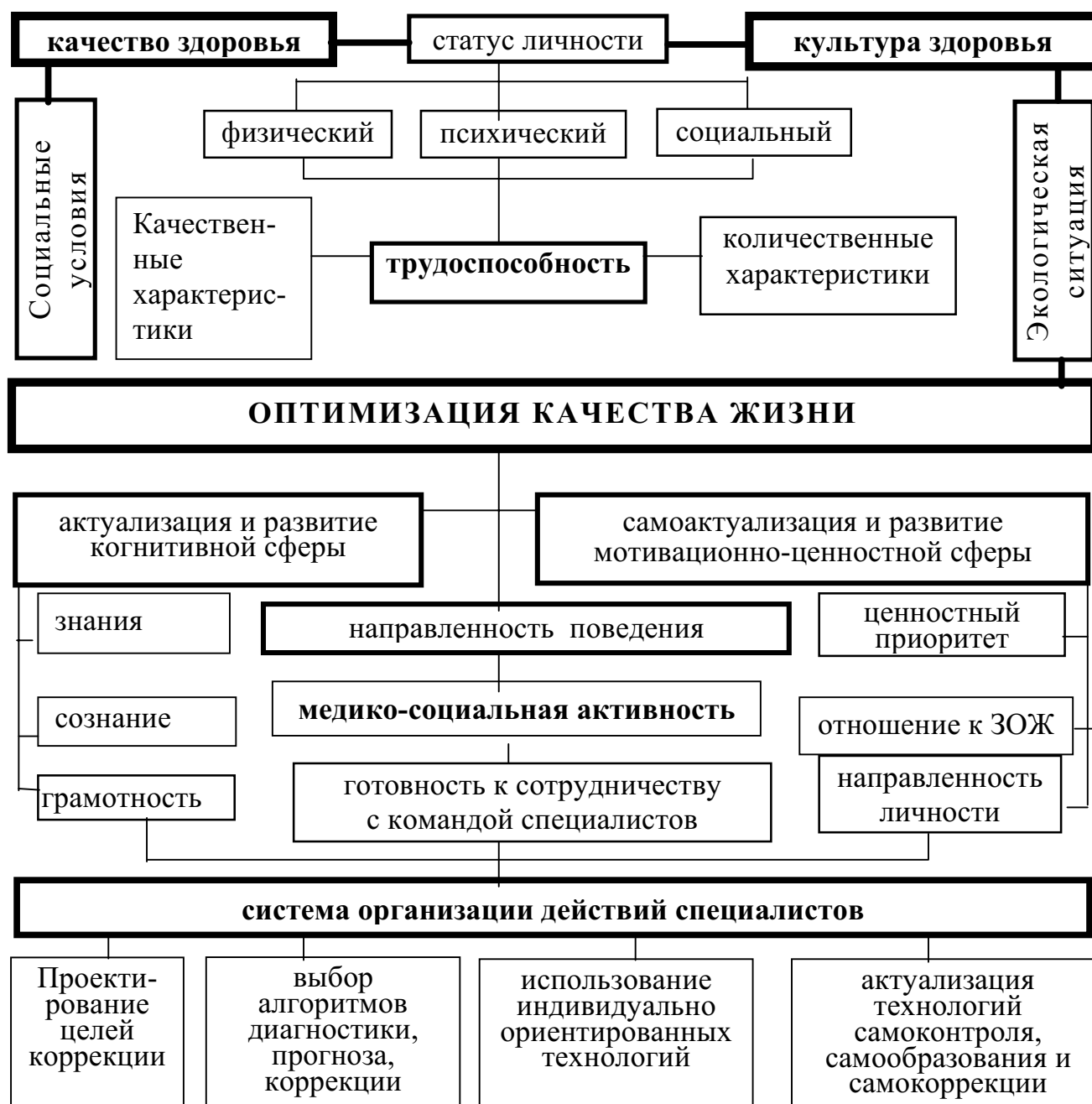
Таблица 2 – Механизм оптимизации качества здоровья и жизни

Задачи	Формы	Методы	Специалисты		
повышение мотивации ЗОЖ	разработка комплексных медико-социальных профилактических программ	использование возможностей средств массовой информации (телевидение, радио, печать и т.п.)	сфера public relations		
обеспечение информацией о ЗОЖ		лекции, семинары и т.д.	врачи, педагоги, специалисты СМР		
формирование и поддержание поведения, ориентированного на здоровье		обучение в «школах» организованных групп пациентов			
		индивидуальная просветительная работа			
выявление значимых факторов риска и устойчивости	донозологическая диагностика	медико-генетическое консультирование	Врачи, генетики		
		организация профилактических осмотров	врачи, специалисты СМР		
		диагностика физического состояния	врачи, в т.ч. восстановительной медицины		
		психологическое тестирование	психологи		
		проведение социологического опроса	социологи, специалисты по социальной работе		
устранение или минимизация отрицательного воздействия факторов риска	материальная помощь	обеспечение питанием, адаптогенами, лекарствами, жильем	организаторы здравоохранения		
			специалисты СМР		
	коррекция соматических проблем	немедикаментозные лечебно-оздоровительные	врачи восстановительной медицины		
		психологическая коррекция		предупреждение формирования вредных привычек	психологи, психотерапевты, психиатры
				разрешение конфликта в семье	
				переориентация семейных ролей	
				решение проблемы одиночества	
	активизация факторов устойчивости	социально-правовая помощь	профилактика вовлечения в асоциальные группы	специалисты СМР, юристы, правоведы	
			определение социально-правового статуса клиента		
			соблюдение социальных гарантий		
оформление опеки и попечительства					
проведение социально-медицинского мониторинга	информационная поддержка	представление интересов клиента в органах власти	организаторы здравоохранения, экологи, специалисты СМР		
		своевременное информирование о состоянии индивидуального и общественного здоровья, о состоянии природной среды			
		культурно-духовная поддержка		содействие организации досуга, адекватного здоровому образу жизни	специалисты СМР
				выявление и активизация хобби	
		оценки эффективности воздействия	оптимизация двигательного режима	культработники	
формирование системы жизненных целей и ценностей			врачи восстановительной медицины, инструкторы лечебной физкультуры		
	диагностика	врачи, педагоги, специалисты СМР	Врачи восстановительной медицины, специалисты СМР		
		определение динамики физического и психического состояния, социально-культурного благополучия			
	оценка адекватности и эффективности воздействия	Анкетирование, интервьюирование, наблюдение, статистическая обработка данных			

СМР – поддерживать и усиливать мотивацию ЗОЖ. Формировать мотивацию ЗОЖ – цель педагогов и родителей в роли педагогов.

Направленность личности – совокупность устойчивых мотивов и целей, ориентирующих деятельность человека (в т.ч. по отношению к здоро-

Факторы оптимизации качества жизни личности



вью и ЗОЖ) и являющихся относительно независимыми от складывающейся ситуации.

Направленность поведения – способность пациента к составлению программы, направленной на самоконтроль, самооценку и самокоррекцию индивидуального ОЖ, формирующей готовность к индивидуальной оздоровительно-восстановительной

деятельности. Это также характеристика поступков личности с точки зрения их отношения к индивидуальному или общественному здоровью.

Оптимизация качества здоровья и жизни – процесс и результат целенаправленного и организованного воздействия на пациента (при условии двустороннего сотрудничества) с целью обеспечения

его оптимально возможной в данных условиях жизнедеятельности.

Самоактуализация – непрерывное стремление человека к возможно более полному выявлению и развитию индивидуальных возможностей в сфере ЗОЖ.

Самоконтроль – проявление сознательной регуляции человеком собственного поведения и деятельности с целью обеспечения целостного личного здоровья в соответствии с половозрастной нормой и особенностями индивидуальной конституции.

Самокоррекция предусматривает выбор путей и средств, направленных на восстановление оптимального для данного индивида КЗ.

Самооценка КЗ – определение личностью уровня собственного КЗ на основании качественно-описательных и количественных характеристик.

Сознание – осознание человеком системы его представлений, понятий и суждений о здоровье и ЗОЖ, а также соответствующих им социальных отношений, потребностей, мотивов деятельности и поведения в сфере охраны здоровья.

Формирование КЖ личности – процесс и результат целенаправленного и организованного овладения человеком целостностью понятия «здоровье», устойчивыми чертами и качествами, необходимыми для максимально успешной жизнедеятельности.

Итак, анализ концептуальных понятий восстановительной медицины – качества жизни, качества здоровья, культуры здоровья – с позиций синергетики и теории функциональных систем П.К. Анохина позволяет использовать их в качестве теоретической основы СМР, нацеленной на достижение максимально возможного уровня здоровья ее клиентов. При этом рассматривается динамика функциональной системы качества жизни в онтогенезе, эволюционный и популяционный системогенез функциональной системы культуры здоровья, его основные закономерности, включая тенденцию формирования баланса здорово- и патоцентристской парадигм в рамках СМР для повышения уровня культуры здоровья лиц группы риска, больных, инвалидов.

Если оптимизация качества жизни является актуальной стратегией современности, то формирование качества жизни – задача перспективная, причем ее реализация возможна только при условии обязательного включения системы образования в процесс формирования индивидуальной культуры здоровья. Соответственно на данный момент СМР выступает в качестве основного механизма управления процессом оптимизации качества жизни населения РФ в онтогенезе.

Библиографический список

1. Анохин П.К. Кибернетика функциональных систем [Текст]: избр. труды / Под ред. К.В. Судакова. Сост. В.А. Макаров. – М.: Медицина, 1996. – 400 с.
2. Ильина И.В. Содержание и методика социально-медицинской работы [Текст]: учебник (в трех частях) / И.В. Ильина. – Орел – С.-Петербург: Издательство ОГУ, 2007.
3. Кошель В.И. Вторичная профилактика в условиях многопрофильного стационара [Текст] / В.И. Кошель // Ибн Сина – Авиценна / Журнал профилактической медицины. Спецвыпуск №12 – 2006, май. – С. 9–10.
4. Мартыненко А.В. Медико-социальная работа: теория, технологии, образование [Текст] / А.В. Мартыненко. – М.: Наука, 1999. – 240 с.
5. Разумов А.Н. Оздоровительная физкультура в восстановительной медицине [Текст]: Учебное пособие / А.Н. Разумов, О.В. Ромашин. – М.: Вуз и школа, 2002. – 168 с.
6. Разумов А.Н., Кузовлев О.П., Корчажкина Н.Б. Применение структурно-резонансных воздействий для повышения резервных и адаптивных возможностей организма у практически здоровых лиц [Текст] / А.Н. Разумов, О.П. Кузовлев, Н.Б. Корчажкина // Актуальные вопросы восстановительной медицины (медицинской реабилитации). – 2005 – № 1. – С. 7–10.

I.V. ILINA

HOW TO USE MEDIC-SOCIAL WORK TO MANAGE QUALITY OF LIFE OPTIMIZATION

Nowadays medic-social work can be used as the main mechanism for managing quality of life optimization. Complex problem of life quality optimization on the basis of restoring medicine methodology is seen upon as the tangible strategy. Quality of life formation is the perspective aim, which can be achieved if the opportunities of education are actively employed while forming individual health culture.

Key words: health culture, health quality, quality of life optimization, medic-social work, restoring medicine.

А.В. МАМОШИН, кандидат медицинских наук, доцент кафедры общей хирургии и анестезиологии медицинского института Орловского государственного университета, врач-хирург хирургического отделения № 1 ОГУЗ «Орловская областная клиническая больница»

Тел. 8 920 2877007; dr.mamoshin@mail.ru

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»

Тел. 8 4812 632210; bor55@yandex.ru

КЛИНИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ КОМПЛЕКСНОЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ТОМОГРАФИИ В РАННЕЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКЕ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ ОСТРОГО ДЕСТРУКТИВНОГО ПАНКРЕАТИТА

Представлен опыт применения цветного доплеровского картирования и энергетической доплерографии у 49 человек (38 мужчин и 11 женщин в возрасте от 22 до 77 лет) при остром деструктивном панкреатите, с последующей прицельной пункцией под контролем ультразвуковой томографии. За основу использована оригинальная методика со сравнительной оценкой количества доплеровских сигналов в толще железы и на её поверхности при мысленном разделении поджелудочной железы на одинаковые по площади сегменты. Используемый способ выявления зон некроза в области поджелудочной железы обладает высокой специфичностью, служит четким критерием для локализации зоны забора тканевого материала во время последующей тонкоигольной пункции железы под контролем ультразвуковой томографии. Это ведет к своевременной диагностике деструктивного панкреатита, адекватному изменению лечебной тактики и улучшению результатов лечения данной категории больных. Чувствительность, специфичность и диагностическая эффективность доплерографического исследования в работе составила соответственно 85,47%, 90,4% и 89,6%.

Ключевые слова: ультразвуковая томография, цветное доплеровское картирование, энергетическая доплерография, острый деструктивный панкреатит, пункционно-аспирационная биопсия.

При подозрении на острый деструктивный панкреатит и с целью обнаружения некроза паренхимы поджелудочной железы выполняют ультразвуковое исследование, при котором выявляют участки деструкции железы и проводят мультифокальную пункционно-аспирационную биопсию для подтверждения диагноза [1, 2]. Недостатком способа является то, что критерием обоснования выбора зоны поджелудочной железы для забора тканевого материала является ультразвуковая диагностика в В-режиме. При этом ультразвуковая томография имеет недостаточную диагностическую

точность для выявления зон некроза из-за неспецифичности ультразвукового изображения участков деструкции и отечно-воспалительных изменений. Значительно возросшие возможности ультразвуковой томографии с привлечением доплеровских методик исследования кровотока в крупных и мелких, в том числе паренхиматозных, сосудах позволяют расширить область применения эхографии и обратиться к исследованиям нарушений гемодинамики на органном уровне [3, 4, 7, 8, 13].

После выявления патологии поджелудочной железы при серошкальном исследовании по общепринятой методике 49 пациентам с различными формами острого деструктивного панкреатита выполнена ультразвуковая томография с использованием цветного доплеровского картирования и энергетической доплерографии [3, 6, 7, 10, 12, 14]. Производилось исследование гемодинамики панкреатической области со сравнительной оценкой количества доплеровских сигналов в толще железы и на её поверхности, определением абсолютных и относительных показателей гемодинамики [5, 9, 11].

Отечно-интерстициальная форма панкреатита характеризовалась увеличением и диффузным снижением эхогенности поджелудочной железы пропорционально степени отека [2]. В режиме дуплексного сканирования отмечалось усиление васкуляризации паренхимы с той или иной степенью выраженности во всех отделах поджелудочной железы. Наблюдалось достоверное увеличение линейных скоростей кровотока с последующим прогрессирующим снижением. По мере усиления отека паренхимы может отмечаться повышение индекса резистентности и пульсационного индекса в паренхиматозных артериях свыше 0,86 и 2,15 соответственно.

В некротическую стадию ферментативной фазы острого деструктивного панкреатита при цветном доплеровском картировании и энергетической доплерографии отмечалось более выраженное усиление кровотока на поверхности и в толще железы в виде увеличения количества цветных сигналов. Кроме того, наблюдалась деформация паренхиматозного сосудистого рисунка в зоне выраженного воспаления, появление артериовенозного шунтирования в паренхиме поджелудоч-

ной железы. При прогрессировании патологического процесса отмечалось достоверное постепенное снижение значений линейных показателей и индексов интрапанкреатических сосудов.

При инфильтративно-некротической форме данные ультразвукового исследования были представлены панкреатогенным инфильтратом в виде объемного образования неправильной формы, с нечеткими неровными контурами, повышенной эхогенности, имеющим неоднородную структуру, расположенным чаще в проекции большого сальника и поперечной ободочной кишки [2]. При этом доплерографическое исследование характеризовалось снижением количества доплеровских сигналов с паренхимы железы, выраженной деформацией сосудистого рисунка и признаками артериовенозного шунтирования в паренхиме поджелудочной железы. Линейная скорость кровотока не определялась в интрапанкреатических сосудах и снижалась в окружающих железу сосудах. Изменения индекса резистентности и пульсационного индекса плохо регистрировались со стороны окружающих железу сосудистых структур и не регистрировались интрапаренхиматозно.

Асептическая форма фазы секвестрации характеризовалась наличием патологических очагов в виде анэхогенных или гипоехогенных образований с четкими или нечеткими, чаще неровными контурами, неправильной формы, с неоднородной структурой [2]. В режиме дуплексного сканирования отмечалось исчезновение гемодинамики в зоне патологических очагов в паренхиме поджелудочной железы. При развитии гнойного процесса отсутствовал кровоток в области очага деструкции, доплерографические сигналы из этой области не определялись. В других отделах железы гемодинамика была сохранена, но имело место уменьшение количества доплеровских сигналов. Абсолютные и относительные показатели гемодинамики определялись только со стороны окружающих поджелудочную железу сосудов.

Ультразвуковое исследование псевдокисты поджелудочной железы в режиме дуплексного сканирования с применением цветного доплеровского картирования и энергетической доплерографии характеризовалось визуализацией аваскулярной

гипоэхогенной зоны с деформацией мелких сосудов по периферии очага. Имело место повышение показателей линейного кровотока и индексов. В связи с наличием патологического очага в зоне железы, уменьшением или исчезновением доплерографических сигналов показатели со стороны интрапаренхиматозных сосудов определялись нечетко.

При обострении хронического рецидивирующего панкреатита встречались различные варианты изменения эхографической картины, которые в целом сводились либо к диффузному, либо к локальному распространению острого воспалительного процесса [2]. Отмечалось снижение линейной скорости кровотока как внутри железы, так и в окружающих сосудистых структурах. Наблюдалась тенденция к увеличению индекса резистентности и пульсаторного индекса в окружающих сосудах.

Таким образом, основным ранним признаком некроза являлось снижение или исчезновение гемодинамики в зоне деструкции. Данный феномен может быть выявлен только при ультразвуковом исследовании в режиме цветного доплеровского картирования и энергетического доплера.

Сущность используемого нами способа состоит в том, что железу мысленно разделяли на одинаковые по площади сегменты линиями и проводили ультразвуковое исследование со сравнительной оценкой количества доплеровских сигналов в толще железы и на её поверхности (рис. 1). При этом уменьшение количества сигналов на 50% и более в одном или нескольких сегментах по сравнению с другими отделами железы свидетельствовало о некрозе этой зоны. Количество сегментов было от 10 до 20, в зависимости от длины железы. Оптимальное расстояние между линиями составляло 10–15 мм. Подобное разделение обосновано оптимальным соотношением топографической анатомии поджелудочной железы, возможностью максимальной визуализации всех доплеровских ультразвуковых критериев на поверхности и в самой паренхиме железы и последующей прицельной пункции этого сегмента под ультразвуковым контролем. Проводили сравнительный анализ доплеровских характеристик со всех отделов поджелудочной железы.

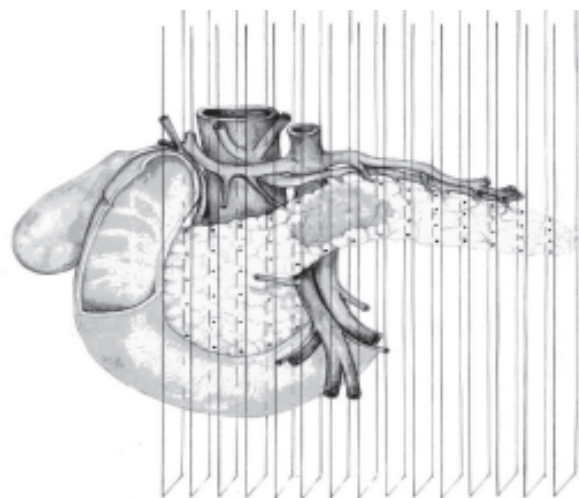


Рис. 1. Способ выявления некроза при остром деструктивном панкреатите.

В случае отсутствия локального снижения гемодинамики в поджелудочной железе при первичном ультразвуковом исследовании выполнялись повторные сеансы ультразвуковой томографии. Время повторного ультразвукового исследования зависело от конкретной клинической ситуации. Данный способ применялся у 49 человек (38 мужчин и 11 женщин) в возрасте от 22 до 77 лет. Во всех случаях снижения доплеровских показателей при пункции данных участков выявлялся некроз железы, что полностью подтверждает суть используемого способа.

Чувствительность, специфичность и диагностическая эффективность доплерографического исследования в работе составили соответственно 85,47%, 90,4% и 89,6%.

Таким образом, объективно показана эффективность применения цветного доплеровского картирования и энергетического доплера в раннем выявлении зон некроза. Используемый способ обладает высокой специфичностью по выявлению зон некроза в поджелудочной железе и служит четким критерием для локализации зоны забора тканевого материала во время последующей тонкоигльной пункции железы под ультразвуковым контролем у больных для верификации некроза. Все это ведет к своевременной диагностике деструктивного панкреатита, адекватному изменению лечебной тактики и улучшению результатов лечения данной категории больных.

Библиографический список

1. Брюховецкий Ю.А., Митьков В.В., Кондратова Г.М. Комплексная методика ультразвукового исследования поджелудочной железы в сочетании с пункционной биопсией под контролем эхографии в диагностике и дифференциальной диагностике острого панкреатита // Успехи теоретической и клинической медицины. Вып. 2. Мат. II сессии РМАПО, посв. 850-летию Москвы. – М.: РМАПО, 1997. – 271 с.
2. Брюховецкий Ю.А., Митьков В.В., Кондратова Г.М. Возможности комплексной комбинированной методики ультразвукового исследования поджелудочной железы в диагностике и дифференциальной диагностике острого панкреатита // Ультразвуковая диагностика. – 1997. – № 4. – С. 9.
3. Брюховецкий Ю.А., Митьков В.В., Кондратова Г.М. Цветовая доплерография и энергетический доплер при ультразвуковых исследованиях поджелудочной железы // Клиническая физиология. Диагностика – новые методы / Под ред. В.А. Сандрикова. – М.: Аир-Арт, 1998. – С. 177–179.
4. Кунцевич Г.И., Кокова Н.И., Белолопатко Е.А. Возможности дуплексного сканирования для оценки кровотока в артериях и венах брюшной полости // Визуализация в клинике. – 1995. – № 6. – С. 33–38.
5. Митьков В.В. Допплерографические показатели чревного кровотока в норме // Ультразвуковая и функциональная диагностика. – 2001. – № 1. – С. 53–60.
6. Цветное доплеровское картирование и импульсная доплерография абдоминальных сосудов // Ультразвуковая доплеровская диагностика сосудистых заболеваний / Под ред. Ю.М. Никитина и А.И. Труханова. – М., 1998. – С. 297–320.
7. Щербина И.И. Трансабдоминальная доплеровская ультразвуковая диагностика очаговой патологии поджелудочной железы // Ангиодоп-97: труды конференции, Укр., Крым, Ялта–Гурзуф, 1–5 октября 1997. – С. 69–70.
8. Burns P.N., Powers J.E. Power Doppler imaging combined with contrast-enhancing harmonic Doppler: new method for small-vessel imaging // Radiology. – 1994. – Vol. 193. – P. 366.
9. Derchi L.E., Martinoli C., Silvestri E. Abdominal Doppler echography. Pathologic arterial signals // Radiol. Med. Torino. 1993. V. 85. № 3. P. 161–169.
10. Downey D.B., Fenster A. Vascular imaging with a three-dimensional power Doppler system // Am. J. Roentgenol. – 1995. – Vol. 165. – № 3. – P. 665–668.
11. Horiguchi Y, Imai H., Sakamoto H. et al. Tissue harmonic and power Doppler imaging of the pancreas // Ultrasound Med. Biol. 2000. V. 26. Suppl. 2 (Abstracts from the 9th Congress of World Federation for Ultrasound in Medicine and Biology). P. A160.
12. Martinoli C., Pretolesi F., Crespi G. Et al. Power Doppler sonography: clinical applications // Eur. J. Radiol. 1998. V. 27. P. 133–140.
13. Nghiem D.D., Ludrosky L., Young J.C. Evaluation of pancreatic circulation by duplex color Doppler flow sonography // Transplant Proc. – 1994. – Vol. 26. – № 2. – P. 466.
14. Ueno N. Clinical significance of color Doppler ultrasound in the diagnosis of pancreatic and biliary diseases. (abstr.) // Jap. J. Med. Ultrasonics. – 1993. – Vol. 20. – № 2. – P. 12.

A.V. MAMOSHIN, A.V. BORSUKOV

**CLINICAL FEATURES OF THE INTEGRATED ULTRASOUND TOMOGRAPHY
IN THE EARLY DIFFERENTIAL DIAGNOSIS OF VARIOUS FORMS
OF ACUTE DESTRUCTIVE PANCREATITIS**

The experience of color Doppler and energy Doppler in 49 people (38 men and 11 women aged 22 to 77 years) with acute destructive pancreatitis, with the following sighting puncture under the ultrasound control tomography was presented. As the basis the original method of comparative evaluation of the Doppler signal in the interior of pancreas and on its surface with a mental division of the pancreas in the same area segments was used. Used method of identifying areas of necrosis in the pancreas has a high specificity, it is a clear criterion for the localization of the zone of the tissue material fence during a subsequent fine-needle puncture pancreas under the ultrasound control tomography. This leads to the modern diagnosis of destructive pancreatitis, adequate treatment policy changing and to the improving outcomes of treatment in these patients. Sensitivity, specificity and diagnostic efficiency of Doppler studies are in the amounted 85,47%, 90,4% and 89,6%.

Key words: ultrasound tomography, color Doppler mapping, energy Doppler, acute destructive pancreatitis, puncture-aspiration biopsy.

А.В. МАМОШИН, кандидат медицинских наук, доцент кафедры общей хирургии и анестезиологии медицинского института Орловского государственного университета, врач-хирург хирургического отделения № 1 ОГУЗ «Орловская областная клиническая больница»

Тел. 8 920 2877007; dr.matoshin@mail.ru

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»

Тел. 8 4812 632210; bor55@yandex.ru

А.Б. ГОРПИНИЧ, академик РАЕН, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой общей хирургии и анестезиологии медицинского института Орловского государственного университета

Тел. 8 4862453728; goralex@rekom.ru

П.Ю. ВАСИЛЬЕВ, заведующий хирургическим отделением № 1 ОГУЗ «Орловская областная клиническая больница»

Тел. 8 920 28558888; vp@rc.orn.ru

А.Л. АЛьяНОВ, кандидат медицинских наук, доцент кафедры общей хирургии и анестезиологии медицинского института Орловского государственного университета

Тел. 8 920 0854644; tantoras@mail.ru

Р.П. ШАТАЛОВ, врач-хирург хирургического отделения поликлиники МЛПУЗ «Городская больница им. С.П. Боткина»

Тел. 8 910 3020242; shatalovrp@mail.ru

ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ КОНТРОЛИРУЕМОЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ТОМОГРАФИИ ПРИ ПАНКРЕОНЕКРОЗЕ

Представлен опыт проведения пункционно-аспирационной биопсии у 70 больных (56 мужчин и 14 женщин в возрасте от 22 до 77 лет) с подозрением на панкреонекроз в течение 1-х суток госпитализации, с последующим микроскопическим и микробиологическим исследованием материала. За основу использована оригинальная методика со ступенчатым изменением кратности, длительности и скорости забора в соответствии с необходимостью забора клеточного материала из зоны поджелудочной железы без контаминации его флорой желудка. Используемый нами способ забора материала в зоне поджелудочной железы позволяет избежать ложноположительных результатов бактериологического исследования тканевого субстрата у больных с подозрением на панкреонекроз, что значительно повышает эффективность лечения. Данные микробиологических исследований мазков материала, полученного при тонкоигольной аспирационной пункции под контролем ультразвуковой томографии, позволили не только оптимизировать выбор рациональной антибактериальной терапии, но и обосновать тактическую позицию в хирургическом лечении различных форм панкреонекроза в условиях трудностей клинического дифференциального диагноза. Это позволило улучшить качество лечения у данной категории больных.

Ключевые слова: ультразвуковая томография, пункционно-аспирационная биопсия, дианевтика, поджелудочная железа, острый панкреатит, панкреонекроз.

Осуществляется постоянная оценка роли и места инструментальных диагностических средств в программе обследования больных с острым панкреатитом [8, 20]. Основным принципом диагностических алгоритмов при тяжелой форме панкреатита является проблема инфицирования панкреонекроза, что представляет собой качественно новый этап прогрессирования изменений в поджелудочной железе [4, 18, 19]. Традиционно используемые методы инструментальной диагностики не всегда позволяют достоверно оценить факт развития инфекции в зонах некротического поражения поджелудочной железы и/или забрюшинной клетчатки [10]. Бактериальная контаминация очагов некроза отмечается у 1–10% больных с острым панкреатитом и у 40–70% больных с панкреонекрозом [1, 11, 13]. Прочное место в инструментальной диагностике занимает широко распространенный в клинической практике ультразвуковой метод исследования [2, 7]. По данным различных авторов, чувствительность ультразвукового исследования поджелудочной железы при остром панкреатите составляет около 85% при специфичности порядка 90–95% [7]. В связи с тем, что изменения эхографической картины панкреонекроза с трудом улавливаются при ультразвуковом исследовании и становятся очевидными при тяжелых морфологических изменениях в паренхиме, для наблюдения за динамикой заболевания, оценки развития патологических изменений в панкреатической области, контроля за адекватностью проводимой терапии и прогнозирования течения заболевания необходимо проведение обязательного динамического сравнительного исследования. Основные и дополнительные эхографические признаки заболеваний поджелудочной железы постоянны, неспецифичны, их интерпретация носит субъективный характер. Кроме того, развитие основных эхографических признаков панкреонекроза характеризуется поздним проявлением (>1 сут.). Выявление при проведении ультразвуковой томографии (к концу первой недели заболевания от момента приступа панкреатической колики) очагов сниженной эхоактивности различных размеров с распространением на один, два или три отдела органа на фоне увеличения поджелудочной железы позволяет получить представление об ограни-

ченном, субтотальном или тотальном некротическом поражении поджелудочной железы. Учитывая лишь вероятностный характер неинвазивной сонографии в верификации фазы панкреонекроза, рациональным представляется расширить ее дифференциально-диагностические возможности за счет привлечения диапневтических технологий – диагностической пункции [3, 5, 6, 9, 14]. На современном уровне раннее выявление асептических и септических форм панкреонекроза, достоверное и точное подтверждение факта инфицирования достигаются лишь на основании микроскопического и микробиологического исследования материала, взятого во время диагностической пункции под контролем ультразвуковой томографии [3, 5, 6, 17]. Этот вид вмешательства обладает высокой чувствительностью и специфичностью – до 90% [3, 13, 16]. При выявлении очаговой неоднородности поджелудочной железы в течение 1-х суток госпитализации под ультразвуковым контролем иглами до 1 мм в диаметре проводят мультифокальные пункционно-аспирационные биопсии различных отделов поджелудочной железы. Полученный тканевой материал подвергают немедленной окраске по Граму и осуществляют посев на флору и оценку чувствительности к антибиотикам [12, 15]. По полученным результатам затем проводится коррекция дальнейшего диагностического и лечебного алгоритма [11, 16, 18]. Недостатком этого способа является то, что ввиду анатомических условий расположения поджелудочной железы пункции проводятся через две стенки желудка и его просвет. Это приводит к бактериальному обсеменению наружных стенок пункционной иглы. При дальнейшем продвижении иглы в зону сальниковой сумки и поджелудочной железы забор тканевого материала осуществляется уже не в стерильных условиях. При наличии асептического процесса в зоне поджелудочной железы в просвете иглы нет бактериального обсеменения, однако при переносе этого субстрата в пробирку происходит неизбежный контакт наружных стенок пункционной иглы, содержащих бактериальную флору из желудка и стенок пробирки. В дальнейшем рост микрофлоры на питательных средах происходит как за счет флоры желудка, так и за счет зон септического воспаления в области поджелудочной желе-

зы. Таким образом, истинный характер причины септического воспаления остается неясным.

Используемый нами способ забора материала в зоне поджелудочной железы заключается в том, что мультифокальные пункционно-аспирационные биопсии поджелудочной железы под контролем ультразвуковой томографии на ранней стадии заболевания осуществляют в два этапа: сначала последовательно через стенки желудка и его просвет проводят иглу большого диаметра и удерживают ее в неподвижном положении, затем в просвет первой иглы вводят вторую иглу меньшего диаметра, которую продвигают в зону сальниковой сумки и поджелудочной железы, где последовательно осуществляют забор тканевого материала с оценкой ультразвуковой семиотики процесса аспирации. Иглы удаляют в обратном порядке, и содержимое второй иглы переносится в стерильную пробирку и на предметное стекло с соблюдением стандартных принципов асептики и требований бактериологического забора материала (рис. 1).

Проведены пункционно-аспирационные биопсии под контролем ультразвуковой томографии у 70 больных (56 мужчин и 14 женщин в возрасте от 22 до 77 лет) с подозрением на панкреонекроз в течение 1-х суток госпитализации. Программа биопсии была мультифокальной: забор из 4-х точек не менее 2-х отделов поджелудочной железы и зоны сальниковой сумки иглой типа Chiba и Angiomed G22-21 с тангенциальным расположением биопсийного адаптера на конвексном датчике 3,5–7,5 МГц. За основу использована оригинальная методика (патент № 2085121, приоритетная справка на изобретение № 2002112279 (012719)) со ступенчатым изменением кратности, длительности и скорости забора в соответствии с необходимостью забора клеточного материала из зоны поджелудочной железы без контаминации его флорой желудка.

В верификации диагноза и выборе адекватного метода хирургического лечения панкреонекроза приоритетную роль играла ультразвуковая томография [2, 7]. Ультразвуковое исследование проводилось в комбинации двух основных режимов: серой шкалы (В-режим) и энергетической доплерографии. Частота сонографии была от 1 до 7 исследований у 1 пациента с периодичностью, опре-

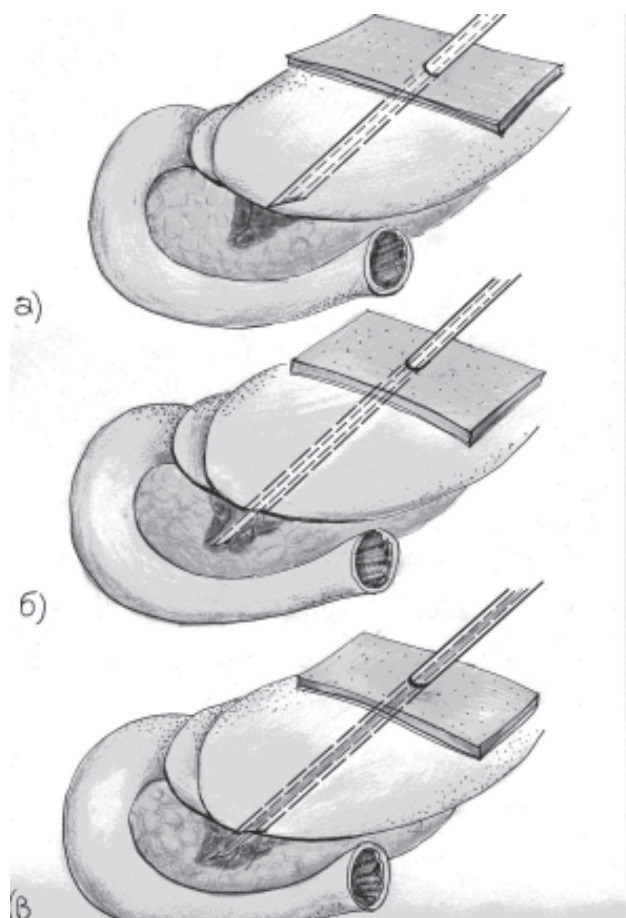


Рис. 1. Этапы пункционно-аспирационной биопсии: а и б – проведение в просвет первой иглы второй, меньшего диаметра, в зону сальниковой сумки и ПЖ; в – последовательный забор тканевого материала из зоны деструкции.

деляемой индивидуально, в зависимости от тяжести состояния больного и динамики развития патологического процесса. Динамическая ультразвуковая томография в дальнейшем позволяла проследить развитие патологических изменений в панкреатической области, контролировать адекватность проводимой терапии и прогнозировать течение заболевания у конкретного больного.

У 55 человек не было обнаружено инфицирования поджелудочной железы и структур парапанкреатической области. У 15 пациентов результаты микробиологического исследования оказались положительными. В 67% случаев бактериальная флора была представлена условно-патогенными энтеробактериями грамотрицательного спектра (*E. coli*, *K. pneumoniae*, *B. cereus*, *P. mirabilis*, *S. maltophilia*,

S. amalonaticus gr.1, *E. gergoyiae*) (рис. 2, 3). Частота инфицирования грамположительными

возбудителями (*S. epidermidis*, *S. saprophyticus*, *S. intermedius*) (рис. 4).

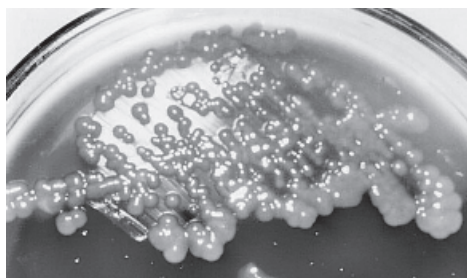


Рис. 2. *Klebsiella pneumoniae*.

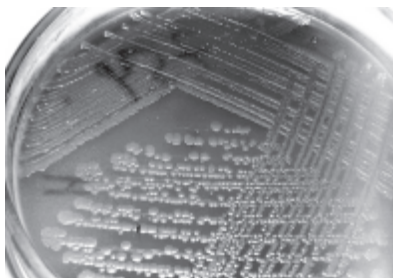


Рис. 3. *Escherichia coli*.

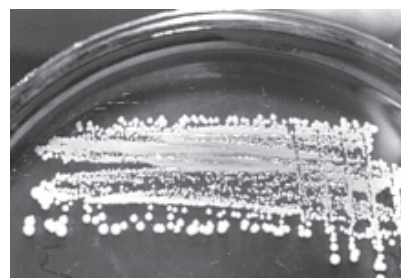


Рис. 4. *Staphylococcus saprophyticus*.

После получения микробиологических данных пункционно-аспирационной биопсии алгоритм антибактериальной терапии был пересмотрен с учетом чувствительности спектра идентифицированной микрофлоры к антибиотикам. Смена режима применения антибактериальных препаратов привела к менее тяжелому и более благоприятному течению клинической картины патологического процесса, снижению частоты развития тяжелых гнойно-септических осложнений и полиорганной недостаточности [1, 9].

Ультразвуковая томография является высокоинформативным методом диагностики, который позволяет объективно оценить состояние поджелудочной железы при остром панкреатите, но определение этапов развития патологического процесса носит вероятностный характер, и верификация характера поражения тканей при предполагаемом панкреонекрозе не может ограничиваться неинвазивной сонографией. Только комплексное

обследование больного в сочетании с микробиологическим исследованием аспирата позволяет уточнить форму заболевания. Используемый нами способ забора материала в зоне поджелудочной железы позволяет избежать ложноположительных результатов бактериологического исследования тканевого субстрата у больных с подозрением на панкреонекроз при проведении прицельных пункций зоны поджелудочной железы, что значительно повышает эффективность лечения. Данные микробиологических исследований мазков материала, полученного при тонкоигльной аспирационной пункции под контролем ультразвуковой томографии, позволили не только оптимизировать выбор рациональной антибактериальной терапии, но и обосновать тактическую позицию в хирургическом лечении различных форм панкреонекроза в условиях трудностей клинического дифференциального диагноза. Это позволило улучшить качество лечения у данной категории больных.

Библиографический список

1. Бергер Г.Г., Айзенман Р. Антибиотикотерапия тяжелой формы острого панкреатита // *Анналы хир. гепатол.* – 2002. – Т. 7. – № 2. – С. 78–92.
2. 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.
3. Брюховецкий Ю.А., Митьков В.В., Кондратова Г.М. Комплексная методика ультразвукового исследования поджелудочной железы в сочетании с пункционной биопсией под контролем эхографии в диагностике и дифференциальной диагностике острого панкреатита // *Успехи теоретической и клинической медицины. Вып. 2. Мат. II сессии РМАПО, посв. 850-летию Москвы.* – М.: РМАПО, 1997. – 271 с.
4. Гальперин Э.И., Дюжева Т.Г., Докучаев К.В. и др. Диагностика и хирургическое лечение панкреонекроза // *Хирургия.* – 2003. – № 3. – С. 55–59.
5. Дуберман Б.Л., Мизгирев Д.В., Пономарев А.Н. и др. Пункции и дренирование жидкостных скоплений при остром панкреатите и его осложнениях // *Анналы хир. гепатол.* – 2008. – Т. 13. – № 1. – С. 87–93.

6. Дусмуратов А.М., Юлдашева Н.Ш., Ханизов Х.А. Пункция под контролем эхографии: профилактика осложнений и повышение эффективности // Ультразвуковая диагностика. –1998. – № 4. – С. 14–20.
7. Могутов М.С. Ультразвуковая семиотика острого панкреатита и его осложнений: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Ярославль, 1999. – 18 с.
8. Нестеренко Ю.А., Шаповальянц С.Г., Михайлузов С.В., Иманалиев М.Р. Эхотомография в диагностике и лечении острого панкреатита. – М., 1995.
9. Охотников О.И., Григорьев С.Н., Яковлева М.В. Эхо-семиотика деструктивного панкреатита // Актуальные вопросы хирургической гастроэнтерологии. – Курск, 2003.
10. Савельев В.С., Филимонов М.И., Гельфанд Б.Р. и др. Панкреонекроз: актуальные вопросы классификации, диагностики и лечения (результаты анкетирования хирургических клиник Российской Федерации) // CONSILIUM MEDICUM. – 2000. – Т. 2. – № 7.
11. Савельев В.С., Филимонов М. И., Гельфанд Б.Р. и др. Клинико-морфологическая характеристика панкреонекроза в свете хирургического лечения // Анналы хир. –2001. – № 3. – С. 58–62.
12. Alper G.A, Dekker A.V. Fine needle aspiration cytology of the pancreas. An analysis of its use in 52 patients. //Acta Cytol. – 1985. – Vol. 29. – P. 837–77.
13. Bradley E.L. III. A fifteen year experience with open drainage for infected pancreatic necrosis Surg Gynecol Obstet 1993; 177(3): 215–22.
14. Brugge W.R. Fine needle aspiration of pancreatic masses: the clinical impact // The Am. J. of Gastroenterology. 2002. V. 97. N 11. P. 2701–2702.
15. Dodd L.G., Mooney E.E., Layfield L.J. et al. Fine needle aspiration of the liver and pancreas: a cytology primer for radiologists // Radiology. –1997. – Vol. 203. – P. 1–9.
16. Jonson C.N., Imre C.W. Pancreatic Diseases. – Springer, 1999. – P. 1–253.
17. Paye F., Rotman N., Radier C., Nouira R., Fagniez P.-L. Percutaneous aspiration for bacteriological studies in patients with necrotizing pancreatitis. Br J Surg 1998; 85: 755–759.
18. Rau B., Pralle U., Mayer J.M., Beger H.G. Role of ultrasonographically guided fine-needle aspiration cytology in the diagnosis of infected pancreatic necrosis. Br J Surg 1998; 85: 179–184.
19. Rau B., Beger H. Natural course of acute pancreatitis: pseudocysts after acute pancreatitis. In: «The Pancreas». Oxford 1998; 1: 650–655.
20. Uhl W., Isenmann R., Buchler M. Infections complication pancreatitis: diagnosing, treating, preventing. New Horiz 1998; 6 (Suppl 2): 72–9.

**A.V. MAMOSHIN, A.V. BORSUKOV, A.B. GORPINICH, P.U. VASILYEV,
A.L. ALYANOV, R.P. SHATALOV**

DIAGNOSTIC FEATURES OF ULTRASOUND CONTROLLED TOMOGRAPHY WHILE NECROTIZING PANCREATITIS

The experience of puncture-aspiration biopsy in 70 patients (male 56 and female 14, aged 22 to 77 years) with suspected pancreatic necrosis within 1-days of hospitalization, with the following microscopic examination and microbiological material was presented. As the basis the original technique with a step change in multiplicity, duration and speed of the fence in accordance with the necessity of the fence of cellular material from the area of the pancreas without contamination of its flora of the stomach was used. We used a way to fence material in the area of the pancreas to avoid false-positive results of bacteriological study of tissue substrate in patients with suspected pancreatic necrosis, which greatly increases the effectiveness of treatment. Facts of microbiological researches of material smears obtained by fine needle aspiration puncture under the ultrasound control imaging, have allowed not only to optimize the selection of rational antibiotic therapy, but also to justify the tactical position in the surgical treatment of various forms of pancreatic necrosis in the difficulties of clinical differential diagnosis. This has improved the quality of treatment in these patients.

Key words: ultrasound tomography, puncture-aspiration biopsy, diapheptic, pancreas, acute pancreatitis, pancreatic necrosis.

А.В. МАМОШИН, кандидат медицинских наук, доцент кафедры общей хирургии и анестезиологии медицинского института Орловского государственного университета, врач-хирург хирургического отделения № 1 ОГУЗ «Орловская областная клиническая больница»

Тел. 8 920 2877007; dr.mamoshin@mail.ru

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»

Тел. 8 4812 632210; bor55@yandex.ru

А.Б. ГОРПИНИЧ, академик РАЕН, д.м.н., профессор, заведующий кафедрой общей хирургии и анестезиологии медицинского института Орловского государственного университета

Тел. 8 4862453728; goralex@rekom.ru

П.Ю. ВАСИЛЬЕВ, заведующий хирургическим отделением № 1 ОГУЗ «Орловская областная клиническая больница»

Тел. 8 920 28558888; vp@rc.orn.ru

А.Л. АЛьяНОВ, кандидат медицинских наук, доцент кафедры общей хирургии и анестезиологии медицинского института Орловского государственного университета

Тел. 8 920 0854644; tantoras@mail.ru

Р.П. ШАТАЛОВ, врач-хирург хирургического отделения поликлиники МЛПУЗ «Городская больница им. С.П. Боткина»

Тел. 8 910 3020242; shatalovrp@mail.ru

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ДИАПЕВТИКА ОСТРОГО ДЕСТРУКТИВНОГО ПАНКРЕАТИТА

Представлен опыт применения диапевтических технологий под контролем ультразвуковой томографии у 186 человек (мужчин – 142 и женщин – 44 в возрасте от 19 до 84 лет) с острым деструктивным панкреатитом. Применялись различные по объему малоинвазивные вмешательства под контролем ультразвуковой томографии в определенной последовательности на различных этапах развития патологического процесса. Чувствительность, специфичность и диагностическая эффективность цитологического и микробиологического исследования материала составили соответственно 86,9%, 95,2% и 91,6%. В 92,8% случаев выполнение диапевтических и лечебных малоинвазивных вмешательств на фоне активной комплексной консервативной терапии позволило купировать патологический процесс и избежать открытых оперативных вмешательств.

Ключевые слова: ультразвуковая томография, пункционно-аспирационная биопсия, острый деструктивный панкреатит, диапевтика, малоинвазивные вмешательства.

В настоящее время определены общие подходы к диагностике и лечению различных форм острого деструктивного панкреатита [5, 6, 8, 16]. Они предполагают комплексную

консервативную терапию абортивного панкреатита и отказ от ранних открытых операций при стерильном панкреонекрозе. Наличие гнойно-септических осложнений острого деструктивного панкреатита традиционно является показанием к хирургическому лечению, однако выбор методик санации (открытое хирургическое вмешательство, ультразвуковая диапевтика, эндоскопическое пособие) остаётся дискуссионным [1, 5, 6, 9, 12, 13, 16, 18].

Различные по объёму малоинвазивные вмешательства под контролем ультразвуковой томографии выполнены у 186 больных с различными формами острого деструктивного панкреатита. Мужчин было 142 (76,3%), женщин – 44 (23,7%). Возраст больных варьировался от 19 до 84 лет. В целях морфологической и бактериологической верификации диагноза всем пациентам выполнена мультифокальная диагностическая пункционно-аспирационная биопсия под контролем ультразвуковой томографии [2, 3, 14, 15, 16, 17, 19]. Диагностические, диапевтические и лечебные малоинвазивные манипуляции под контролем ультразвуковой томографии осуществляли в определенной последовательности: в виде сочетания разных по кратности пункционных и дренажных вмешательств с постановкой дренажей различного диаметра и типа. Выбор вмешательства определялся этапом развития патологического процесса в соответствии с современной классификацией острого панкреатита преимущественно на основании эхографической картины [4, 7, 10, 11].

Отечная форма панкреатита характеризовалась увеличением поджелудочной железы пропорционально степени отека. Видимые контуры железы ровные и четкие. Эхогенность железы снижалась диффузно, причем неравномерно в различных участках. При сегментарном и очаговом вариантах поражения наблюдалось локальное снижение эхогенности, соответствующее участку максимального отека. В большинстве случаев экоструктура паренхимы железы была однородной, с сохраненной структурой стромальных элементов ткани железы. При диффузном поражении неоднородность структуры железы выявлялась во всех отделах, ее характер был обусловлен степенью выраженности отека в различных участках (рис. 1) [4, 7]. В случаях скопления жидкости в сальниковой сумке наблюдалось увеличение расстояния

между задней стенкой желудка и передней поверхностью поджелудочной железы в виде эхонегативной полоски различной толщины. При этой форме острого деструктивного панкреатита последовательно выполняли тонкоигольную диагностическую пункцию в режиме: G21(O*)→G21(P*). Забор осуществляли из 1–2 точек, подозрительных в отношении деструкции. Повторно пункционно-аспирационную биопсию проводили только при неинформативных результатах первой пункции.

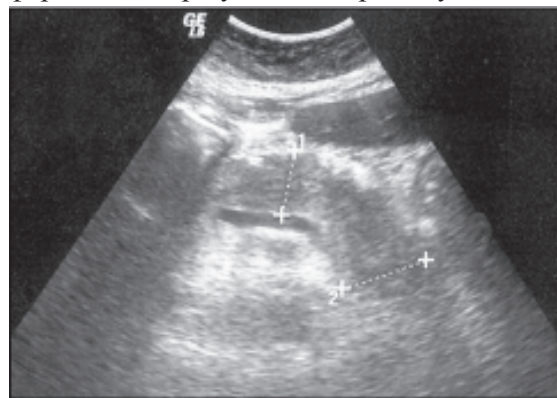


Рис. 1. Ультразвуковое исследование при отечной форме острого деструктивного панкреатита.

При некротической форме размеры поджелудочной железы превышали норму. В зависимости от объема поражения наблюдалось увеличение различных отделов железы. Форма железы изменялась при выраженных повреждениях локального характера. Контуры поджелудочной железы неровные, узурированные, при развитии значительных изменений в окружающих тканях визуализировались неотчетливо. Эхогенность паренхимы снижена, и на этом фоне определялась выраженная неоднородность акустической структуры с хаотическим чередованием крупных (5–7 мм) участков повышенной и пониженной эхогенности. Протоковая система визуализировалась неудовлетворительно [4, 7]. Жидкость в сальниковой сумке определялась в виде эхонегативного образования в различных отделах сумки (рис. 2). При данной форме острого деструктивного панкреатита забор материала осуществляли из 2–3 точек, подозрительных в отношении деструкции, в последовательности: G21(O)→G21(P). Последующие биопсии проводили при неинформативных результатах пер-

* (P) – игла с режущими краями; (O) – игла с обычным краем.

вой пункции, прогрессировании патологического процесса по клиническим и лабораторным данным.

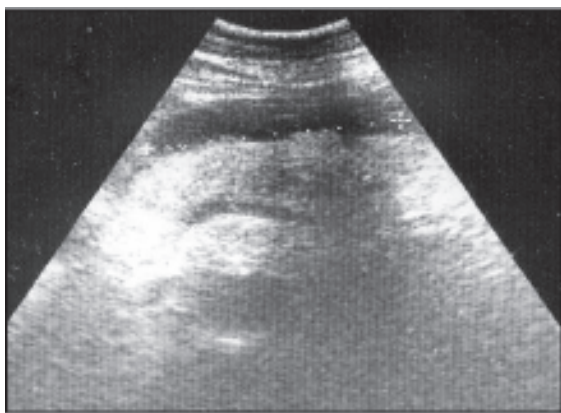


Рис. 2. Ультразвуковое исследование при некротической форме острого деструктивного панкреатита.

При инфильтративно-некротической форме данные ультразвукового исследования были представлены панкреатогенным инфильтратом в виде объемного образования неправильной формы, с нечеткими неровными контурами, повышенной эхогенности, имеющим неоднородную структуру, расположенным чаще в проекции большого сальника и поперечной ободочной кишки (рис. 3) [4, 7]. При такой форме острого деструктивного панкреатита проводили мультифокальный забор материала (как минимум из 3-х точек) последовательно по схеме: G21(O)→G21(P)→G20(O)→G20(P)→G19(P). Количество повторных тонкоигольных пункций зависело от динамики эхографической картины инфильтрата на фоне проводимой терапии.

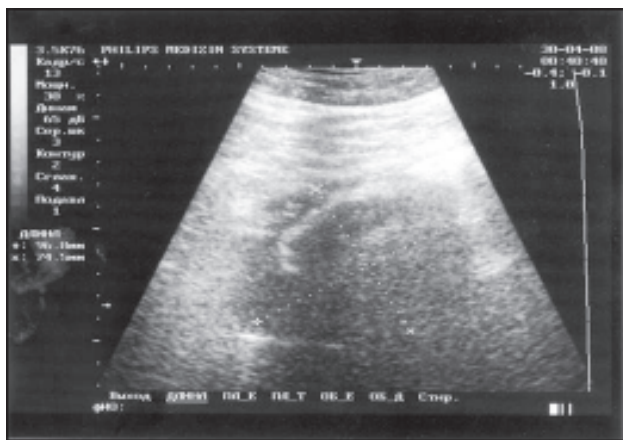


Рис. 3. Ультразвуковое исследование при инфильтративно-некротической форме острого деструктивного панкреатита.

При асептической форме эхографически у всех больных контуры поджелудочной железы были нечеткие, все отделы ее увеличены. Для больных этой группы была характерна неоднородность внутренней структуры железы, эхогенность ее различна. Сосудистые структуры и протоковая система железы в большинстве случаев не определялись. На этом фоне имелись патологические очаги в виде анэхогенных или гипоэхогенных образований с четкими или нечеткими, чаще неровными контурами, неправильной формы, чаще с неоднородной структурой (рис. 4) [4, 7].

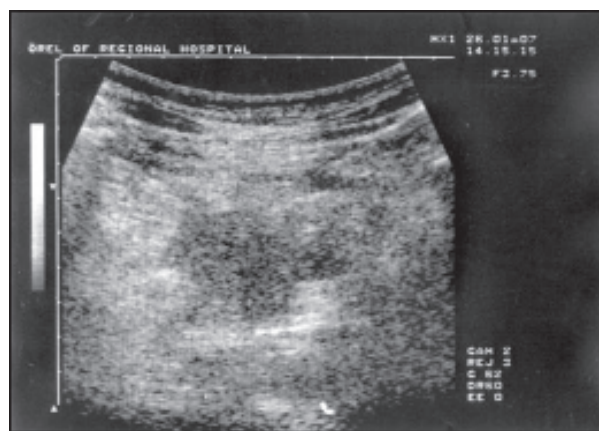


Рис. 4. Ультразвуковое исследование при асептической форме острого деструктивного панкреатита.

При ферментативном оментобурсите забор материала осуществляли по схеме: G21(O)→G20(O)→G19(O). При жидкостных скоплениях менее 2 см производили мультифокальный забор материала до полного исчезновения жидкостного компонента. При размерах жидкостного скопления более 2 см или если при динамическом эхографическом наблюдении имел место рецидив жидкостного компонента сальниковой сумки, нарастание его размеров и распространенности, то лечебно-диагностические пункционные вмешательства сопровождались проведением дренирующих вмешательств. Диаметр дренажей зависел от объема и локализации жидкости (9F→12F).

Гнойное расплавление тканей панкреатического инфильтрата сопровождалось появлением в его структуре большого количества мелких эконегативных неправильно расположенных структур с нечеткими контурами. При динамическом наблюдении отмечалось их слияние с исходом в более

крупные включения неоднородной плотности. В процессе формирования гнойника отмечалось увеличение инфильтрата с появлением по периферии эконегативного ободка за счет скопления жидкости в сальниковой сумке. Распространение процесса на окружающие ткани сопровождалось потерей четкости визуализации их структуры, а также нечеткостью контуров сосудов (рис. 5) [4, 7].

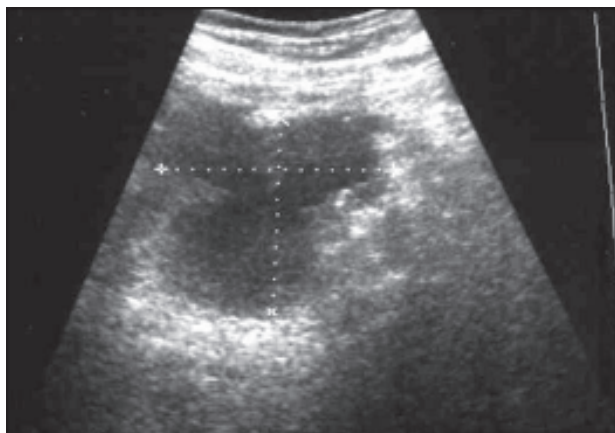


Рис. 5. Ультразвуковое исследование при гнойно-некротическом панкреатите.

При гнойно-некротическом панкреатите забор материала осуществляли из трех точек: (G21(P)→G20(P)). После получения микробиологических данных пункционно-аспирационной биопсии алгоритм антибактериальной терапии пересматривался с учетом чувствительности спектра идентифицированной микрофлоры к антибиотикам. После курса антибактериальной терапии проводилась повторная тонкоигольная пункция для цитологической и микробиологической оценки динамики патологического процесса. При отсутствии положительной клинико-инструментальной динамики и дальнейшем прогрессировании заболевания на фоне проводимой комплексной консервативной терапии решался вопрос об оперативном удалении очагов некроза и их адекватном дренировании.

При гнойно-некротическом парапанкреатите забор материала осуществляли минимум из трех точек, включая боковые области живота при распространении процесса по забрюшинному пространству. Повторное проведение тонкоигольной пункции сопровождалось установкой дренажей 9F или 12F (G20(P)→G19(P)→9F) в зону сальниковой сумки и крупнокалиберным перкутаным крупно-

калиберным дренированием забрюшинного пространства (12F + 34–36F).

При гнойном оментобурсите пункционно-аспирационную биопсию проводили в последовательности G20(P)→G19(P). При небольших жидкостных скоплениях выполняли 3–4 манипуляции. При отсутствии положительной или нарастании отрицательной клинической и эхографической динамики, а кроме того, при крупных жидкостных скоплениях выполняли дренирование под контролем ультразвуковой томографии. В зону деструкции проводили две дренажные трубки в сочетании 9F или 12F + 12F или 34–36F.

При абсцессах брюшной полости и забрюшинного пространства выявлялся единичный очаг неправильной формы, пониженной эхогенности. Внутренняя структура гнойника неоднородная, с единичными равномерно или беспорядочно рассеянными мелкими эхопозитивными включениями. Позади очага имелась полоса отражений повышенной интенсивности (рис. 6) [4, 7]. Многократные лечебно-диагностические пункции осуществляли при небольших по размерам панкреатогенных абсцессах. Катетерное дренирование производили при абсцессах размерами более 20 мм из двух точек сочетанием дренажей 9F или 12F + 12F или 34–36F.



Рис. 6. Ультразвуковое исследование при панкреатогенном абсцессе.

При формировании кистозных образований размеры поджелудочной железы были умеренно увеличенными или нормальными. В паренхиме железы определялось кистозное образование с однородной гипоехогенной структурой, до 20–25 см в диаметре (рис. 7). При визуализации панкреатический

проток был извитым. Паренхима железы, окружающая кисту, имела неоднородную структуру [4, 7]. При псевдокистах 1 типа (без пристеночного очага, капсула 5 мм) в фазу исходов использовались иглы G22(O) и G19(O). При псевдокистах 2 типа (с пристеночными очагами, капсула >5 мм) выполняли забор жидкостного компонента, капсулы и пристеночного очага (G21(P)→G20(P)→G19(P)).

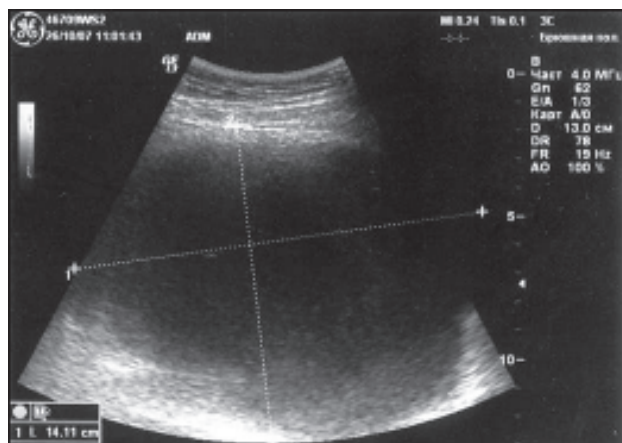


Рис. 7. Ультразвуковое исследование кисты поджелудочной железы.

При обострении хронического рецидивирующего панкреатита варианты изменения эхографической картины сводились либо к диффузному, либо к локальному распространению острого воспалительного процесса. Объем поджелудочной железы был увеличен преимущественно за счет головки, реже – хвоста (рис. 8) [4, 7]. При обострении хронического панкреатита забор материала проводили из трех точек поджелудочной железы в последовательности: G21(P)→G21(P)→G20(P).

Чувствительность, специфичность и диагностическая эффективность цитологического и микробиологического исследования материала, полученного при пункционно-аспирационной биопсии, составили соответственно 86,9%, 95,2% и 91,6%. Всего выполнено 218 малоинвазивных вмешательств с лечебной целью. У 20 пациентов с клинико-эхографическими признаками стерильного оментобурсита и псевдокист поджелудочной железы и у 4-х пациентов с инфицированным вариантом этих форм острого деструктивного панкреатита проведены серии тонкоигольных пункций. Малокалиберное дренирование выполнено у 84



Рис. 8. Ультразвуковое исследование при хроническом псевдотуморозном панкреатите с преимущественным поражением головки поджелудочной железы.

пациентов. По поводу гнойного оментобурсита и панкреатогенного абсцесса произведено 28 пункций с последующим первичным и вторичным бу-жированием пункционного канала до 34–36 F и установкой соразмерных двухпросветных полимерных термопластических дренажей. При этом многократное и длительное промывание зоны деструкции позволяет полноценно удалить только погибшие ткани. В 92,8% случаев выполнение диапевтических и лечебных малоинвазивных вмешательств на фоне активной комплексной консервативной терапии позволило купировать патологический процесс и избежать открытых оперативных вмешательств.

Пункционно-аспирационная биопсия под контролем ультразвуковой томографии с последующим микробиологическим и цитологическим исследованием аспирата является высокоинформативным методом диагностики характера поражения тканей и детализации фазы развития патологического процесса. Результаты пункционно-аспирационной биопсии позволяют дифференцированно подойти к использованию диапевтических и лечебных малоинвазивных вмешательств под контролем ультразвуковой томографии и обосновать тактическую позицию в хирургическом лечении при различных клинических формах острого деструктивного панкреатита. Перкутанные диапевтические технологии представляются эффективным малоинвазивным методом санации экссудативных и гнойных осложнений панкреонекроза.

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. Борсуков А.В., Лемешко З.А., Сергеев И.Е., Момджян Б.К. Малоинвазивные вмешательства под ультразвуковым контролем в клинике внутренних болезней / Под общ. ред. В.П. Харченко. – Смоленск, 2005. – 191 с.
3. Дуберман Б.Л., Мизгирев Д.В., Пономарев А.Н. и др. Пункции и дренирование жидкостных скоплений при остром панкреатите и его осложнениях // Анналы хир. гепатол. – 2008. – Т. 13. – № 1. – С. 87–93.
4. Дубров Э.Я., Алексеечкина О.А. Ультразвуковая дифференциальная диагностика различных форм острого панкреатита // Визуализация в клинике. – 1997. – № 10. – С. 32–37.
5. Нестеренко Ю.А., Лаптев В.В., Михайлулов С.В. Диагностика и лечение деструктивного панкреатита. – М.: ООО «Бином-Пресс», 2004. – 304 с.
6. Охотников О.И., Григорьев С.Н., Яковлева М.В. Эхо-семиотика деструктивного панкреатита // Актуальные вопросы хирургической гастроэнтерологии. – Курск, 2003. – С. 30–32.
7. Практическое руководство по ультразвуковой диагностике. Общая ультразвуковая диагностика / Под ред. В.В. Митькова. – М.: Издательский дом Видар, 2003. – 698 с.
8. Толстой А.Д., Панов В.П., Краснорогов В.Б., Вашетко Р.В., Скородумов А.В. Панкреатит. – Санкт-Петербург, 2003. – 255 с.
9. Adams D.B., Harvey T.S., Anderson M.C. Percutaneous catheter drainage of infected pancreatic and peripancreatic fluid collections // Arch. Surg. – 1990. – Vol. 125. – № 12. – P. 1554–1557.
10. Balthazar E.J., Freeny P.C., Sonnenberg E. Imaging and intervention in acute pancreatitis // Radiology. – 1994. – Vol. 193. – P. 297.
11. Bradley E.L.III. A clinically based classification system for acute pancreatitis. Atlanta, Ga, (September 11–13), 1992. – P. 586–590.
12. Gouzi J.L., Bloom E., Julio C. et al. Drainage percutane des necroses pancreatiques infectees: alternative a la chirurgie // Chirurgie. – 1999. – Vol. 124, N1. – P. 31–37.
13. Mithofer K., Mueller P.R., Warshaw A.L. Interventional and surgical treatment of pancreatic abscess // World J. Surg. – 1997. – Vol. 21. – N 2. – P. 162–168.
14. Navalho M., Pires F., Duarte A. et al. Percutaneous drainage of infected pancreatic fluid collections in critically ill patients: correlation with C-reactive protein values // Clin. Imaging. – 2006. – V. 30. – N 2. – P. 114–119.
15. Paye F., Rotman N., Radier C. et al. Percutaneous aspiration for bacteriological studies in patients with necrotizing pancreatitis // Br. J. Surg. – 1998. – Vol. 85. – N 6. – P. 755–759.
16. Rau B., Uhl W., Buchler M.W., Beger H.G. Surgical treatment of infected pancreatic necrosis // World J. Surg. – 1997. – Vol. 21. – P. 155–161.
17. Rau B., Pralle U., Mojer J.M., Beger H.C. Role of ultrasonographically guided fine needle aspiration cytology in diagnosis of infected pancreatic necrosis // Brit. J. Surg. – 1998. – Vol. 85. – P. 179–184.
18. Van Sonnenberg E., Wittich G.R., Chon K.S. et al. Percutaneous radiologic drainage of pancreatic abscesses // Am. J. Roentgenol. – 1997. – Vol. 168. – P. 979–984.
19. Walser E.M., Nealon W.H., Marroquin S. et al. Sterile fluid collections in acute pancreatitis: catheter drainage versus simple aspiration // Cardiovascular and Interventional Radiology. – 2006. – V. 29. – N 1. – P. 102–107.

A.V. MAMOSHIN, A.V. BORSUKOV, A.B. GORPINICH, P.U. VASILYEV,
A.L. ALYANOV, R.P. SHATALOV

ULTRASOUND DIAPEVTIC OF THE ACUTE DESTRUCTIVE PANCREATITIS

The experience of diapedtic technologies under the ultrasound control imaging in 186 patients (142 men and women – 44 in age from 19 to 84 years) with acute pancreatitis was presented. Different in terms miniinvasive interventions under the ultrasound control tomography in sequence at different stages of pathological process were applied. Sensitivity, specificity and diagnostic efficiency of the cytological and microbiological examination of the material amounted 86,9%, 95,2% and 91,6%. Diapedtic and therapeutic miniinvasive procedures on the background of the active complex conservative therapy allowed to arrest pathological cue process and avoid open surgery in 92.8% of the execution.

Key words: Ultrasound imaging, puncture – aspiration biopsy, acute destructive pancreatitis diapedtic, miniinvasive intervention.

А.В. МАМОШИН, кандидат медицинских наук, доцент кафедры общей хирургии и анестезиологии медицинского института Орловского государственного университета, врач-хирург хирургического отделения № 1 ОГУЗ «Орловская областная клиническая больница»

Тел. 8 920 2877007; dr.mamoshin@mail.ru

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»

Тел. 8 4812 632210; bor55@yandex.ru

К.В. СЕЗОНОВ, врач-судебно-медицинский эксперт танатологического отдела ОГУЗ «Орловское бюро судебно-медицинской экспертизы»

Тел. 8 910 2035954; dr.skv@mail.ru

ВОЗМОЖНОСТИ ЭНДОКАВИТАЛЬНОЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДИАГНОСТИКИ ГНОЙНЫХ ЖИДКОСТНЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ ОСТРОГО ДЕСТРУКТИВНОГО ПАНКРЕАТИТА

В статье приводятся данные экспериментального исследования по изучению возможностей эндосонографии в топографической оценке панкреатодуоденальной зоны и клинического применения эндоскопической ультразвуковой томографии у 12 пациентов с экссудативными гнойными осложнениями острого деструктивного панкреатита. Наряду с проведением трансабдоминального ультразвукового исследования применена технология интракавитальной ультразвуковой оценки состояния гнойных полостей. Получены комбинации количественных и динамических ультразвуковых признаков, которые дают качественно новую информацию о стадировании патологического процесса, что позволяет адекватно изменить дальнейшую диагностическую и лечебную тактику.

Ключевые слова: острый деструктивный панкреатит, эндосонография, диапневтика, ультразвуковая томография, панкреатодуоденальная зона, экссудативные гнойные осложнения.

Клинические возможности ультразвуковой томографии в диагностике и малоинвазивных технологиях при экссудативных осложнениях острого деструктивного панкреатита постоянно совершенствуются. Однако, несмотря на то, что трансабдоминальная ультразвуковая томография стала широко распространенным методом обследования панкреатобилиарной зоны, ее возможности и степень разрешения ограничены [3, 4, 8, 13, 21]. Напротив, эндосонография благодаря ультразвуковым волнам высокой частоты, распространяющимся внутри тела человека, позволяет детально осмотреть данную область [2, 4, 7, 9, 11, 12, 13, 16, 18]. Внедрение эндосонографии кардинально изменило некоторые диагностические алгоритмы в панкреатологии [15]. Однако эндосонография до сих пор считается очень сложной методикой, требующей четкого представления о трехмерной конфигура-

ции органов, и потому не все возможности этого метода применяются в полном объеме [2, 4, 7, 9, 11, 12, 13, 14, 17, 19, 20].

Цель исследования: оценить диагностические возможности эндосонографии при гнойных экссудативных осложнениях острого деструктивного панкреатита с позиции эндокавитального ультразвукового исследования.

Материалы и методы исследования. Материалом для настоящей работы послужило экспериментальное исследование, выполненное на базе танатологического отдела ОГУЗ «Орловское бюро судебно-медицинской экспертизы» на 23 трупах в течение суток после смерти, наступившей не в стационаре. Мужчин было 14 (60,9%), женщин – 9 (39,1%) в возрасте от 35 до 80 лет (табл. 1).

Таблица 1 – Распределение по причине смерти, полу и возрасту

Причина смерти	Всего		Пол		Средний возраст
	абс.	%	муж.	жен.	
Пневмония	3	13,04	1	2	53,6
Ишемическая болезнь сердца	8	34,8	5	3	52
Дилятационная кардиомиопатия	2	8,7	1	1	65
Черепно-мозговая травма	2	8,7	1	1	47
Острое нарушение мозгового кровообращения	1	4,34	1	-	58
Отравление этиловым спиртом	5	21,74	4	1	53,6
Общее переохлаждение организма	1	4,34	1	-	47
Острый деструктивный панкреатит	1	4,34	1	-	37
Всего:	23	100	14	9	53,13

Ультразвуковая томография выполнялась на аппарате Aloka SSD-630 с конвексным эндоскопическим ультразвуковым датчиком (5,0 МГц). Экспериментальное исследование включало в себя выделение на трупе доступов для осмотра панкреатодуоденальной зоны со стороны желудочно-кишечного тракта через нижнюю треть пищевода, антральный отдел желудка, связку Трейца, а также из просвета аорты и нижней полой вены. Программа проведения исследования состояла из стандартизированного пошагового (шаг – 2,5 см) изучения топографо-анатомических особенностей ультразвуковой семиотики панкреатодуоденальной зоны в трех плоскостях с возможностью оценки координат. Производилось сравнение секционного и эндосонографического топографо-анатомического взаимоотношения и состояния структур верхнего этажа брюшной полости с учетом постмортальных изменений.

На базе клиники хирургического отделения № 1 ОГУЗ «Орловская областная клиническая

больница» у 12 больных с экссудативными гнойными осложнениями панкреонекроза использованы возможности эндосонографии для интракавитальной ультразвуковой оценки состояния гнойных полостей. Мужчин было 8 (75%), женщин – 4 (33,4%). Возраст больных варьировался от 32 до 68 лет (в среднем 49,3 года). В соответствии с классификацией острого панкреатита [10] диагноз флегмоны забрюшинного пространства установлен у 3 (25%) пациентов, панкреатогенного абсцесса – у 5 (41,7%) больных, инфицированной кисты поджелудочной железы – у 4 (33,3%) пациентов (табл. 2).

Центральное место в лечении этих больных занимала диапевтика, которая применялась как единственная хирургическая технология. Учитывая наличие гнойных экссудативных осложнений панкреонекроза, всем больным выполнено первичное или вторичное крупнокалиберное дренирование под контролем ультразвуковой томографии [1, 5, 6].

Таблица 2 – Распределение больных по виду экссудативных гнойных осложнений ОДП в зависимости от пола и возраста

Экссудативные гнойные осложнения ОДП	Число наблюдений		Пол		Средний возраст
	абс.	%	муж.	жен.	
Флегмона забрюшинного пространства	3	25	2	1	43
Панкреатогенный абсцесс	5	41,7	3	2	56
Инфицированная киста поджелудочной железы	4	33,3	3	1	49
Всего:	12	100	8	4	49,3

С целью повышения точности оценки динамики патологического процесса, прогнозирования дальнейшего течения заболевания производилась интракавитальная ультразвуковая томография патологического очага с определением структуры капсулы, экоструктуры стенки очага и его ультразвуковой пальпации. Интракавитальное ультразвуковое исследование выполнялось с использованием конвексного эндоскопического ультразвукового датчика (5,0 МГц) на аппарате Aloka SSD-630. Использование эндоскопического ультразвукового датчика изнутри гнойной полости позволяет получить секторальный ультразвуковой срез стенки гнойной полости, прилежащих органов и структур.

Результаты исследования и их обсуждение.

Ультразвуковая оценка семиотики органов и патологии проводилась по 8 прямым, 11 косвенным признакам первого порядка и четырем косвенным признакам второго порядка. Всего анализировалось 94 признака. После статистической обработки по количественным и качественным критериям были отобраны информативные признаки ($p < 0,05$; $p < 0,01$; $2 = 3,64$). Оценка диагностической эффективности эндосонографии соотносилась с судебно-медицинским и заключительным клиническим диагнозом. Применение эндосонографии панкреатодуоденальной зоны из физиологических путей позволило детально изучить особенности сегментарного топографического взаимодействия органов с учетом основных анатомических ориентиров. Совпадение взаимного расположения органов и их анатомической структуры на секции с результатами эндосонографического исследования отмечено в 94,7% случаев.

Трансабдоминальная ультразвуковая томография является быстрым и неинвазивным высокоинформативным методом прямой диагностики при развитии очаговых гнойных экссудативных осложнений острого деструктивного панкреатита [3, 11]. Однако традиционные ультразвуковые признаки (контуры, размеры, экзогенность и т.д.) не несут принципиально новой информации о характере и динамике патологического процесса.

При проведении эндокавитального ультразвукового исследования гнойной полости наблюдалось изменение информативности таких ультразвуковых признаков, как структура капсулы, экоструктура стенки очага и его ультразвуковая пальпация, которые менее значимы при трансабдоминальной ультразвуковой томографии. Качественно важной являлась комбинация традиционного и нового динамического признака: экоструктура – подвижность; размер включения – степень фиксации к капсуле; эхооднородность содержимого – быстрота вымываемости из полости по дренажу. Именно они обладали минимальной вероятностью возникновения диагностической ошибки: 0,114, доверительный интервал [0,098–0,12] по сравнению с трансабдоминальным ультразвуковым исследованием – 0,876, доверительный интервал [0,859–0,92].

Выводы. Являясь высокоточным диагностическим методом, эндосонография позволяет оценить топографию как на органном уровне в целом, так и фрагментарное взаимодействие органов по сравнению с трансабдоминальным ультразвуковым исследованием. При патологии поджелудочной железы целесообразно использование комби-

нации трансабдоминального и эндоскопического ультразвукового исследования.

Использование возможностей эндосонографии в эксперименте и эндокавитального ультразвукового исследования в клинике позволило оценить топографо-анатомические особенности органов в векторе изображения, направленном изнутри кнаружи, со сравнительным анализом ультразвуковой семиотики в комбинации количественных и динамиче-

ских ультразвуковых признаков. При проведении малоинвазивных лечебных вмешательств с установкой дренажей оптимально применение эндокавитального ультразвукового исследования полости и ее капсулы с комбинацией количественных и качественных признаков. Это дает качественно новую информацию о стадировании патологического процесса, что позволяет адекватно изменить дальнейшую диагностическую и лечебную тактику.

Библиографический список

1. Борсуков А.В., Мамошин А.В. Практическое руководство для последипломной профессиональной подготовки врачей под общей редакцией В.Г. Плешкова «Малоинвазивные вмешательства под ультразвуковым контролем при заболеваниях желчного пузыря и поджелудочной железы». – Москва: Медпрактика-М, 2007. – 126 с.
2. Бурков С.Г. Эндоскопическая эхография в диагностике заболеваний органов пищеварения / С.Г. Бурков // Клиническое руководство по ультразвуковой диагностике: в 4-х т. / Под ред. В.В. Митькова. Т.3, глава № 10. – М.: Видар, 1997. – С. 279–294.
3. Дубров Э.Я., Алексеечкина О.А. Ультразвуковая дифференциальная диагностика различных форм острого панкреатита // Визуализация в клинике. – 1997. – № 10. – С. 32–37.
4. Жерлов Г.К., Соколова С.А. Руководство по ультразвуковой диагностике заболеваний пищевода, желудка и двенадцатиперстной кишки. – Новосибирск: Наука, 2005. – 207 с.
5. Нестеренко Ю.А., Лаптев В.В., Михайлулов С.В. Диагностика и лечение деструктивного панкреатита. – М.: ООО "Бином-Пресс", 2004. – 304 с.
6. Охотников О.И., Григорьев С.Н., Яковлева М.В. Эхо-семиотика деструктивного панкреатита // Актуальные вопросы хирургической гастроэнтерологии. – Курск, 2003. – С. 30–32.
7. Старков Ю.Г., Солоднина Е.Н., Шишин К.В., Плотникова Л.С. Эндоскопическая ультрасонография в диагностике хирургических заболеваний поджелудочной железы // Хирургия. – 2008. – № 1. – С. 47–52.
8. Benson M.D., Gandhi M.R. Ultrasound of the hepatobiliary-pancreatic system // World J Surg. – 2000. – № 24. – P. 166–170.
9. Bhutani M.S. Endoscopic ultrasonography // Endoscopy. – 2002. – № 34. – P. 888–895.
10. Bradley E.L. A clinically based classification system for acute pancreatitis. Atlanta, Ga, (September 11–13), 1992. – P. 586–590.
11. Bruno M.J. Endoscopic ultrasonography // Endoscopy. – 2003. – № 35. – P. 920–932.
12. Dancygier H., Nattermann C. Endoscopic ultrasonography – indications and results in diseases of the esophagus and stomach // Schweiz. Rundsch. Med. Prax. – 1994. – Vol. 15. – № 83. – P. 1281–1287.
13. Fujita N., Inui K., Kida M., Maguchi H., Yamao K., Yasuda K. Standard imaging techniques in the pancreatobiliary region using radial scanning endoscopic ultrasonography. Digestive Endoscopy, 2004, 16 Suppl., S. 118–133.
14. Fusaroli P., Vallar R., Togliani T. et al. Scientific publications in endoscopic ultrasonography: a 20-Year global survey of the literature // Endoscopy. – 2002. – № 34. – P. 451–456.
15. Giovannini M., Pesenti C., Rolland A.-L. et al. Endoscopic ultrasound-guided drainage of pancreatic pseudocysts or pancreatic abscesses using a therapeutic echo endoscope // Endoscopy. – 2001. – № 33. – P. 473–477.
16. Hawes R.H. Normal endosonographic findings // Gastrointestinal Endoscopy. – 1996. – Vol. 43. – № 2, p-t 2. – P. 6–10.
17. Knox T.A. Endoscopic ultrasound diagnostic and therapeutic uses // Surg Endosc. – 1998. – № 12. – P. 1088–1090.
18. Lightdale C.J. Detection of anastomotic recurrence by endoscopic ultrasonography // Gastrointest. Endosc. Clin. N. – 1995. – Vol. 5. – № 3. – P. 595–600.
19. Penman I.D. Endoscopic ultrasound // Endoscopy. – 2001. – № 33. – P. 940–948.
20. Saftoiu A., Vilman P. Endoscopic ultrasound elastography — a new imaging technique for the visualization of tissue elasticity distribution // J Gastrointest liver dis. – 2006. – Vol. 15. – № 2. – P. 161–165.
21. Sauerbrei E.E., Nruyen R.L., Nolan N.Y. Abdominal sonography: Raver Press, 1992. – 266 p.

A.V. MAMOSHIN, A.V. BORSUKOV, K.V. SEZONOV

**OPPORTUNITIES OF ENDO-CAVITIES ULTRASOUND PURULENT FLUID
COMPLICATIONS OF ACUTE DESTRUCTIVE PANCREATITIS**

The article presents results of an experimental research in studying of endosonography opportunities in the evaluation of topographic pancreaticoduodenal zone and clinical applications of endoscopic ultrasound imaging in 12 patients with exudative purulent complications of acute destructive pancreatitis. In addition to conducting of transabdominal ultrasound research intracavities ultrasound assessment of purulent cavities was applied. There were received combinations of quantitative and dynamic ultrasound signs that give qualitatively new information about the staging of a pathological process that can adequately change further diagnostic and treatment tactics.

Key words: acute destructive pancreatitis, endosonography, diapervic, ultrasound imaging, pancreatoduodenal zone exudative purulent complications.



Е.Н. НАУМЕНКО, преподаватель ГОУ СПО «Старооскольский медицинский колледж», аспирант кафедры фармацевтической химии и фармакогнозии ГОУ ВПО «Белгородский государственный университет»

Тел. 89107419723; E.naumenk@yandex.ru

Е.Т. ЖИЛЯКОВА, заведующая кафедрой фармацевтической технологии, управления и экономики здравоохранения ГОУ ВПО «Белгородский государственный университет», доктор фармацевтических наук, профессор

Тел. (4722) 301427; EZhilyakova@bsu.edu.ru

М.А. ХАЛИКОВА, ассистент кафедры фармацевтической технологии, управления и экономики здравоохранения, аспирант кафедры фармацевтической химии и фармакогнозии ГОУ ВПО «Белгородский государственный университет»

Тел. 89103249634; Khalikova@bsu.edu.ru

О.О. НОВИКОВ, заведующий кафедрой фармацевтической химии и фармакогнозии ГОУ ВПО «Белгородский государственный университет», доктор фармацевтических наук, профессор

Тел. (4722) 301425; Novikov@bsu.edu.ru

М.Ю. НОВИКОВА, старший преподаватель кафедры фармацевтической технологии, управления и экономики здравоохранения ГОУ ВПО «Белгородский государственный университет», кандидат фармацевтических наук

Тел. (4722) 302150; MNovikova@bsu.edu.ru

Д.И. ПИСАРЕВ, доцент кафедры фармацевтической химии и фармакогнозии ГОУ ВПО «Белгородский государственный университет», кандидат фармацевтических наук

Тел. (4722) 302037; Pisarev@bsu.edu.ru

Л.М. ДАНИЛЕНКО, старший преподаватель кафедры фармацевтической химии и фармакогнозии ГОУ ВПО «Белгородский государственный университет», кандидат фармацевтических наук

Тел. (4722) 302037; Danilenko_L@bsu.edu.ru

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО РЫНКА ПРОТИВОВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ МЕСТНОГО ЛЕЧЕНИЯ ПРОКТОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Официальная статистика свидетельствует о значительной распространенности заболеваний прямой кишки. Учитывая это, важность приобретает профилактика и лечение проктологических заболеваний противовоспалительными препаратами местного действия, широко представленными на российском фармацевтическом рынке. Нами проведен анализ современного рынка противовоспалительных лекарственных средств для лечения проктологических заболеваний по показателям.

Ключевые слова: проктологические заболевания, анализ рынка, противовоспалительные препараты.

На современном этапе развития медицины профилактика и лечение проктологических доброкачественных хирургических заболеваний прямой кишки и промежности (геморрой, парапроктит, анальные трещины и пр.), большой группы неспецифических язвенных колитов и функциональных поражений толстой кишки с синдромом стойких запоров являются одной из важных проблем.

Статистика свидетельствует о значительной распространенности заболеваний прямой кишки, причем в последнее время наблюдается тенденция к увеличению их количества. Проктологические заболевания при скрининге выявляются у каждого четвертого практически здорового взрослого человека [3]. Так, за последние двадцать лет в Московском областном проктологическом центре получили консультацию и лечение 145 000 взрослых больных. В среднем из каждой тысячи взрослых 287 лиц страдают теми или иными проктологическими заболеваниями. Около 1/3 пациентов имеют два заболевания и более. Мужчины и женщины страдают этими заболеваниями одинаково [1]. Наиболее распространенные общепроктологические заболевания – такие как геморрой, анальные трещины, проктиты, парапроктиты и кисты [2].

Основное место среди заболеваний прямой кишки занимают воспалительные явления (1/3 больных). Следует отметить, что среди клинически манифестирующих проктологических болезней первые 4 места занимают геморрой (43%), проктит и проктосигмоидит (17%), анальная трещина (10%) и опухоли толстой кишки, в основном рак прямой кишки (9,2%) [3].

Клинические проявления заболеваний толстого кишечника не всегда достаточно четко выражены. Для большинства из них отмечается период скрытого течения, после чего проявляются острые признаки заболевания. Эти начальные проявления с течением времени становятся более интенсивными и сопровождаются острой болью, тяжелым запором или поносом, иногда с выделением слизи и крови, зудом в промежности, повышением температуры тела, истощением, интоксикацией и проч.

В настоящее время среди методов лечения в проктологии присутствуют хирургические, однако многие формы проктита, проктосигмоидита и ге-

моррея нуждаются в консервативной медикаментозной терапии. Главным условием противовоспалительной фармакотерапии является устранение раздражителей, вызывающих воспаление. Наиболее рациональная комплексная терапия направлена на угнетение и ликвидацию патогенных возбудителей, дезинтоксикацию и коррекцию гомеостаза, общую стимуляцию организма и повышение его резистентности, поддержание функций жизненно важных органов, снижение катаболических и повышение анаболических процессов. Также назначается активная витаминотерапия.

При лечении патологий прямой кишки довольно часто применяются препараты сульфаниламидного ряда. Такие препараты, как сульфасалазин, олсалазин, салазопирин, салазопиридазин и салазодиметоксин (два последних имеют пролонгированное действие), являются эффективными при лечении легких и средних форм болезни Крона, неспецифического язвенного колита и пр. и дают положительные результаты в 90% случаев. Наряду с сульфаниламидами широкое применение находят такие антибиотики, как ампициллин, цефалоспорины и тетрациклины.

При обострении заболеваний и при тяжелых формах течения в большинстве случаев применяют гормонотерапию. Гормональные препараты назначают в виде клизм, перорально и парентерально (гидрокортизон, метилпреднизолон и пр.). По литературным данным, комплексная терапия гормонами и антибиотиками в большинстве случаев способствует снижению воспалительных явлений в кишечнике, улучшению общего состояния больных. Однако достигнутые результаты непродолжительны, а появление стойкой ремиссии – редкость.

У проктологических больных с нарушением водно-электролитного и белкового обмена, анемией в различных стадиях и в послеоперационном периоде наиболее эффективным является комбинированное лечение. Применение гемотрансфузий белковых гидролизатов, растворов глюкозы и электролитов улучшает общее состояние и гомеостаз, однако не ликвидирует дефицит белков, гемоглобина, солей.

Анализ официальных источников информации о зарегистрированных ЛС позволил выявить полное количество зарегистрированных препаратов, при-

меняемых в качестве местных противовоспалительных ЛС для лечения проктологических заболеваний (за исключением производных 5-АСК и гормональных ЛС). Общий ассортимент зарегистрированных в России ЛС данной группы составил 25 препаратов 18 торговых наименований. Среди них на долю отечественных ЛС приходится 66,7% (12 наименований), остальные 33,3% (6 наименований) – ЛС зарубежного производства. Анализ показал, что в ассортименте ЛС присутствуют различные виды ЛФ (рис. 1).

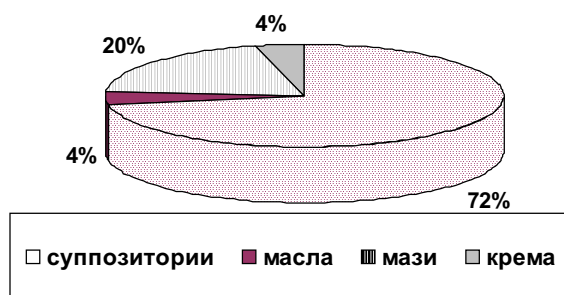


Рис. 1. Структура ассортимента противовоспалительных проктологических ЛС по видам лекарственных форм

Ведущая роль в фармакотерапии проктологических заболеваний принадлежит суппозиториям. Доля данной группы ЛФ составляет 72% (18 наименований) от общего числа ЛФ. Развитию ректальной терапии способствуют следующие преимущества: попадание лекарственного вещества непосредственно в общее кровообращение, минуя желудочно-кишечный тракт и печень, что в особенности важно при применении препаратов, которые имеют гепатотоксическое действие; скорость всасывания многих лекарственных веществ нередко может быть приравнена к скорости попадания препарата в общее кровообращение при внутримышечном введении; снижение степени и частоты аллергизирующего действия препарата; независимость эффекта всасывания от наполненности желудочно-кишечного тракта; удобство использования в педиатрии, гериатрии и психиатрической практике; простота и безболезненность введения лекарственных средств, а также отсутствие опасности внесения инфекции; локализация соответствующих фармакологически активных веществ непосредственно в ректум позволяет облегчить

местные боли, ускорить заживление разрывов, трещин и благоприятно влияет на воспалительные процессы; возможность назначения в форме суппозитория одновременно нескольких лекарственных веществ с различным фармакологическим действием, что важно при комплексной терапии проктологических заболеваний.

При изучении состава суппозитория отечественного производства отмечен ограниченный ассортимент, в состав которых входят вещества растительного происхождения. Так, промышленностью выпускаются суппозитории Тыквеол, содержащие масло семян тыквы, а также суппозитории с экстрактом красавки, Бетиол. Эффективным лекарственным средством при лечении заболеваний прямой кишки являются суппозитории, в состав которых входит измельченная масса хлорофиллсодержащих водорослей, в особенности хлореллы (суппозитории Танальсид, Альгинолон).

Ректальные мази (Проктозан, Ультрапрокт, Релиф, Релиф Адванс, Гепатромбин) и крема (Прокто-гливенол) составляют в структуре ЛС местного применения 20% и 4% соответственно и используются в основном с целью воздействия на локальные процессы в прямой кишке. Данные ЛФ имеют целый ряд преимуществ: просты в изготовлении (обычно выпускаются в тубах с наконечниками), основы для них легкодоступны, сама лекарственная форма очень деликатна. Однако представленные ЛФ очень часто не достигают пораженных участков аноректальной области; также возникают трудности при нанесении этих лекарственных форм на необходимый участок и удержании их на определенном месте. Кроме того, для данных ЛФ нужно учитывать необходимость наличия медицинского персонала, специальных приборов, сложность дозирования и влияние температурного фактора, они не получили массового распространения.

Для местного воздействия на очаг воспаления применяются теплые сидячие ванны с применением растворов антисептических средств (фурацилина, калия перманганата), с использованием настоя ромашки, компрессы с мазью Вишневского и ихтиолом, микроклизмы. В качестве лекарственных веществ в микроклизмах используют

водные настои ромашки, календулы, шалфея или пустырника, колларгол, а также масла (облепиховое, подсолнечное, Тыквеол), рыбий жир. Безусловно, эффективность применения микроклизм хорошо известна и не нуждается в доказательствах, однако приготовление настоев, способ введения недостаточно комфортен для пациента. Кроме того, часто потенцирует раздражение слизистой оболочки кишечника.

В настоящее время в проктологии широко применяются препараты в аэрозольной упаковке, которые содержат в своем составе анестетики, кор-

тикостероиды, антисептики, нестероидные противовоспалительные средства. Примером может служить аэрозоль, в состав которого входят рыбий жир, дерматол, хлортетрациклин.

Работа выполнена в рамках федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы. Номер заявки НК-561Р/10. Тема исследования – «Разработка технологии производства супрамикроструктурированных полимеров, используемых для создания пролонгированных лекарственных средств».

Библиографический список

1. Ашкурков М.Г. Диагностика и распространенность проктологических заболеваний / М.Г. Ашкурков. – Доктор. – 1997. – № 1. – С. 64–67.
2. Масляк В.М. Практична колопроктологія / В.М. Масляк [и др.]. – Львів: Світ, 1993. – 140 с.
3. Ривкин В.Л. Руководство по проктологии / В.Л. Ривкин, А.С. Бронштейн, С.Н. Файл. – М.: Медпрактика, 2001. – 217 с.

**E.N. NAUMENKO, E.T. ZHILYAKOVA, M.A. KHALIKOVA, O.O. NOVIKOV,
M.U. NOVIKOVA, D.I. PISAREV, L.M. DANILENKO**

AN ANALYSIS OF MODERN MARKET OF ANTI-INFLAMMATORY DRUGS FOR LOCAL TREATMENT OF DISEASES PROCTOLOGIC

Official statistics showed a significant prevalence of diseases of the rectum. Given this importance is the prevention and treatment of diseases proctologic anti-inflammatory drugs with local action, widely represented in the Russian pharmaceutical market. We have analyzed modern market of anti-inflammatory drugs to treat diseases proctologic.

Key words: proctologic diseases, market analysis, anti-inflammatory drugs

М.А. НЕКРАСОВ, доктор медицинских наук, профессор,
заведующий кафедрой психиатрии и наркологии медицинского
института Орловского государственного университета
Тел. 8(4862) 43-21-82

ДУШЕВНАЯ БОЛЕЗНЬ РУССКОГО ПИСАТЕЛЯ В.М. ГАРШИНА

В настоящей статье на основе анализа мемуарной и патографической литературы представлено клинико-динамическое описание психического заболевания, которым страдал известный русский писатель Всеволод Михайлович Гаршин.

Ключевые слова: В.М. Гаршин, биполярное аффективное расстройство, маниакальная фаза, депрессивная фаза.

Наиболее известным пациентом, когда-либо находившимся в стенах Орловского дома умалишенных, был талантливый русский писатель, «мастер рассказа», как его часто называют литературоведы, Всеволод Михайлович Гаршин (1855–1888).

Факт пребывания в Орловском заведении для душевнобольных столь известного в своё время деятеля русской культуры заставил нас обратиться к литературным, мемуарным и патографическим источникам для более подробного изучения особенностей психического заболевания писателя.

Род Гаршиных отличался крайне тяжелой наследственностью. А.И. Галачян (1924) провел исследование генеалогического древа семейства Гаршиных и установил, что в семи поколениях этого рода наблюдались патологические особенности психики (7). Г.В. Сегалин (1925) (13) так описывал наследственность В.М. Гаршина: «Дед по линии отца был шизоидом. Бабушка страдала циркулярным психозом. Говорили, что она «внесла безумие в род Гаршиных». Двоюродный брат – Федор Николаевич Гаршин ... отравился. Двоюродный брат – Сергей Николаевич Гаршин – пьяница и любитель женщин ... умер от прогрессивного паралича. Двоюродный брат – Леонид Николаевич – был слабоумный. Тетка Мария Егоровна (урожденная Гаршина) страдала пляской Св. Витта ... Среди её детей было несколько больных алкоголизмом. Дядя – Иван Егорович ... умер в психиатрической больнице. Тетка – Ольга Егоровна (урожденная Гаршина) ... умерла в состоянии глубокого слабоумия. Сын Ольги Егоровны ... страдал циркулярным психозом ... Отец – Михаил Егорович Гаршин – страдал циркулярным психозом ... назывался окружающими «Мишель странный». Мать – Екатерина Степановна – обладала властным, нетерпимым, неуравновешенным характером».

Старший брат Гаршина – Георгий Михайлович – в возрасте 50 лет (1895 г.) застрелился, находясь в состоянии депрессии. Средний брат – Виктор Михайлович – страдал колебаниями настроения. Покончил жизнь самоубийством в возрасте 21 года (1873 г.). Его дочь с 14,5 лет страдала циркулярным психозом. Несколько раз лечилась в психиатрических больницах.

Еще с детских лет Всеволод Михайлович Гаршин отличался крайней впечатлительностью и склонностью к пониженному настроению (грусти). Особенно четко это стало вырисовываться после разрыва отношений между его родителями. Парал-

тельно с этим для ранних лет В.М. Гаршина было характерно достаточно быстрое развитие и формирование, особенно в области интеллектуальной деятельности: он читает серьезную художественную литературу, «взрослые» периодические издания (журнал «Современник»), увлекается естественными науками.

Психическое заболевание началось в типичном для эндогенных больных возрасте: в 17 лет, еще во время учебы в гимназии, у Гаршина возникает первая маниакальная фаза. Он находился в непрерывной деятельности, создал домашнюю химическую лабораторию, пытался провести газ в квартиру брата и, что более важно для клинической диагностики, придавал всему сделанному и задуманному «мировое» значение и вовлекал в свои занятия большое количество людей. Правда, как у всех маниакальных больных, страдала реализация – ни один проект закончить ему так и не удалось.

К этому времени относится и первая госпитализация В.М. Гаршина в психиатрическую больницу Св. Николая, где он так «раскрутился», что к нему даже перестали допускать посетителей (3).

Дебютная маниакальная фаза психического заболевания В.М. Гаршина продолжалась около полугода (конец 1872 г. – лето 1873 г.). С позиций современной клинической психиатрии (4, 9, 10, 11) такова средняя продолжительность маниакального состояния у больных биполярным аффективным расстройством на фоне лечения психотропными препаратами. Во времена Гаршина, естественно, в терапевтическом арсенале врачей-психиатров антидепрессантов и нормотимиков не было, а назначались только изоляция, покой и уход. Таким образом, можно констатировать: у Гаршина маниакальная фаза разрешилась сама, подтверждая тезис о том, что и в современных условиях при лечении маниакальных больных иногда сложно установить, редуцировалась ли фаза на фоне медикаментозной терапии или самопроизвольно.

Затем в жизни Гаршина наступает длительный, около 5 лет (лето 1873 г. – зима 1878 г.), светлый промежуток. Но и в это время он продолжает испытывать колебания настроения с преобладанием гипоманиакального аффекта. Известный русский психиатр П.М. Зиновьев (2008) (8), справед-

ливо задается вопросом: «...а можно ли отделить у него совсем здоровые состояния от гипоманиакальных приступов?» и были ли они, эти «здоровые состояния»? Как следует из воспоминаний современников (1, 2, 14), именно в состоянии гипомании Гаршин был наиболее полноценным человеком. Во время учебы в Горном институте он очень общителен, всеми любим, душа компании. Затем, по порыву души, бросает институт и идет добровольцем на русско-турецкую войну, где, по замечаниям многих сослуживцев, очень легко переносил тяготы походной жизни. После ранения пишет свои наиболее известные ранние рассказы. В этот 5-летний промежуток времени Гаршину всё дается легко, всё получается, отсутствуют какие-либо жалобы на состояние здоровья, жизнь складывается удачно: он герой войны и подающий большие надежды молодой писатель, оцененный и облаканный корифеями русской литературы – И.С. Тургеневым, Л.Н. Толстым, И.А. Гончаровым, Г.И. Успенским. Это был, пожалуй, наиболее плодотворный период в жизни В.М. Гаршина и, по всей видимости, окрашенный радужными гипоманиакальными красками.

Зимой 1878 г. полюс эмоционального состояния Гаршина меняется – у него развивается депрессия, но субдепрессивного регистра. Он пишет одному своему знакомому: «Живу я скверно. Скверность исходит из меня самого, потому что внешние обстоятельства все благополучны... Не делаю решительно ничего. Хандра, печальные соображения о своем ничтожестве».

Следующий, 1879 год начался для В.М. Гаршина с гипоманиакального состояния. В это время, по воспоминаниям В.А. Фаусека (14), у него было «полное душевное здоровье». Он активен, деятелен, бодр, наполнен энергией, много пишет, совершает с друзьями продолжительные экскурсии и дальние путешествия и при этом никогда не устает, мало спит, все успевает, на все хватает времени, голова наполнена разнообразными фантазиями, но его планы постоянно меняются. Весной-летом 1879 г. Гаршин увлекся психиатрией: посещает лекции и разборы больных на кафедре психиатрии Харьковского университета (у людей, страдающих психическими расстройствами, давно подмечен интерес к психиатрии).

Такое состояние продолжалось до осени 1879 г., когда у него вновь развилась «большая» депрессия (14): «Делать он ничего не мог, чувствовал страшную апатию и упадок сил: всякое проявление воли, всякий поступок казался ему тяжелым и мучительным. Всякое самое простое действие требовало от него напряжения душевных сил, совершенно не пропорционального значению действия... Душу его угнетала постоянная тоска. Он изменился физически: осунулся, голос стал слабым, походка вялой... Его мучила бессонница... Само ощущение удовольствия для него стало недоступно; все душевные проявления стали для него болезненны».

В конце зимы тяжесть депрессивного состояния стала уменьшаться, и уже в марте 1880 г. у Гаршина появляются признаки быстро нарастающего маниакального синдрома, который через некоторое время развернется в острый аффективный приступ, сопровождавшийся на своей высоте состояниями спутанности, иллюзорным восприятием окружающей действительности с ошибочным её толкованием, доходящим до степени бредаобразования.

Вот как описывают современники поведение В.М. Гаршина в это время (1, 14): пытаясь спасти народовольца И. Млодецкого, он добивается аудиенции у председателя Верховной распорядительной комиссии графа М.Т. Лорис-Меликова, после казни террориста уезжает в Москву, где, совершив ряд «странных» поступков, встречается с московским обер-полицмейстером Козловым (оба важных государственных чиновника не смогли устоять перед напором и активностью Гаршина), посещает публичные дома, оказывается в полицейских участках. Из Москвы поехал в Рыбинск, где потратил все свои деньги на покупку одежды, а старую подарил смотрителю в гостинице. Затем вновь вернулся в Москву, а оттуда направился в Тулу (заложив часы и кольцо у ростовщика). В гостинице бросил все свои вещи и пошел пешком в Ясную Поляну ко Льву Толстому, с которым провел целую ночь в разговорах о том, как сделать счастливым все человечество. Покинул Ясную Поляну, окончательно убежденный в своем высшем призвании, купил лошадь и поехал по Тульской губернии, проповедуя уничтожение зла на зем-

ле. В пути его застало половодье, и он по грудь в ледяной воде преодолевал препятствия.

Младший брат, отправившийся на поиски Гаршина, нашел его уже в Орловской губернии и привез в Харьков, где Гаршин продолжал находиться в состоянии маниакального возбуждения: «Глаза его горели. Он сиял радостно, возбужденно и гордо. И весь он был так странно оживленный и счастливый, каким я его еще не видел» (14). В Харькове он построил «машину для изготовления цветочных горшков из глины». Зачем они ему? Ведь в доме нет цветов. «Человек должен делать для себя все сам», — отвечает Гаршин. Через две недели он исчезает из Харькова, и младший брат вновь занимается его поисками. На этот раз он находит его в Орловском доме умалишенных. Оказывается, приехав в Орел, Гаршин решил устроить «кровавую революцию и начал подготовку к восстанию» (12). В Харьков из-за «буйного» состояния его везли связанным в отдельном купе и сразу же поместили в психиатрическую лечебницу «Сабурова дача». Впечатления о пребывании в этой больнице послужили основой для его автобиографического рассказа «Красный цветок» (6). По воспоминаниям друга Гаршина В.А. Фаусека (14), навещавшего его в больнице, «... в нем был виден сумасшедший... он говорил торжественно и таинственно... о своем враге, то ли принце, то ли князе, с которым у него должна была состояться дуэль; лицо его вспыхивало злобой — странное, непривычное для него выражение».

На Сабуровой даче Гаршин провел несколько месяцев, затем лечился в Петербургской клинике доктора А.Я. Фрея, где поправился лишь к концу 1880 года.

Таким образом, это была вторая и самая длительная маниакальная фаза (весна 1880 г. — конец 1880 г.) в истории болезни В.М. Гаршина, которая продолжалась около 9 месяцев. Следствием обеих маниакальных фаз, перенесенных Гаршиным, являлись госпитализации в психиатрические больницы. Помощь писателю в состояниях депрессии и субдепрессии оказывалась в домашних условиях. Консультировал его в эти периоды доктор А.Я. Фрей.

После выписки из клиники Фрея Гаршин, судя по воспоминаниям знакомых (1, 2, 14), был не впол-

не здоров – маниакальная фаза вновь сменилась депрессивной. Долгое время он «представлял собой человека, совершенно разбитого и физически, и нравственно, какой-то полутруп» (1).

Два года, с конца 1880 г. до весны 1882 г., он прожил в херсонской деревне своего дяди В.С. Акимова, который разработал для него специальную систему лечения, которая заключалась в изоляции от волнений и впечатлений, ограничении круга общения и увеличении физических нагрузок (2).

В мае 1882 г. Гаршин возвращается в Петербург. Здесь он женился, поступил на службу, вновь вернулся к литературной работе. В душевном заболевании Гаршина наступил очередной двухлетний «светлый» промежуток.

С 1884 г. его душевная болезнь вступила в новую фазу: каждую весну, в апреле-мае, у него развивалась депрессия, которая проходила в августе-сентябре, с наступлением осени и холодов. Но с каждым годом продолжительность депрессивных состояний увеличивалась. Проявлялись они тем, что Гаршин тосковал, жаловался на ослабление памяти и бессонницу, апатию и вялость, мучился угрызениями совести из-за прежних приступов болезни и страхов её возобновления в будущем. Он говорил друзьям: «Я предпочитал бы страдать самую ужасную болезнью, быть сифилитиком, отличаться крайним уродством, наконец, потерять обе руки, только избавиться бы от этой ужасной боязни сумасшествия» (1).

Зимой 1886–1887 гг. и ранней весной 1887 г., в противоположность предыдущим годам, у Гаршина развивается не депрессия, а гипомания. Он бодр, весел, оживлен, полон жизни, совершил двухнедельную поездку в Крым, где собрал прекрасную коллекцию растений для гербария. Родным и знакомым казалось, что меланхолические весенние состояния закончились. Но, к сожалению, летом 1887 г. у него вновь развивается депрессивная фаза, которая продолжалась до конца его жизни, до марта 1888 г. «Его мучила бессонница, и засыпал он не раньше 5 часов утра, а про-

снувшись, не имел сил встать с постели и лежал иногда до 3, до 4 часов дня». В это время у Гаршина начинают появляться упорные мысли о самоубийстве (5).

В начале марта 1888 г. депрессивное состояние несколько ослабло, и друзья предложили ему уехать в Кисловодск. Он принял приглашение, собрал вещи. Ночь перед отъездом не спал. Утром вышел из квартиры, спустился на один этаж (дом был 4-этажным) и в «припадке безумной тоски» бросился вниз (по современным статистическим данным, наибольшее количество самоубийств среди больных эндогенной депрессией происходит именно в утренние часы, когда тоска выражена в наибольшей степени). При падении сломал ногу (это и стало причиной смерти). Пока был в сознании, на вопрос знакомых, больно ли ему, ответил: «Что значит эта боль в сравнении с тем, что здесь», – и указал на сердце. Из квартиры его перенесли в хирургическую лечебницу Красного Креста, где 24 марта (5 апреля) Гаршин скончался, не приходя в сознание.

Таким образом, в болезни Гаршина преобладали депрессивные и субдепрессивные состояния, чередующиеся с гипоманиакальными и маниакальными фазами. За прослеженные 15 лет психического страдания писателя наблюдались всего два развернутых маниакальных приступа (1873 и 1880 гг.) психотического уровня, которые являлись причиной госпитализации в психиатрические больницы. В динамике заболевания отсутствовала последовательность смены маниакальных и депрессивных фаз: то они следовали одна за другой, то возникали достаточно продолжительные «светлые» промежутки.

Приведенные данные о наследственности и динамике психического заболевания В.М. Гаршина убедительно свидетельствуют о том, что он страдал маниакально-депрессивным психозом (МКБ-10 – биполярное аффективное расстройство), или, по классификациям XIX века, – «циркулярным помешательством».

Библиографический список

1. Абрамов Я. Всеволод Михайлович Гаршин (Материалы для биографии) // Памяти В.М. Гаршина. Художественно-литературный сборник. – СПб.: Типография и фототипия В.И. Штейн, 1889. – С. 1–65.

2. Акимов В.С. Воспоминания о Вс. Гаршине в разные эпохи его жизни: Воспоминания дяди, В.С. Акимова // Полное собрание сочинений В.М. Гаршина. – СПб.: Издание Т-ва А.Ф. Маркс, 1910. – С. 15–20.
3. Безумные грани таланта: Энциклопедия патографий / Автор-составитель А.В. Шувалов. – М.: ООО «Издательство АСТ», 2004. – С. 264–269.
4. Биполярное аффективное расстройство: диагностика и терапия / Под ред. С.Н. Мосолова. – М.: МЕДпресс-информ, 2008. – 384 с.
5. Васильев А. Воспоминания о Вс. Гаршине в разные эпохи его жизни: Воспоминания сослуживца А. Васильева // Полное собрание сочинений В.М. Гаршина. – СПб.: Издание Т-ва А.Ф. Маркс, 1910. – С. 63–66.
6. Гаршин В.М. Автобиографическая заметка // Полное собрание сочинений В.М. Гаршина. – СПб.: Издание Т-ва А.Ф. Маркс, 1910. – С. 5–9.
7. Гиндин В.П. Психопатология в русской литературе. – М.: ПЕР СЭ, 2005. – С. 105–116.
8. Зиновьев П.М. Душевные болезни в картинках и образах. Психозы, их сущность и формы проявления. – 2-е изд. – М.: МЕДпресс-информ, 2008. – 208 с. (1-е издание – 1927 г.).
9. Краснов В.Н. Аффективные расстройства // Психиатрия: Национальное руководство. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. – С. 490–524.
10. Пантелеева Г.П. Аффективный психоз // Руководство по психиатрии / Под ред. А.С. Тиганова. – Т.1. – М.: Медицина, 1999. – С. 555–570.
11. Попов Ю.В., Вид В.Д. Современная клиническая психиатрия. – М.: «Экспертное бюро-М», 1997. – С. 127–163.
12. Русанов Н.С. Из литературных воспоминаний // Наше наследие. – 1988. – Т.V. – С. 95–100.
13. Сегалин Г.В. Патогенез и биогенез великих и замечательных людей // Клинический архив гениальности и одаренности (европатологии). – Вып. 1, Т.1. – Свердловск: Типография «Гранит», 1925. – С. 24–83.
14. Фаусек В.А. Памяти Всеволода Михайловича Гаршина // Памяти В.М. Гаршина. Художественно-литературный сборник. – СПб.: Типография и фототипия В.И. Штейн, 1889. – С. 77–124.

M.A. NEKRASOV

MENTAL DISEASE RUSSIAN WRITER VSEVOLOD M. GARSHIN

This article based on analysis of the memoirs and pathographic literature, presents the clinical dynamic description of the mental disease, which had a well-known Russian writer Vsevolod M. Garshin.

Key words: *V.M. Garshin, bipolar affective disorder, the manic phase, the depressive phase.*

И.Н. РОГАЧЁВ, ассистент кафедры специализированных
хирургических дисциплин медицинского института
Орловского государственного университета
Тел. 8 (4862) 46 64 89; I. Rogachev@mail.ru

ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕПАРАТА МИТОМИЦИН В УВЕЛИЧЕНИИ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ГИПОТЕНЗИВНОГО ЭФФЕКТА ЛАЗЕРТРАБЕКУЛОПУНКТУРЫ У БОЛЬНЫХ ГЛАУКОМОЙ

Впервые для пролонгирования гипотензивного эффекта после лазертрабекулопунктуры было применено субъконъюнктивальное введение препарата митомицин – противоопухолевого антибиотика, подавляющего синтез ДНК, а при высоких концентрациях – синтез белка и РНК. Получены новые данные, свидетельствующие об эффективности препарата митомицин для подавления процесса рубцевания в трабекулярном аппарате глазного яблока после лазертрабекулопунктуры.

Ключевые слова: *первичная открытоугольная глаукома, внутриглазное давление, гипотензивная терапия, лазертрабекулопунктура, митомицин.*

Первичная открытоугольная глаукома (ПОУГ) на сегодняшний день остаётся одной из важнейших проблем современной офтальмологии. При этой патологии наряду с не всегда простой задачей эффективного снижения внутриглазного давления (ВГД) до «давления цели» стоит не менее важная задача стабилизации зрительных функций, утраченных в результате глаукомного процесса.

Известно, что ПОУГ является одной из основных причин слепоты и слабовидения в мире. С возрастом число больных увеличивается от 0,1 – 1,5% в 40 – 45 лет до 10 – 14% в 75 лет и выше [2, 3, 4, 7].

По предварительным подсчётам, в настоящее время в РФ от глаукомы страдает около 1 миллиона человек (711 пациентов на 100 тысяч населения) [1].

В последние годы за рубежом и в нашей стране очень активно изучаются различные аспекты использования в хирургии глауком антиметаболита митомицина С [5, 6, 8, 9], который является антибиотиком с противоопухолевой активностью, подавляющим синтез ДНК, а при высоких концентрациях – синтез белка и РНК. Применение этого препарата в послеоперационном периоде у пациентов с высоким риском развития конъюнктивального фиброза позволяет добиться высоких гипотензивных результатов антиглаукоматозного вмешательства, способствует купированию местной воспалительной реакции и снижению количества рецидивов подъёма офтальмотонуса. Важно отметить тот факт, что ранее никогда не использовалось сочетание лазерных гипотензивных методов лечения первичной глаукомы с применением митомицина.

Материал и методы

Лазертрабекулопунктура была проведена пациентам с некомпенсированной ПОУГ на различных стадиях заболевания. Для оценки эффективности гипотензивного эф-

фекта лазертрабекулопунктуры при первичной открытоугольной глаукоме основными критериями служили показатели ВГД и коэффициент легкости оттока (КЛО) камерной влаги.

Отсутствие стабилизации ВГД на уровне ниже 26 мм рт. ст. в течение двух недель после выполнения первого сеанса ЛТП служило показанием для проведения второго сеанса ЛТП.

В качестве источника лазерной энергии использовали YAG-лазер с длиной волны 1064 нм. Лазерные аппликации наносили с помощью трёхзеркальной линзы Гольдмана под местной инстилляционной анестезией 2% Sol. Lidocaini. Параметры лазерного вмешательства варьировали в зависимости от степени пигментации зоны лазерного воздействия, и в среднем мощность лазерного воздействия была на уровне 68 мДж.

Лазерное воздействие было проведено в глазах со степенью открытия угла передней камеры (УПК) – 2 и более, при этом наносили не менее 30–35 аппликаторов в каждом секторе УПК.

Части пациентов в постлазерном периоде (на 3–4-е сутки после выполнения ЛТП) была проведена однократная инъекция препарата митомицин в дозировке 0,04 мг в 1 мл физиологического раствора субконъюнктивально, по всей окружности лимба.

Лазертрабекулопунктура была выполнена 34 пациентам (46 глаз) с первичной открытоугольной глаукомой на различных стадиях заболевания. У всех пациентов исходный уровень ВГД превышал как нормальные значения, так и целевое давление для конкретных пациентов. Все они для коррекции офтальмотонуса использовали гипотензивные препараты различных групп. Срок заболевания варьировался от 6 месяцев до 5 лет.

При отсутствии выраженного клинически значимого эффекта от применения ЛТП в период от двух до четырёх недель был проведен повторный сеанс ЛТП, который потребовался 16 пациентам (18 глаз).

У всех пациентов одно- или двукратное проведение лазерного вмешательства привело к значительному снижению уровня ВГД и улучшению гидродинамических показателей.

Результаты и обсуждение

Результаты проведенной ЛТП свидетельствуют, что максимальный гипотензивный эффект был

достигнут через три недели. Уровень ВГД в среднем снизился на $6,5 \pm 0,9$ мм рт. ст., коэффициент легкости оттока внутриглазной жидкости в этот период наблюдения составлял $0,19 \pm 0,04$ мм³/мин/мм рт. ст. В целом у всех пациентов давление снизилось до $21,3 \pm 2,1$ мм рт. ст. ($P < 0,05$). При этом удалось компенсировать офтальмотонус и гидродинамические показатели у всех пациентов.

Для дальнейшего исследования все пациенты были разделены на две группы. Первую группу составили 22 пациента (30 глаз), которым была выполнена ЛТП. Во вторую группу вошли 12 пациентов (16 глаз), которым на 7-е сутки после выполнения ЛТП была проведена однократная инъекция препарата митомицин в дозировке 0,04 мг в 1 мл физиологического раствора субконъюнктивально, по всей окружности лимба.

У 10 (45%) пациентов (16 глаз) первой группы в процессе наблюдения было отмечено постепенное истощение гипотензивного эффекта ЛТП, что выражалось в уменьшении КЛО и повышении среднего значения ВГД. У этих пациентов гипотензивный эффект ЛТП от достижения максимального снижения ВГД до подъема ВГД выше допустимого уровня в среднем составил 3,5 месяца (от 1 до 9 месяцев).

В дальнейшем пациентам этой группы потребовалась коррекция консервативного лечения (10 пациентов – 12 глаз) и 4 пациентам (4 глаза) – проведение хирургического лечения.

У остальных 12 (55%) пациентов (14 глаз) первой группы гипотензивный эффект сохранялся на приемлемом уровне. Среднее значение повышения ВГД за период наблюдения у всех пациентов этой группы составило $3,6 \pm 0,7$ мм рт. ст.

У всех пациентов второй группы в процессе лечения ВГД оставалось на приемлемом уровне, и средний прирост его составил около 1 мм рт. ст. Только у двух пациентов этой группы (2 глаза) прирост ВГД составил около 3 мм рт. ст. Однако, учитывая высокий первоначальный эффект ЛТП с применением митомицина у этих пациентов, данное повышение ВГД не являлось критичным.

У пациентов первой группы максимальный прирост ВГД был отмечен в период от 3 до 6 месяцев, после чего темпы его прироста значительно замедлялись. У пациентов 2-й группы регистри-

ровался незначительный прирост ВГД за весь период наблюдения.

Проведенные исследования показали, что использование митомicina после лазертрабекулопунктуры приводит к стойкому снижению уровня внутриглазного давления. При этом ни одному из пациентов не потребовалось дополнительной коррекции гипотензивной терапии, в то время как 45% пациентов первой группы была проведена дополнитель-

ная медикаментозная коррекция офтальмотонуса, а 4 пациентам – хирургические вмешательства.

Таким образом, результаты исследования свидетельствуют о высокой клинической эффективности препарата митомин при субконъюнктивальном его введении в окружности лимба, в дозировке 0,04 мг, для подавления процесса рубцевания в трабекулярном аппарате глазного яблока после лазертрабекулопунктуры.

Библиографический список

1. Нероев В.В. Основные пути развития офтальмологической службы Российской Федерации / В.В. Нероев // IX съезд офтальмологов России: тез. докл. – М., 2010. – С. 53.
2. Нестеров А.П. Глаукома / А.П. Нестеров. – М.: Медицина, 1995. – 250 с.
3. Нестеров А.П. Первичная открытоугольная глаукома, патогенез и принципы лечения / А.П. Нестеров // Клиническая офтальмология. – 2000. – Т. 1. – № 1. – С. 4–5.
4. Нестеров А.П. Современные аспекты патогенеза глаукомной нейроретинопатии / А.П. Нестеров, В.Н. Алексеев // VI съезд офтальмологов России: тез. докл. – М., 2000. – Т. 1. – С. 178.
5. Петухов В.М. Лазерное и микрохирургическое лечение первичной глаукомы: дис. ... д-ра мед. наук. / В.М. Петухов. – М., 1998. – 260 с.
6. Palmberg P.F. Glaucoma surgery with mitomycin // Chibret Int.J.Ophthalmol. – 1994. – V. 10. – № 2. – P. 16–21.
7. Quigley H.A. The number of people with glaucoma worldwide in 2010 and 2020 / H.A. Quigley // Br. J. of Ophthalmology. – 2006. – Vol. 90. – P. 262–267.
8. Reed J.C. Bcl-2 and the regulation of programmed cell death / J.C. Reed // J. Cell Biol. – 1994. – Vol. 124. – P. 1–6.
9. Yaeda K. Longterm effect of trabeculotomy with topical mitomycin C / K. Yaoda // Jpn. J. Clin. Ophthalmol. – 1998. – Vol. 52(3). – P. 273–276.

I.N. ROGACHEV

STUDYING OF THE EFFECTIVENESS OF THE PREPARATION MITOMYCIN IN INCREASE OF DURATION HYPOTENSIVE EFFECT OF LASERTRABECULOPUNCTURE OF GLAUCOMA PATIENT

For the first time to prolongation of hypotensive effect after lasertrabeculopuncture has been applied subconjunctival injection of mitomycin (antineoplastic drug which depresses synthesis of DNA and synthesis of protein and RNA under high concentration) was applied for prolongation of hypotensive effect after conduction of lasertrabeculopuncture. New findings indicate the effectiveness of the preparation mitomycin for suppression of scarring trabecular eyeball apparatus after lasertrabeculopuncture.

Key words: primary open angle glaucoma, ophthalmotonus, hypotensive therapy, lasertrabeculopunctura, mitomycin.

О.С. САУРИНА, доктор медицинских наук, заведующая кафедрой общественного здоровья, здравоохранения и гигиены, проректор по медицинскому образованию, лечебной и профилактической работе

Орловского государственного университета

Тел.: 744644, 8-919-201-88-79; saurina051@mail.ru,

О.М. ПРИГОРЯНУ, кандидат географических наук, доцент кафедры ботаники Орловского государственного университета

Тел.: 59-10-14, 8-903-029-98-87; ecolog67@yandex.ru

Л.Л. КИСЕЛЕВА, кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники Орловского государственного университета

Тел. 8-906-665-26-41; LLKiseleva@yandex.ru

Л.Н. ЧЕРНЯКОВА, студентка магистратуры физико-математического факультета

Орловского государственного университета

Тел. 8-953-617-26-46, model-l@yandex.ru

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

Впервые для Орловской области проведена типологическая классификация территории по болезненности и заболеваемости населения различными нозоформами. По результатам интерпретации составленных карт получены уточненные и новые сведения о нозологическом профиле, распределении и тенденциях заболеваемости населения региона. Разработана методика и компьютерная технология создания медико-географических карт в ГИС-среде, необходимых для решения вопросов организации здравоохранения и улучшения здоровья населения.

Ключевые слова: нозоформа, заболеваемость, болезненность, демография, медико-географические карты, географическая информационная система, Орловская область, природные ресурсы.

В последние годы внимание исследователей сосредоточено на проблеме оценки последствий воздействия человеческой деятельности на природу и медико-географического прогнозирования состояния природно-антропогенных комплексов. На современном этапе возрастает роль комплексных междисциплинарных исследований, находящихся на стыке экологической науки, традиционных географических представлений о территории как операционном базисе жизнедеятельности человека и медицинских исследований показателей здоровья населения. Естественная смена поколений проходит в сложных экологических, экономических и социальных условиях, что отрицательно сказывается на здоровье и ухудшает генофонд нации. Известно, что здоровье зависит от биологических возможностей человека, социальной среды, природно-климатических условий. Многочисленные исследования отечественных и зарубежных специалистов показали, что влияние экологических факторов на здоровье человека оценивается примерно в 20–25% всех

воздействий, 20% составляют биологические (наследственные) факторы, на долю организации здравоохранения отводится 10%. 50–55% удельного веса факторов, обуславливающих здоровье населения, составляет образ жизни человека. Неоспоримо, что только здоровый человек с хорошим самочувствием, психологической устойчивостью, высокой умственной и физической работоспособностью способен активно жить, успешно преодолевать трудности.

Оценка состояния здоровья населения сама по себе сложная задача, однако она неизмеримо усложняется, если речь идет об интегральной оценке результатов взаимодействия популяций различных географических регионов с комплексом факторов окружающей среды.

В настоящее время в Орловской области сложилась неблагоприятная эколого-демографическая ситуация, что сразу же отразилось на ускорении динамики всех показателей, характеризующих здоровье населения (заболеваемость, инвалидность, смертность, физическое развитие). Так, например, в 2007 г. смертность в Орловской области была на 20,6% выше, чем по России, а рождаемость – на 15,04% меньше. Хотя нельзя не отметить, что с 2005 г. происходит постепенное увеличение рождаемости (рис. 1), в то время как смертность с этого же периода начала постепенно уменьшаться (рис. 2).

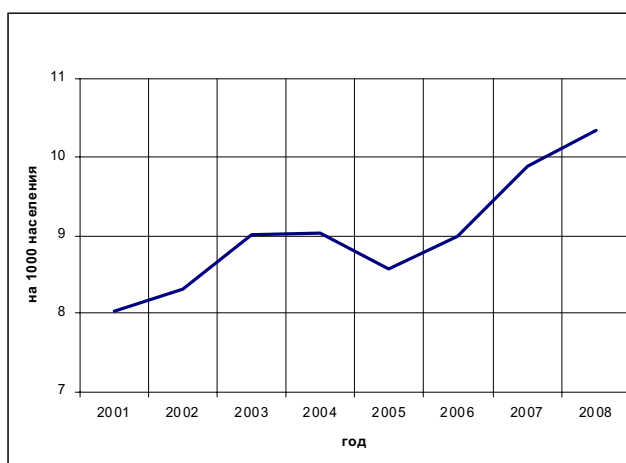


Рис. 1. Динамика среднегодовых показателей рождаемости в Орловском регионе.

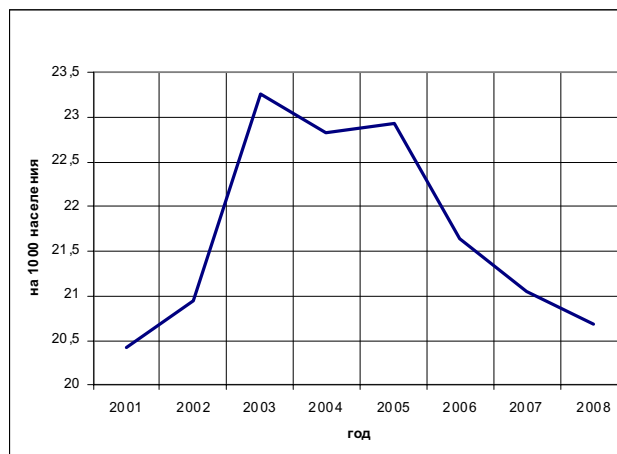


Рис. 2. Динамика среднегодовых показателей смертности в Орловском регионе.

За последние годы в структуре заболеваемости Орловской области произошло доминирование ряда заболеваний высокого уровня (болезни системы кровообращения, эндокринной системы, органов дыхания, пищеварения, новообразования). Так, например, с 2004 по 2008 год заболеваемость жителей Орловской области болезнями сердечно-сосудистой системы выросла на 84% (рис. 3), заболеваемость злокачественными новообразованиями – на 87% (рис. 4).

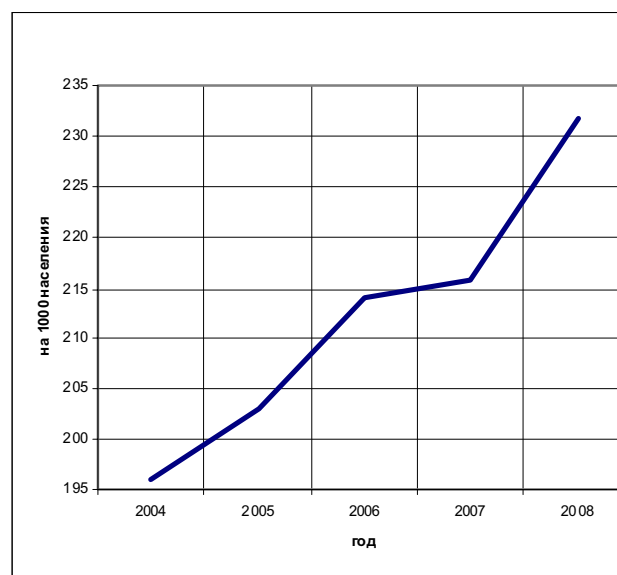


Рис. 3. Динамика заболеваемости населения Орловской области болезнями сердечно-сосудистой системы с 2004 по 2008 г.

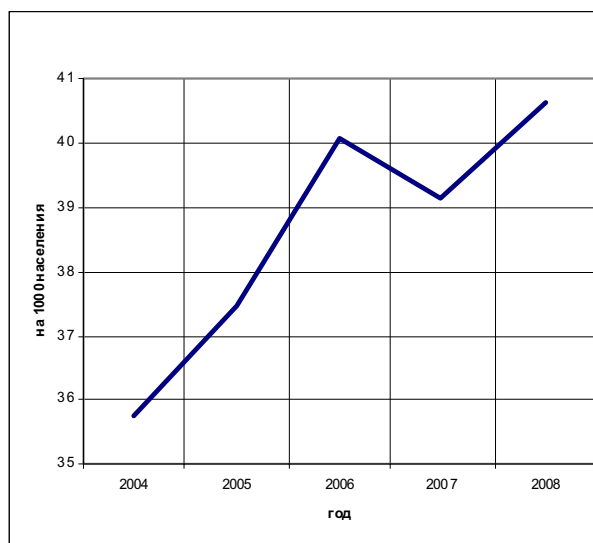


Рис. 4. Динамика заболеваемости населения Орловской области злокачественными новообразованиями с 2004 по 2008 г.

Таким образом, наибольшее распространение получают хронические заболевания тех органов и систем организма, которые в процессе взаимодействия человек – среда функционируют в основном как барьерные на границе раздела внешней и внутренней среды, а именно органы кровообращения, дыхания, эндокринной, иммунной систем.

Особую тревогу вызывает рост болезненности до 70% (рис. 5) и заболеваемости до 51% (рис. 6) эндокринной системы. Анализ состояния здоровья населения Орловской области позволил выявить увеличение доли в общей заболеваемости болезней эндокринной системы, что можно считать маркером техногенного загрязнения среды.

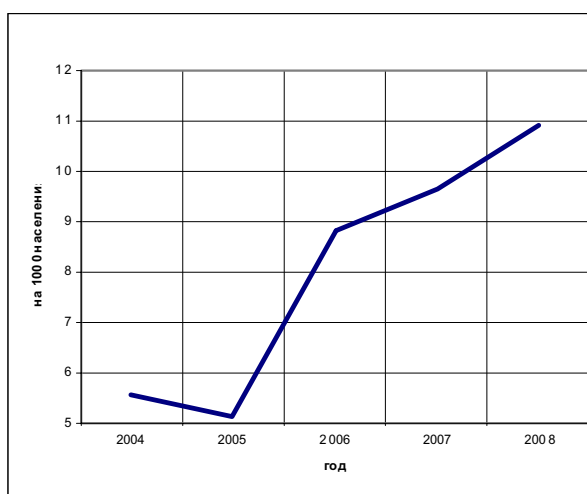


Рис. 5. Динамика болезненности населения Орловской области болезнями эндокринной системы с 2004 по 2008 г.

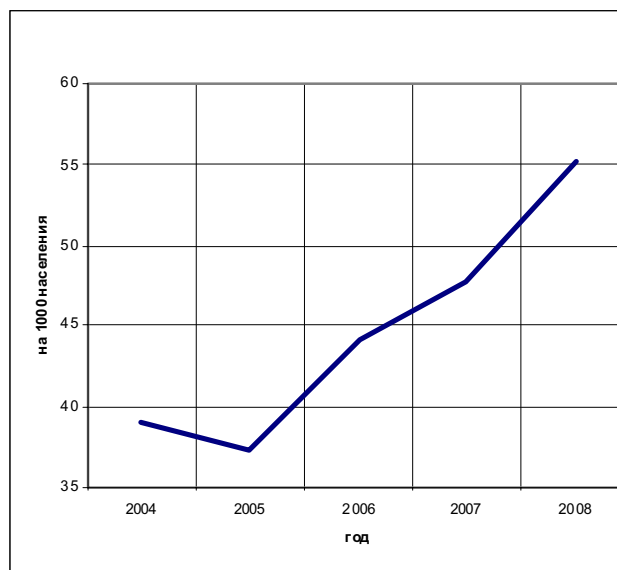


Рис. 6. Динамика заболеваемости населения Орловской области болезнями эндокринной системы с 2004 по 2008 г.

Индикатором неблагополучия экологической ситуации могут служить не только показатели заболеваемости и экологические характеристики, но и структура нозологического профиля региона, который показывает динамику болезненности и заболеваемости населения различных административных районов области. В качестве примера здесь приведена динамика болезненности и заболеваемости населения Орловской области онкологическими и эндокринными заболеваниями (в расчете на 1000 человек) с 2006 по 2008 г. (рис. 7–10).

Анализ полученных результатов позволяет констатировать прогрессивный рост заболеваемости и распространенности болезней по исследуемым нозоформам практически во всех районах области.

В связи с этим нами осуществлена типологическая классификация территории Орловской области по болезненности и заболеваемости населения следующими нозоформами (в расчете на 1000 человек): 1 – злокачественные новообразования; 2 – болезни органов дыхания; 3 – болезни нервной системы; 4 – болезни эндокринной системы; 5 – болезни органов пищеварения; 6 – болезни системы кровообращения (рис. 11, 12).

Для каждого района были рассчитаны диапазоны изменения значений болезненности и заболеваемости за период с 2004 по 2008 год по каждому классу болезней. Районы с наибольшими

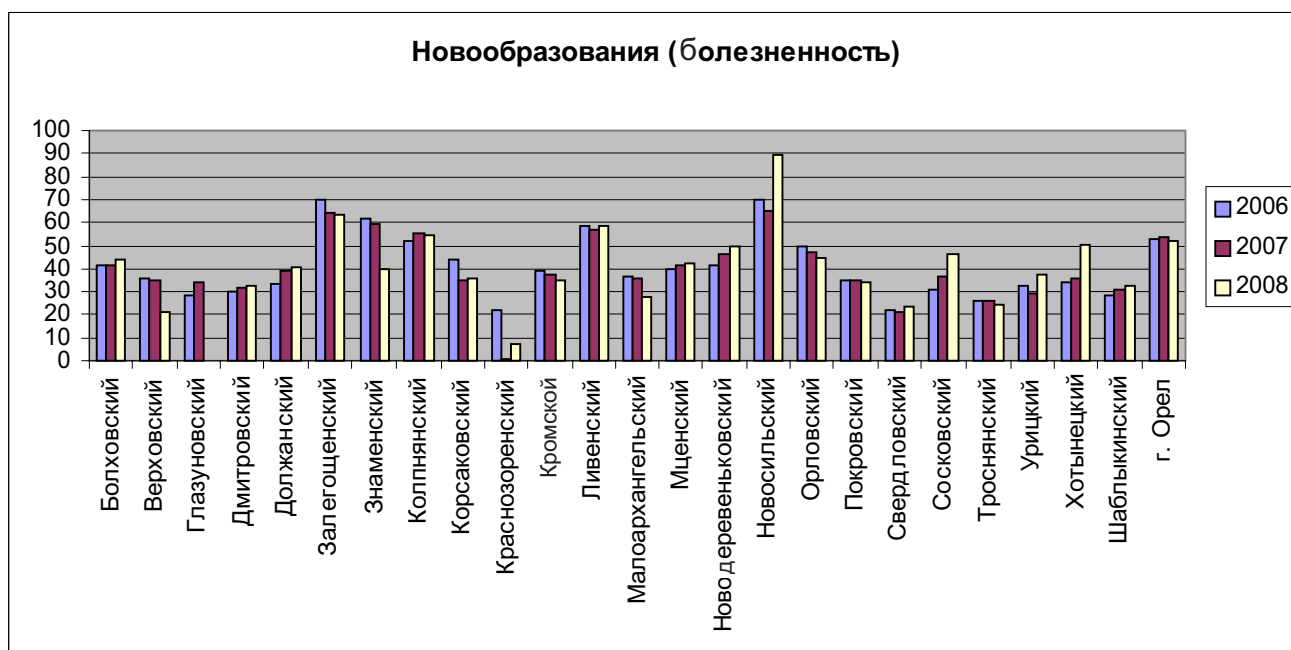


Рис. 7. Динамика болезненности новообразованиями населения административных районов Орловской области с 2006 по 2008 г.

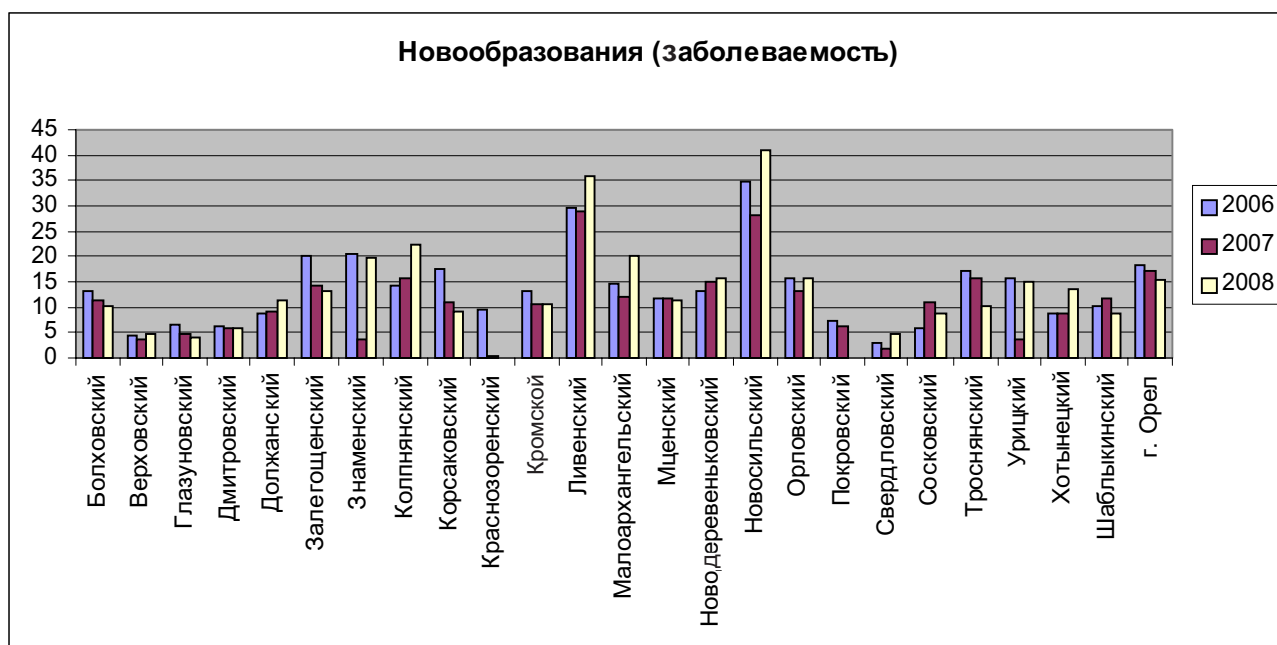


Рис. 8. Динамика заболеваемости новообразованиями населения административных районов Орловской области с 2006 по 2008 г.

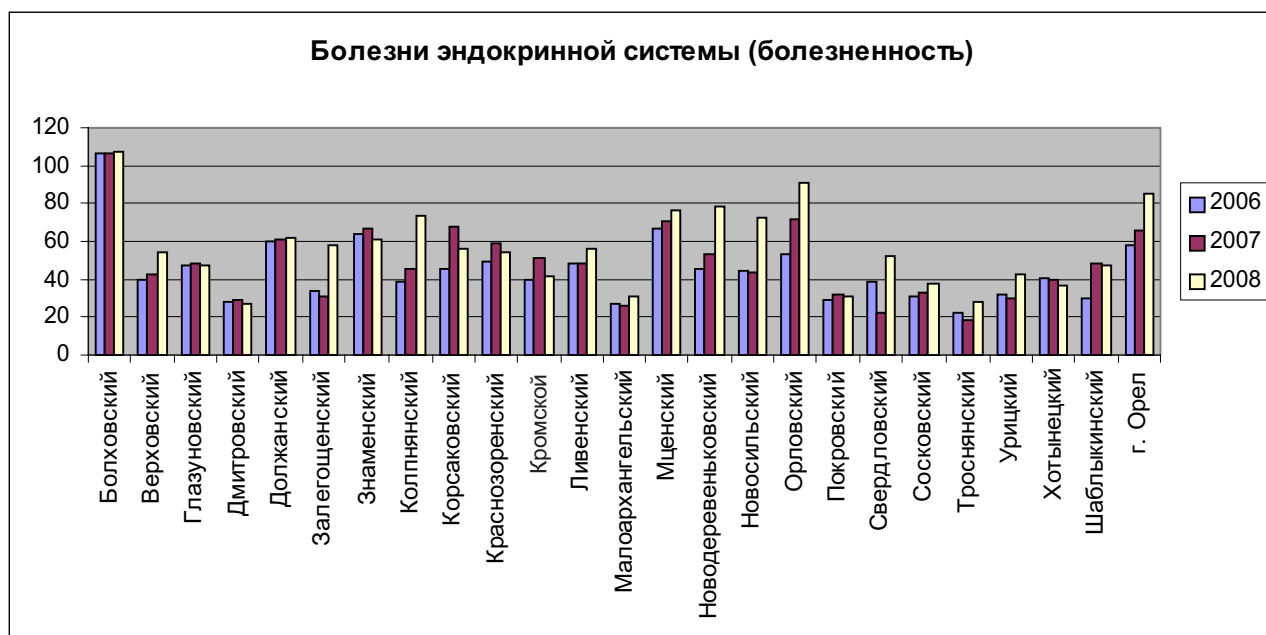


Рис. 9. Динамика болезненности эндокринной системы населения административных районов Орловской области с 2006 по 2008 г.

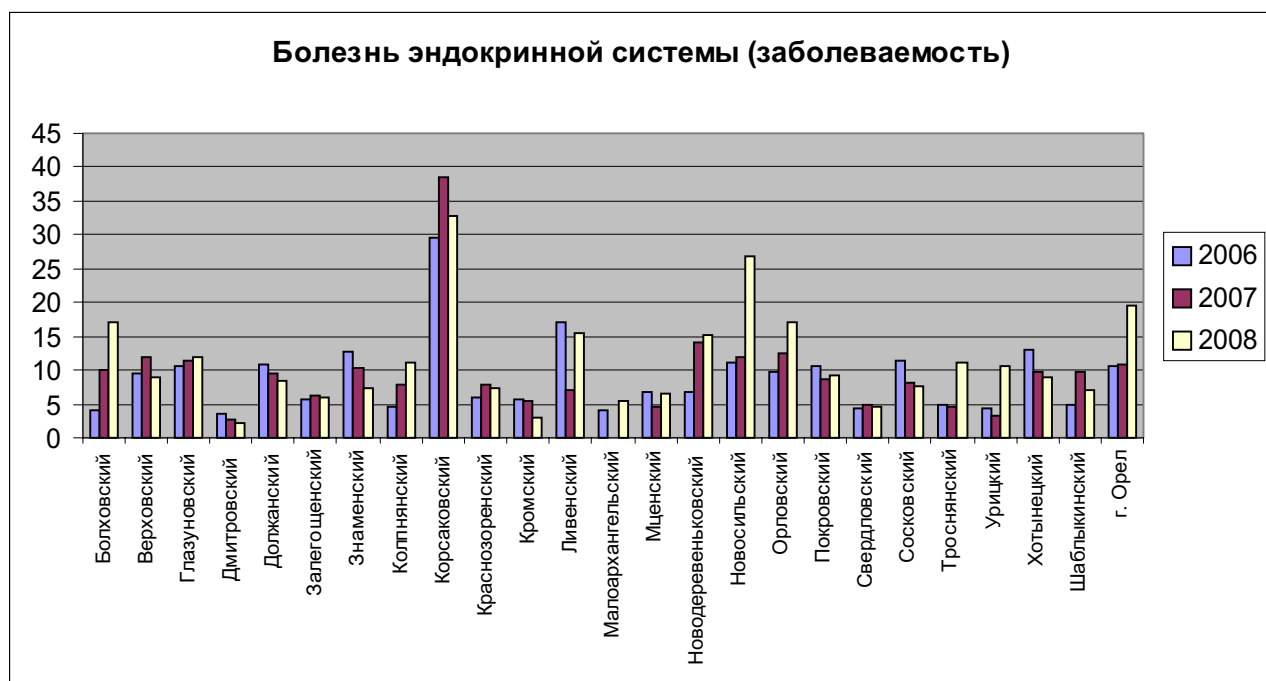


Рис. 10. Динамика заболеваемости эндокринной системы населения административных районов Орловской области с 2006 по 2008 г.

диапазонами были отнесены к группе наиболее динамичных районов (группа 3). Это сделано на основании предположения о том, что диапазоны значений распадаются на несколько отчетливых групп. Районы с наименьшими диапазонами были

отнесены к группе наиболее стабильных районов (группа 1). Районы с незначительно большими диапазонами изменения значений показателей были отнесены к группе 2 – районам со средней динамикой.

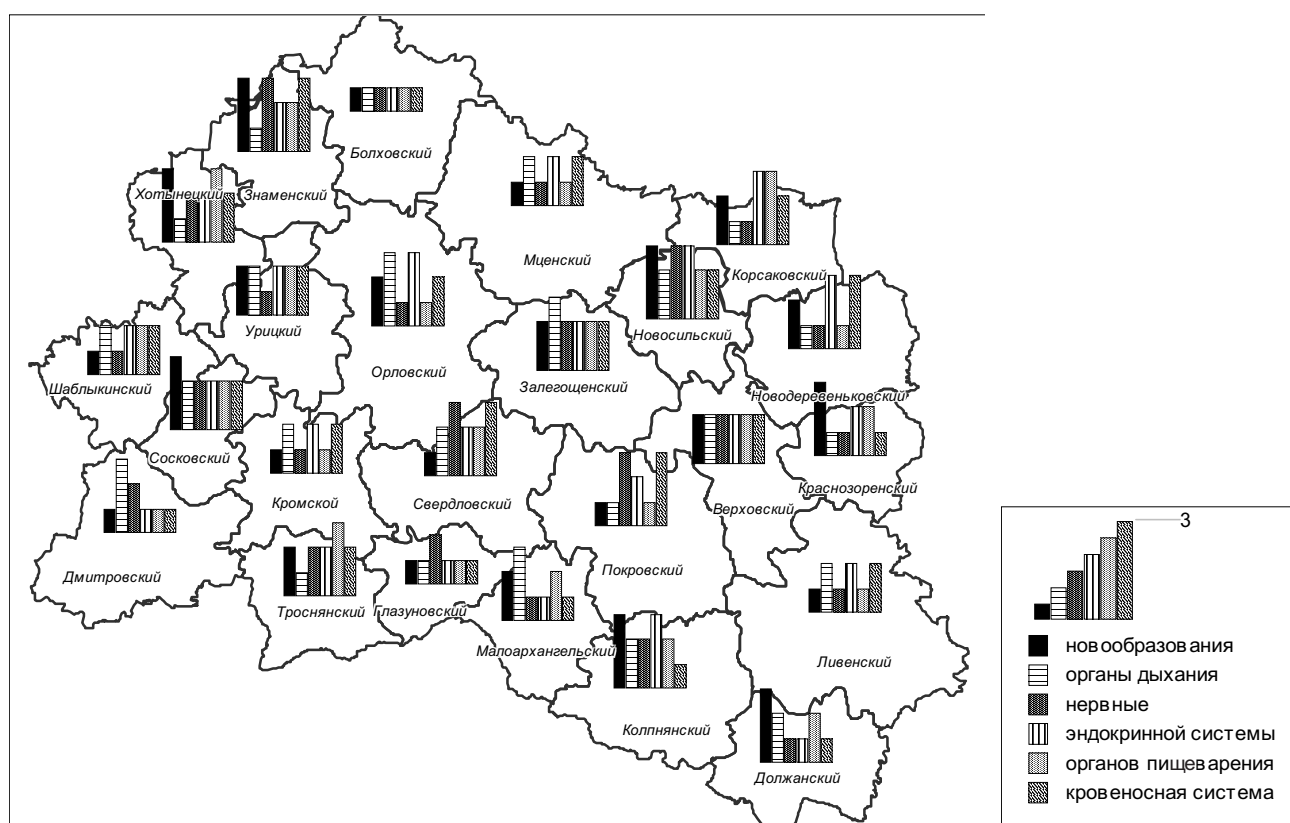


Рис. 11. Показатели болезненности населения административных районов Орловской области по 6 основным болезням.

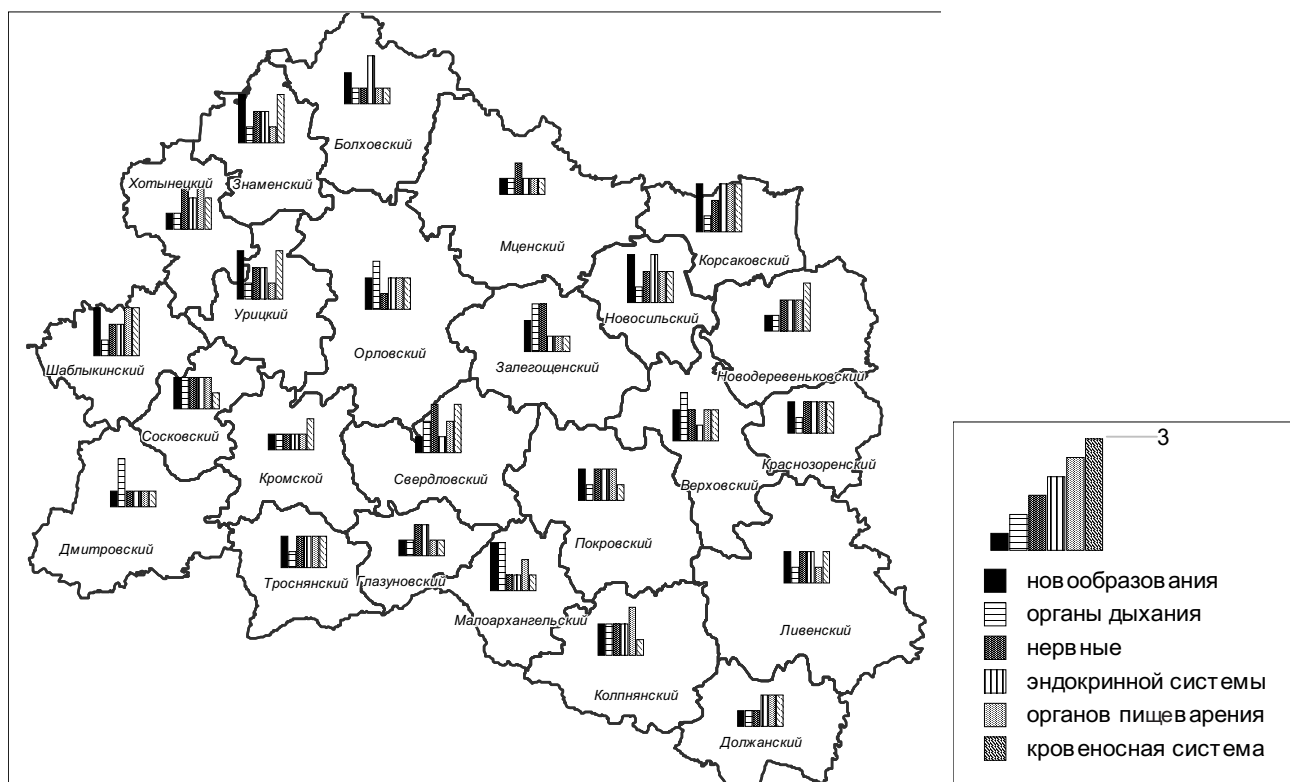


Рис. 12. Показатели заболеваемости населения административных районов Орловской области по 6 основным болезням.

Анализ нозогенности территории подтвердил повышенные показатели болезненности по изучаемым нозоформам во всех районах, стабильность отмечается только в Болховском районе, к нему вплотную примыкает Глазуновский район. Остальные районы области характеризуются достаточно высоким уровнем роста болезненности, особенно выделяются следующие районы: Знаменский, Хотынецкий, Орловский, Свердловский и Новосильский. В нозологическом профиле районов высокой динамикой характеризуются новообразования, нервные болезни и болезни органов дыхания.

Анализ заболеваемости определил большинство районов Орловской области как неблагополучные по целому ряду болезней (новообразования, болезни органов пищеварения и кровеносной системы), характеризующиеся устойчивым характером роста (особенно Корсаковский, Урицкий, Шаблыкинский и Свердловский). Только три района (Мценский, Дмитровский, Кромской) могут быть охарактеризованы как сравнительно благополучные.

Содержательный анализ полученных результатов определил необходимость применения ГИСТехнологий и математического анализа, в частности кластерного.

Существующая в среде MapInfo ГИС «Природные ресурсы Орловской области» содержит большой блок природной составляющей региона и в меньшей степени социологические данные (например, демографические данные по результатам трех переписей населения). Материалы данных исследований послужат началом расширения возможностей ГИС для анализа состояния здоровья населения в зависимости от экологических условий Орловской области.

Кластерный анализ – это многомерный статистический метод, применяемый для выявления групп подобных объектов (кластеров) так, чтобы каждый кластер состоял из схожих объектов, а объекты разных кластеров существенно отличались. Под «схожестью» понимается близость объектов в многомерном пространстве признаков, то есть кластерный анализ сводится к выделению в этом пространстве естественных скоплений объектов, которые и считаются однородными группами. Кластеризация методом k-means (k-среднего) с использованием квадрата евклидо-

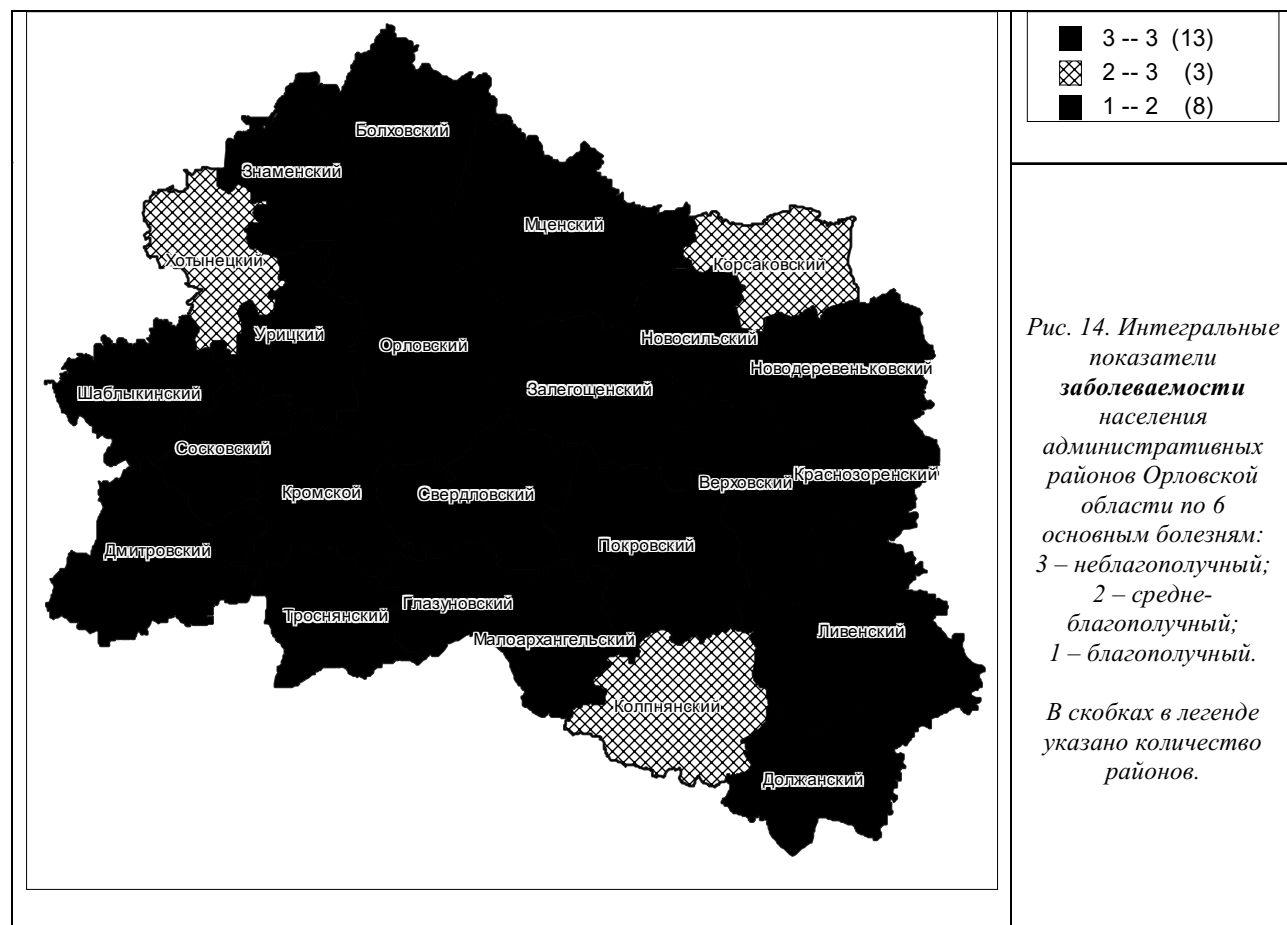
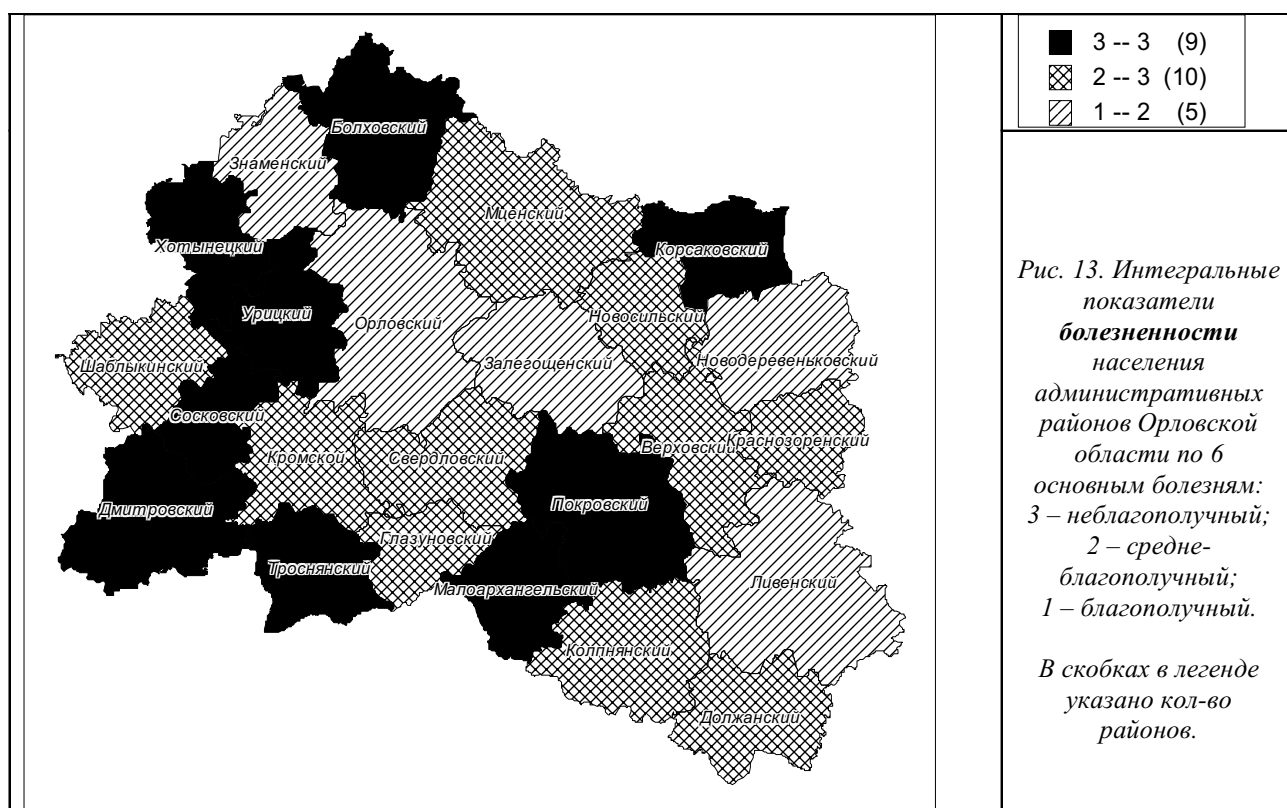
вого расстояния выполнена в MathLab. Количество кластеров варьировалось от 2 до 15. Наиболее устойчивые результаты получены при числе кластеров, равном трем.

Каждый из трех кластеров характеризуется определенным нозологическим профилем (набором болезней) и интенсивностью проявления различных заболеваний: благополучный (1), средне-благополучный (2) и неблагополучный (3). Принадлежность административных районов по болезненности и заболеваемости к одному из трех выделенных кластеров показана в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика болезненности и заболеваемости населения административных районов Орловской области

№	Район	Кластер	
		болезненность	заболеваемость
1	Болховский	3	3
2	Верховский	2	3
3	Глазуновский	2	1
4	Дмитровский	3	3
5	Должанский	2	3
6	Залегощенский	1	1
7	Знаменский	1	1
8	Колпнянский	2	2
9	Корсаковский	3	2
10	Краснозоренский	2	1
11	Кромской	2	3
12	Ливенский	1	1
13	Малоархангельский	3	3
14	Мценский	2	3
15	Новодеревеньковский	1	1
16	Новосильский	2	1
17	Орловский	1	1
18	Покровский	3	3
19	Свердловский	2	3
20	Сосковский	3	3
21	Троснянский	3	3
22	Урицкий	3	3
23	Хотынецкий	3	2
24	Шаблыкинский	2	3

Анализ только территориальной составляющей среды при оценке нозогенности территории оказался недостаточным. Поэтому мы нанесли интегральные показатели состояния здоровья населения на карту Орловской области (рис. 13, 14).



При анализе карты-схемы (рис. 13) обращает на себя внимание неблагоприятная ситуация в западных районах Орловской области, где сконцентрированы 6 районов из 9 с самыми неблагоприятными комплексными показателями по болезненности населения за последние шесть лет. Южная часть области также не может считаться благополучной, так как только Ливенский район попал в первый кластер – относительно благополучный по комплексным показателям районов. Резюмируя, хочется отметить, что краевые районы области в целом демонстрируют тенденцию к ухудшению ситуации по болезненности.

Однозначно приписать выявленные различия только особенностям природной обстановки, конечно, нельзя. Несомненно, решающую роль здесь играют факторы нерациональной хозяйственной деятельности человека и различный уровень загрязнения окружающей среды.

Карта-схема заболеваемости (рис. 14) демонстрирует еще худшую ситуацию по сравнению с картой-схемой болезненности населения Орловской области. Количество неблагоприятных районов увеличилось с 9 до 13, и они практически полностью занимают территорию южной части области, составляя почти неразрывный массив районов. Отдельно выступают Глазуновский и Ливенский районы, которые попали в группу районов с благополучными комплексными показателями. Север области является также неблагоприятным, так как и Болховский, и Мценский районы попали также в группу неблагоприятных районов. Хочется отметить наиболее благоприятную ситуацию с

заболеваемостью в группе восточных районов Орловской области, за исключением Должанского района.

Проведение медико-географического анализа и создание медико-географических карт в среде ГИС дают возможность административным органам влиять на условия жизнедеятельности населения.

Медико-географическое картографирование находится в стадии разработки теоретических основ, принципов и методов. Развитие этого направления во многом обязано медико-географическим исследованиям, которые в настоящее время характеризуются синтезом медицинской географии и медицинской экологии, решением практических проблем медицинской географии на модели конкретного региона, что на современном научном уровне невозможно без использования картографического метода исследований, без медико-географических карт. Разработка медико-географических карт актуальна как для отображения результатов исследований, так и для регионального анализа и содержательной интерпретации составленных карт с целью получения новых знаний и сведений о здоровье населения.

Разработанные и созданные серии медико-географических карт оценочно-прогнозного содержания, с одной стороны, могут способствовать решению практических задач по профилактике заболеваемости населения в исследованных районах Орловской области, с другой – определить территории, где необходимо проведение специальных целенаправленных мероприятий для улучшения экологической обстановки.

Библиографический список

1. Здоровье населения Орловской области и деятельность учреждений здравоохранения в 2008 году (статистические материалы). – Орел: ООО ПФ «Картуш», 2009. – 184 с.
2. Медико-географическое картографирование: состояние изучения проблемы, система карт Астраханской области и технология их создания в ГИС-среде / Верещака Т.В., Степанова Н.К.; МИИГАиК. – М., 2007. – 20 с., 1 рис., 6 табл.: – Библиогр.: 17 назв. – Рус. – Деп. в ОНТИ ЦНИИГАиК 06.03.07 г. № 888 – ГД Деп. 2007.
3. Малхазова С.М., Тикунов В.С. Медико-географический подход к оценке кризисных экологических ситуаций // География: Программа «Университеты России». – М.: Изд-во МГУ, 1993. – С. 171–181.
4. Пригоряну О.М., Киселева Л.Л. Структура и содержание географической информационной системы «Природные ресурсы Орловской области» / О.М. Пригоряну, Л.Л. Киселева // Ученые записки Орловского государственного университета. Серия «Естественные, технические и медицинские науки». – Орел, 2010. Вып. № 2. – С. 127–133.
5. Федотов В.И., Куролап С.А. Региональная оценка эколого-гигиенической комфортности территории в системе социально-гигиенического мониторинга // Социально-гигиенический мониторинг в Воронежской области. (Информ.-аналит. аспекты). – Воронеж: ВГУ, 1997. – С. 314–345.

6. Marthe R. Gold, David Stevenson and others. Similarities and Differences in Summary Measures of Population Health// Annual Review of Public Health,
7. May 2002. – Vol. 23.

O. S. SAURINA. O.M. PRIGORYANU, L.L. KISELEVA, L.N. CHERNJAKOVA

**MEDIKO-GEOGRAPHICAL DIFFERENTIATION OF TERRITORY OF THE ORYOL AREA
WITH USE GIS-TECHNOLOGIES**

For the first time for the Oryol area typological classification of territory by morbidity and disease of the population various nozoformy is spent. By results of interpretation of the made cards the specified and new data about nosological profile, distribution and tendencies of disease of the population of region are received. The technique and computer technology of creation of mediko-maps in the GIS-environment, questions of the organisation of public health services necessary for the decision and improvement of health of the population is developed.

Key words: disease, morbidity, a demography, mediko-maps, geographical information system, the Oryol area, natural resources.



И.А. СНИМЩИКОВА, доктор медицинских наук, профессор,
заведующая кафедрой иммунологии и специализированных
клинических дисциплин Орловского государственного университета
Тел./факс 8(4862) 43-21-86; snimshikova@mail.ru

И.А. ШМАНЕВА, кандидат медицинских наук, доцент кафедры
иммунологии и специализированных клинических дисциплин
Орловского государственного университета

О.В. ИЛЬИНА, кандидат медицинских наук, врач ОГУЗ «Областной
перинатальный центр»

Е.П. НОВИКОВА, ассистент кафедры иммунологии
и специализированных клинических дисциплин
Орловского государственного университета

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТОПИЧЕСКОЙ ИММУНОТЕРАПИИ ПРИ КАНДИДОЗНЫХ ВУЛЬВОВАГИНИТАХ

Целью работы была оптимизация лечения больных кандидозными вульвовагинитами на фоне хронических воспалительных заболеваний органов малого таза путем топического применения препаратов иммунорегуляторных пептидов (миелопид или суперлимф). Проведенные исследования показали перспективность использования в программах комплексного лечения генитального кандидоза на фоне хронических воспалительных заболеваний органов малого таза локальной иммунотерапии препаратами миелопид и суперлимф.

Ключевые слова: кандидозные вульвовагиниты, хронические воспалительные заболевания органов малого таза, топическая иммунотерапия, миелопид, суперлимф, антимикробные пептиды.

За последнее десятилетие большую клиническую и социально-экономическую значимость приобрела проблема вагинального кандидоза, а также смешанных бактериально-грибковых инфекций влагалища и вульвы, которые, по данным различных авторов, регистрируются у 45–75% женщин репродуктивного возраста [1, 2, 8].

На сегодня убедительно доказано, что генитальный кандидоз является одной из частых причин нарушения овариально-менструального цикла, репродуктивной функции и в целом качества жизни женщин, а также этиологическим фактором ante- и интранатального инфицирования плода [2, 3, 5].

Нормальная микрофлора влагалища обеспечивает колонизационную резистентность половых путей и предотвращает их заселение патогенами, а также чрезмерное размножение условно-патогенных микроорганизмов, входящих в состав нормального микроценоза. Устойчивость вагинальной микроэкосистемы нарушается под воздействием неблагоприятных экологических факторов, нерационального применения лекарственных средств и др., что приводит к развитию дисбиотических процессов и активации латентной моно- и микст-инфекции [3, 9, 10]. Важную роль в хронизации кандидозной инфекции генитального тракта играет нарушение местной антиинфекци-

онной защиты влагалища и системного иммунитета [1, 3, 5, 7], что определяет необходимость разработки новых патогенетически обоснованных подходов к терапии данной патологии с учётом сопутствующих иммунных нарушений.

В связи с этим целью работы явилась оптимизация лечения больных кандидозными вульвовагинитами на фоне хронических воспалительных заболеваний органов малого таза путем топического применения препаратов иммунорегуляторных пептидов.

Материалы и методы исследования

Под нашим наблюдением в период с 2005 по 2009 г. в гинекологическом отделении ОГУЗ «Орловская областная клиническая больница» и МУЗ «Женская консультация Советского района г. Орла» находились 167 пациенток с различными формами кандидозного вульвовагинита на фоне хронических воспалительных заболеваний органов малого таза (ВЗОМТ). Все больные по способу лечения были разделены на 3 группы: I – контрольную группу составили 57 пациенток, получавших традиционное лечение; во II группу вошли 56 больных, которым на фоне традиционного лечения проводилась топическая иммунокоррекция (ТИ) препаратом миелопид; в III группу были включены 54 женщины, в программы комплексного лечения которых входила ТИ с препаратом суперлимф. Пациентки каждой из трех групп были разделены на подгруппы: А – больные с кандидозной моноинфекцией и В – со смешанной кандидо-бактериальной инфекцией (микст-форма). Среди больных первой группы в 11 случаях регистрировался монокандидоз, у 46 женщин – микст-форма кандидозного вульвовагинита; во II группе – у 12 и 44 больных, в III – у 10 и 44 пациенток соответственно. Больные соответствующих групп и подгрупп были сопоставимы по социальным признакам, возрасту и характеру патологического процесса в генитальном тракте, распределение в них было случайным. Средний возраст пациенток контрольной группы составил $33,5 \pm 1,2$ года, II и III основных групп – $34,6 \pm 0,8$ и $34,9 \pm 0,7$ года соответственно.

Традиционное лечение проводилось всем женщинам и включало общую и местную антикандидозную и симптоматическую терапию. В качестве системного антимикотика использовали флу-

коназол в дозе 150 мг однократно, местно – «Кандид» («Гленмарк») в виде вагинальных таблеток 500 мг (1 раз в день однократно). Пациенткам второй и третьей групп на фоне традиционного лечения выполнялась топическая иммунокоррекция. У больных II группы раствор миелопида (НПЦ «Медицинская иммунология», Россия) в концентрации 300 мкг/мл вводился трансвагинально с экспозицией 30 минут 1 раз в сутки в течение 7 дней. Миелопид (композит свиных миелопептидов), содержащийся в ампуле в виде лиофилизированного порошка, в дозе 3 мг растворяли в необходимом объёме физиологического раствора непосредственно перед введением. Препарат суперлимф (комплекс гетерологичных цитокинов и антимикробных пептидов; «Иммунохелп», Россия) в виде суппозиторий (25 мкг) вводили интравагинально пациенткам III группы ежедневно на протяжении 7 дней. Противопоказаниями к назначению ТИ были сопутствующие соматические заболевания в стадии обострения или декомпенсации, беременность, индивидуальная непереносимость или аллергическая реакция больного на препараты. Программа исследования была утверждена на заседании Этического комитета медицинского института ГОУ ВПО «Орловский государственный университет» (протокол № 4 от 11 мая 2005 г.).

Динамику клинических симптомов и эффективность лечения оценивали в 4-балльной системе по разработанным нами критериям. При этом учитывали: характер выделений из половых путей, наличие зуда и жжения в области гениталий, диспареунии, дизурических расстройств, перигенитального дерматита, состояние слизистых оболочек вульвы, влагалища и наружного мочеиспускательного канала, эктоцервикса, наличие творожистых выделений и беловатых налетов на стенках влагалища и эктоцервикса, данные бактериоскопического и бактериологического исследований, показателей локального иммунитета слизистых влагалища. Тяжесть состояния и клиническая картина заболевания в каждом конкретном случае характеризовались суммой баллов по отдельным клинико-лабораторным показателям.

Уровень цитокинов в сыворотке крови и вагинальном смыве определяли методом твердофазного ИФА с помощью набора реагентов ООО

«Протеиновый Контур», ООО «Цитокин» (Санкт-Петербург) и DRG (Germany). Оценку уровня антимикробных пептидов кателицидина LL-37 проводили методом ИФА с использованием тест-систем Hbt (Нидерланды).

Для определения иммунологических показателей, принимаемых за физиологическую норму, были обследованы 20 здоровых женщин репродуктивного возраста (средний возраст $37,1 \pm 0,7$ года).

Статистическую обработку результатов проводили с помощью программного комплекса Microsoft Excel XP на компьютере «Pentium IV».

Работа выполнялась при финансовой поддержке Российского Гуманитарного Научного Фонда в рамках научно-исследовательского проекта РГНФ № 09-06-00912а «Разработка и внедрение новых подходов к сохранению и улучшению репродуктивного здоровья семьи», 2009–2010 гг.

Результаты и обсуждение

Ранее проведенными экспериментальными и клиническими исследованиями было показано, что препараты гетерологичных иммунорегуляторных пептидов миелопид и суперлимф обладают прямой антимикробной активностью в отношении широкого спектра микроорганизмов [1, 4], а также оказывают иммуномодулирующее действие на лимфоциты и фагоциты больных хроническими воспалительными заболеваниями органов малого таза. На основании полученных результатов, а также данных литературы о целесообразности применения локальной иммунокоррекции при воспалительных гинекологических заболеваниях нами была изучена клиническая эффективность топического использования препаратов миелопид и суперлимф в комплексном лечении женщин с вульвагинальным кандидозом на фоне хронических ВЗОМТ.

Необходимо отметить, что 150 (89,8%) пациенток неоднократно лечились по поводу урогенитального кандидоза (от 3 до 18 курсов) различными антимикотическими препаратами системного и местного действия с кратковременным положительным эффектом и рецидивом заболевания через 1–3 месяца. Давность заболевания варьировалась от 1 года до 9 лет, составив в среднем $3,4 \pm 1,2$ года. Частота обострений кандидозного вульвова-

гинита колебалась от 3 до 12 раз в год (в среднем 4,7 рецидива в год). В 47,3% случаев отмечена связь между обострением вульвовагинального кандидоза (ВВК) и хронического ВЗОМТ, у 35,3% больных установлена связь обострения ВВК с фазой менструального цикла, у 30,5% – с приемом антибактериальных препаратов. В соматическом анамнезе у пациенток доминировали инфекционно-воспалительные заболевания: 44,3% из общего числа больных страдали заболеваниями желудочно-кишечного тракта (хронический гастрит, дискинезия желчевыводящих путей), у 47,3% пациенток регистрировался дисбактериоз кишечника, у 22,8% – хронические заболевания мочевыделительной системы, у 11,4% – патология ЛОР-органов; 52,7% из общего числа больных отмечали частые ОРВИ (до 4–6 раз в год). Высокодозированные гормональные контрацептивы использовали 17,4% из общего числа женщин всех групп. Нарушение репродуктивной функции (первичное и вторичное бесплодие, невынашивание беременности и др.) регистрировалось в среднем у 16,2% пациенток, нерегулярный менструальный цикл отмечался у 14,4% женщин. Пациенток, перенесших в анамнезе сексуально-трансмиссивные заболевания, было 28,6% и 27,8% во II и III основных группах и 28,1% в контрольной группе соответственно. Достоверно чаще у пациенток с микст-формой хронического рецидивирующего ВВК среди гинекологических заболеваний регистрировались хронические сальпингоофориты (67,9%) и эндоцервициты (58,2%).

У наблюдаемых больных кандидозный вульвовагинит протекал по-разному – от ярко выраженных клинических проявлений, преимущественно у женщин с кандидозной моноинфекцией (45,5%), до стертой клинической симптоматики у пациенток с сочетанной кандидо-бактериальной вульвовагинальной инфекцией (47,9%). При обращении пациентки предъявляли жалобы на выделения из половых путей (75,8% женщин с моно-инфекцией и 44,8% – с микст-инфекцией), зуд и жжение в области гениталий (81,8% и 43,3%), дискомфорт в области промежности и гениталий (78,8% и 73,1%), боли внизу живота (18,2% и 26,9%), рези при мочеиспускании (12,1% и 7,5%). У 6,1% женщин с кандидозной моно-инфекцией и 5,97% пациенток с

микст-инфекцией отмечалась диспареуния. Как правило, у одной и той же пациентки одновременно регистрировалось сочетание нескольких жалоб. Следует отметить, что при доминировании у пациенток клиники обострения хронических ВЗОМТ субъективная симптоматика ВБК была менее выражена. При объективном обследовании признаки воспалительного процесса регистрировались у всех больных на слизистой влагалища и вульвы, у 84 женщин (50,3%) – на коже гениталий и слизистой преддверия влагалища, у 98 (58,7%) – на шейке матки. Кроме того, у 38,3% пациенток были выявлены лихенификация и сухость малых и больших половых губ, у 8,4% – трещины, язвы в области влагалища и наружных половых органов. Белесый налет на слизистых влагалища и эктоцервикса выявлялся при осмотре у 54,5% женщин с кандидозной моноинфекцией и у 27,6% – с кандидо-бактериальным поражением, «классические» творожистые выделения – у 33,3% и 14,9%, слизисто-гнойные – у 30,3% и 46,3%, гнойные – у 3,03% и 15,7% пациенток соответственно. При этом отмечено, что при длительном течении заболевания (более 4–5 лет) объективная симптоматика была более скудной и характеризовалась минимальными признаками воспаления, а у женщин с кандидо-бактериальным поражением генитального тракта, как правило (в 58,2% случаев), наблюдалась лишь незначительная гиперемия и инфильтрация слизистых оболочек в области влагалища и вульвы.

При анализе результатов микробиологического исследования вагинального отделяемого было установлено, что дрожжеподобные грибы рода *Candida* в качестве единственного возбудителя высевались у 19,8% женщин, а все остальные случаи (80,2%) представляли собой сочетанные инфекции, вызванные ассоциациями из двух и более патогенов. Следует отметить, что при монокаandidозной инфекции в 87,9% был выделен вид *C. albicans*, а в остальных 12,1% случаев микотический компонент был представлен грибами *Candida* других видов (*C. krusei*, *C. tropicalis* и др.). Показатель высеваемости мико- и уреаплазм при ВБК составил 47,0%, хламидий – 9,7%, стафилококков – 56,7%, условно-патогенные представители кишечной группы (*E. coli*, *P. vulgaris*) были идентифицированы у 46,3% больных.

Анализ результатов топического применения препаратов иммунорегуляторных пептидов (миелопид и суперлимф) в комплексном лечении женщин ВБК на фоне хронических ВЗОМТ выявил его более выраженную клиническую эффективность, чем при традиционном лечении. Сравнительная балльная оценка клинических, инструментальных и лабораторных данных, проведенная до лечения, в динамике на 3, 5-е сутки и после лечения показала, что выраженность их в группе больных, получавших топическую иммунокоррекцию с препаратом суперлимф, снизилась в подгруппе А с $37,9 \pm 1,1$ до $3,7 \pm 0,3$ балла, в подгруппе В – с $36,5 \pm 1,2$ до $2,9 \pm 0,2$ балла, на фоне топической иммунокоррекции миелопидом – с $37,8 \pm 0,9$ (подгруппа А) и с $35,8 \pm 0,7$ (подгруппа В) балла до $3,1 \pm 0,1$ и $3,9 \pm 0,2$ балла соответственно. У больных первой группы положительная динамика клинических проявлений по сумме баллов была менее выражена ($10,4 \pm 0,4$ и $9,9 \pm 0,5$ балла соответственно).

Культуральное исследование влагалищного отделяемого после лечения выявило единичный рост колоний *C. albicans* у 1 больной I А группы, у 7 женщин I В группы и лишь у 2 пациенток подгруппы II В и 1 женщины III В группы. Кроме того, следует отметить, что у 26,3% пациентов первой группы отмечено появление рецидивов заболевания ($1,8 \pm 0,4$ эпизодов) в срок до 6 месяцев наблюдения. Межрецидивный период во второй и третьей группах превышал 6 месяцев у 50 (89,3%) и 49 (90,7%) пациенток. Как видно из представленных данных, лучший клинический результат отмечался у больных хроническим рецидивирующим кандидозным вульвовагинитом при местной иммунокоррекции препаратами суперлимф или миелопид. При этом локальное использование суперлимфа при кандидо-бактериальной форме ВБК, а миелопида – при монокаandidозной инфекции сопровождалось более быстрым и стойким купированием воспалительного процесса в слизистых урогенитального тракта.

Клиническая эффективность предложенного нами лечения сочеталась с восстановлением у большинства больных в сыворотке крови и вагинальных смывах концентрации воспалительных (ИЛ-1 β , ИЛ-6, ИЛ-8, ИФН- γ , ФНО- α) и иммуносупрессорных (ИЛ-10, ИЛ-1Ra, ТФР- β_1) цитокинов. После курса традиционной терапии уровни цитокинов в вагинальном смыве

ве и сыворотке крови достигали значений нормы лишь у 17,5% и 35,1% больных соответственно. Кроме того, использование ТИ сопровождалось усилением продукции эндогенного кателицидина LL37/hCAP18, проявляющего иммунорегуляторное действие и антимикробную активность против грам-отрицательных и грам-положительных бактерий, а также грибов и вирусов [6]. При этом было установлено, что предикторами неблагоприятного течения генитального кандидоза (при моно- и микст-формах инфекции) являются снижение уровней антимикробного пептида LL-37 и ИФН- γ , повышение концентрации ИЛ-10 и рецепторного антагониста ИЛ-1 в вагинальном смыве и сыворотке крови.

Таким образом, анализ результатов проведенных исследований показал, что топическая иммунокоррекция препаратами иммунорегуляторных пептидов (миелопид и суперлимф) повышает эффективность традиционного лечения хронических кандидозных вульвовагинитов на фоне воспалительных заболеваний органов малого таза: ускоряет купирование локального воспалительного процесса и восстановление колонизационной резистентности генитального тракта, снижает частоту рецидивов заболевания и приводит к значительному улучшению, а в ряде случаев к нормализации показателей антикандидозного иммунитета.

Библиографический список

1. Макаров О.В., Ковальчук Л.В., Ганковская Л.В. и др. Невынашивание беременности, инфекция, врожденный иммунитет. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. – 176 с.
2. Прилепская В.Н., Байрамова Г.Р. Вульвовагинальный кандидоз – современные пути решения проблемы // Трудный пациент. – 2006. – № 9(4). – С. 33–37.
3. Сергеев А.Ю., Сергеев Ю.В. Кандидоз. Природа инфекции, механизмы агрессии и защиты, лабораторная диагностика, клиника и лечение. – Москва: Триада-Х, 2001. – 440 с.
4. Снимщикова И.А., Лялюхина Е.И., Ререкин И.А. и др. Антибактериальная активность препарата миелопид и его эффективность при гнойно-воспалительных заболеваниях // Медицинская иммунология. – 2005. – Т. 7. – № 2–3. – С. 322–323.
5. Cassone A., Bernardis F., Santoni G. Anticandidal Immunity and Vaginitis: Novel Opportunities for Immune Intervention // Infection Immunology. – 2007. – Vol. 75(10). – P. 4675–4686.
6. Harder J., Glaser R., Schroder J.M. Review: Human antimicrobial proteins effectors of innate immunity // Innate Immunity. – 2007. – Vol. 13(6). – P. 317–338.
7. Romani L. Immunity to fungal infections // National review Immunology. – 2004. – Vol. 4. – P. 1–13.
8. Jeavons H. Prevention and treatment of vulvovaginal candidiasis using exogenous Lactobacillus // Journal obstet Gynecology Neonatal Nurseri. – 2003. – Vol. 32 – P. 287–296.
9. Sivasubramanian Geetha, Sobel J. D. Refractory urinary tract and vulvovaginal infection caused by Candida krusei // International urogynecology journal and pelvic floor dysfunction. – 2009. – Vol. 20 (11). – P. 1379–1381.

EFFICIENCY OF THE TOPICAL IMMUNOTHERAPY AT CANDIDOSIS VULVOVAGINITISES

I.A. SNIMSHCHIKOVA, O.V. ILYINA, M.A. KHALILOV, A.V. VISLOBOKOV

Optimisation of treatment of patients with candidosis vulvovaginitises and chronic inflammatory diseases of pelvic organs by topical application of preparations immunoregulating peptides (myelopid or superlymph) was the job purpose. Results of the spent researches have shown perspectivity of use in programs of complex treatment of a genital candidiasis with chronic inflammatory diseases of pelvic organs a local immunotherapy by preparations myelopid and superlymph.

Key words: candidosis vulvovaginitises, chronic inflammatory diseases of organs of a pelvic, topical immunotherapy, myelopid, superlymph, antimicrobial peptides.

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

ВЫЯВЛЕНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ, ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ПРАКТИЧЕСКОЙ ГОТОВНОСТИ СТУДЕНТОВ К ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРОВИЗОРА

Развитие современной фармации предъявляет высокие требования к подготовке специалистов. Разработана методика определения психологической, теоретической и практической готовности студентов к профессиональной деятельности провизора. На основании разработанной методики можно в количественных показателях определить готовность студентов-выпускников к самостоятельной работе в фармацевтических организациях.

Ключевые слова: психологическая, теоретическая и практическая готовность студентов, профессиональная деятельность провизора, социологическое исследование.

Подготовка специалистов в любой области требует формирования теоретических знаний, развития у студентов практических навыков и умений. В сфере оказания фармацевтических услуг к тому же должны работать не только профессионально компетентные провизоры, но и специалисты с высоким уровнем сопереживания, всестороннего развития личности. Готовность к профессии провизора реализуется у студентов на уровне психологической, теоретической и практической готовности.

Внешние достоинства и недостатки провизора как человека (поведение в конфликтных ситуациях, манеры, привычки) – это личностный уровень проявления культуры специалиста. Объем и степень усвоения теоретических знаний способствуют развитию готовности студентов к практической деятельности. Практический опыт представляет собой усвоенные умения и знания, которые будут использоваться будущим специалистом в разнообразных ситуациях своей профессиональной деятельности.

Целью нашего исследования было выявление процесса формирования психологической, теоретической и практической готовности студентов к профессиональной деятельности провизора и обоснование практических рекомендаций по совершенствованию развития профессиональных качеств выпускников.

Для определения готовности студентов нами была разработана методика, основанная на методике В.А. Сластенина [1]. Готовность выпускников к профессиональной деятельности рассматривалась в трёх уровнях: готовность личности, теоретическая и практическая готовность, которые предлагается измерить по 10-балльной шкале.

Исследование проводилось в два этапа. Первый этап нашего исследования проводился в ноябре 2009 года. Выпускникам по специальности «Фармация» медицинского института Орловского государственного университета предлагалось оценить в баллах уровень владения теоретическими знаниями, уровень практической готовности к профессиональной деятельности, свои личностные качества.

9–10 баллов (оптимальный уровень) – обладают данными качествами (знаниями, умениями) в большой степени;

6–8 баллов (допустимый уровень) – обладает необходимыми качествами (знаниями, умениями), но не в достаточной степени;

4–5 баллов (критический уровень) – качества (знания, умения) проявляются слабо, их недостаточность может создавать проблемы;

0–3 баллов (недопустимый уровень) – большинством указанных качеств (знаний, умений) не обладает, не считает необходимым их развивать.

В анкетировании участвовали 23 выпускника.

В результате нашего исследования на первом этапе выяснилось, что 32% опрошенных студентов оценили свои личностные способности на 9–10 баллов, что говорит об оптимальном уровне наличия таких качеств будущего провизора, как организаторские способности, потребность помогать людям, социальная зрелость и других характеристик личности человека; 68% студентов об-

ладают допустимым уровнем наличия личностных качеств, что означает, что данные качества присутствуют, но не в достаточной степени.

Свои теоретические знания 12 процентов опрошенных студентов оценили на 9–10 баллов, что говорит об оптимальном уровне владения теоретическими профессиональными знаниями; 84% опрошенных оценили свои знания на 6–8 баллов, что говорит о допустимом уровне; 4% студентов оценили свои знания на 4–5 баллов, что говорит о недостаточной теоретической базе.

Свои практические навыки и умения 55 процентов опрошенных оценили на 6–8 баллов, что говорит о допустимом уровне; 45% студентов оценили свои умения на 4–5 баллов, что свидетельствует о том, что многие практические навыки еще недостаточно сформированы и нуждаются в развитии [2].

Второй этап нашего исследования проводился в мае 2010 года после прохождения студентами-выпускниками производственной практики в фармацевтических предприятиях Орловской области различных форм собственности.

В результате исследования выяснилось, что после прохождения производственной практики 59% опрошенных студентов оценили свои личностные качества на 9–10 баллов, что говорит об оптимальном уровне; 41% выпускников оценили свои качества на 6–8 баллов, то есть они обладают допустимым уровнем наличия положительных личностных качеств (рис. 1).

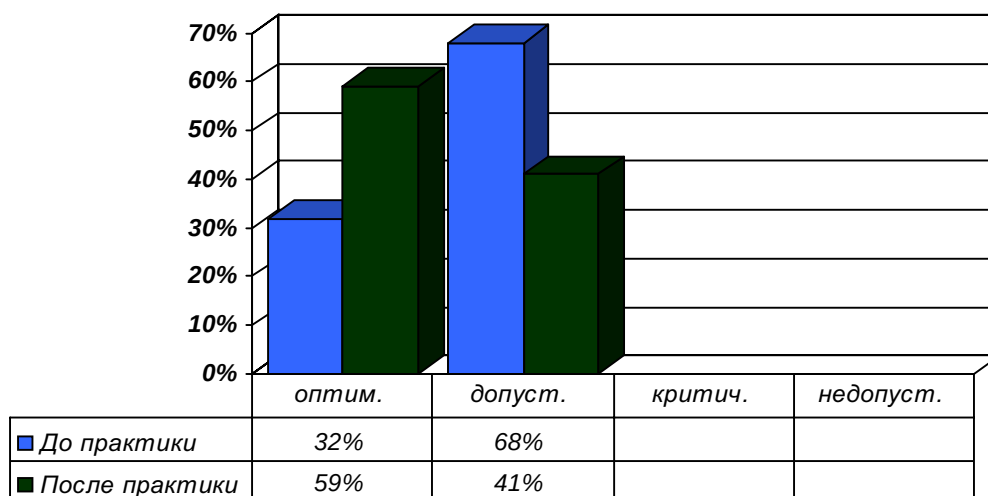


Рис. 1. Показатели проявления личностных качеств студентов до производственной практики и после практики

Свои теоретические знания 42% процентов опрошенных студентов оценили на 9–10 баллов, что говорит об оптимальном уровне владения теоретическими профессиональными знаниями; 57% оп-

рошенных оценили свои знания на 6–8 баллов, что говорит о допустимом уровне; 1% студентов оценили свои знания на 4–5 баллов, что говорит о том, что теоретическая база недостаточна (рис. 2).

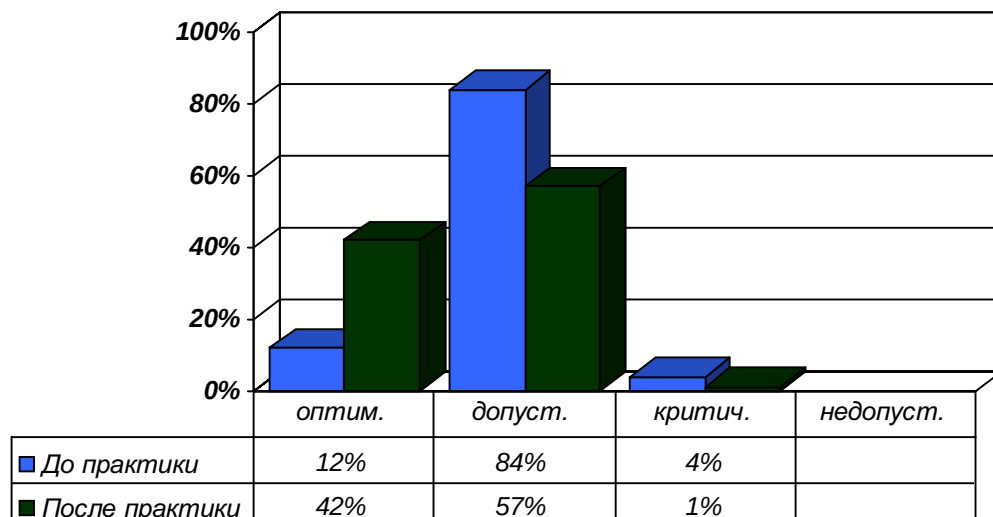


Рис. 2. Показатели уровня владения студентами теоретическими знаниями до производственной практики и после практики

После прохождения производственной практики свои практические навыки и умения 60% процентов опрошенных оценили на 9–10 баллов, что

говорит об оптимальном уровне; 40 % студентов оценили свои умения на 6–8 баллов, что свидетельствует о допустимом уровне (рис. 3).

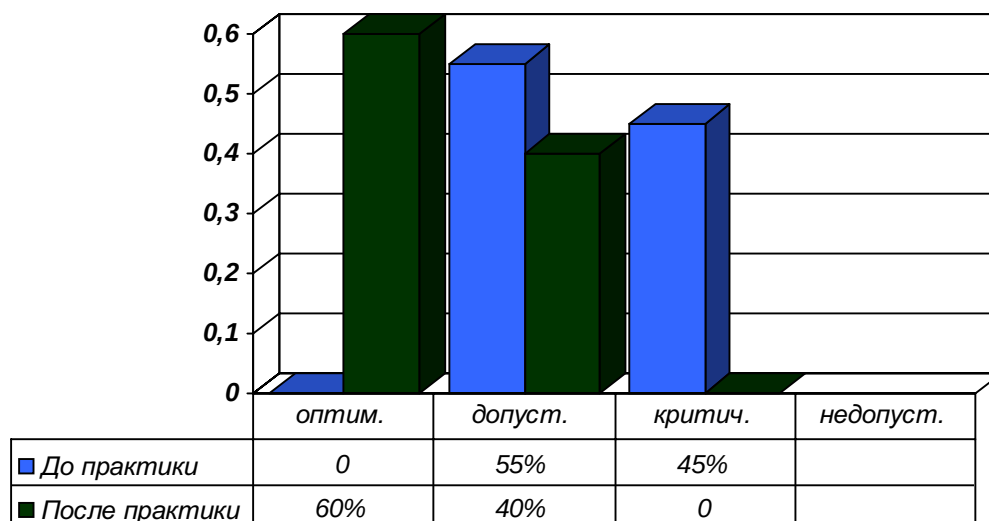


Рис. 3. Показатели уровня практической готовности студентов к профессиональной деятельности до производственной практики и после практики

Таким образом, можно сделать вывод, что производственная практика студентов-выпускников даёт хорошие возможности совершенствования

своих личностных качеств, теоретических знаний и практических навыков и умений.

На основании данных исследования нами

разработаны «Методические рекомендации по прохождению производственной практики по управлению и экономике фармации для студентов 5 курса медицинского института специальности «Фармация» и внесены поправки в рабочую программу дисциплины «Управление и экономика фармации» медицинского института Ор-

ловского государственного университета.

На основании разработанной нами методики можно количественно определить готовность студентов к профессиональной деятельности, что важно для работодателей, для выпускников, а также для преподавателей медицинских институтов.

Библиографический список

1. Сластенин В.А. Социальный педагог и социальный работник: личность и профессия / В.А. Сластенин. Теория и практика социальной работы: отечественный и зарубежный опыт: В 2 т. – Москва–Тула, 1993. – 200 с.
2. Филина И. Исследование готовности студентов-выпускников медицинского института Орловского государственного университета к профессии провизора / И. Филина, З. Труфанова. Традиционные и инновационные подходы к модернизации медицинского образования: материалы Всероссийской научно-методической конференции с международным участием, посвящённой 75-летию КГМУ. – Курск: КГМУ, 2010. – С. 220–222.

I. A. FILINA

THE FORMING OF PSYCHOLOGICAL, THEORETICAL AND PRACTICAL READINESS FOR FUTURE PROFESSIONAL ACTIVITY AMONG PHARMACY STUDENTS

The development of modern pharmacy imposes heavy demands upon the specialists training. There has been developed the methodology of specifying the forming process of psychological, theoretical and practical readiness for future professional activity among pharmacy students. On the basis of cultivated methods we can determine at quantitative indexes final-year student's readiness to independent work in pharmaceutical organizations.

Key words: *the psychological, theoretical and practical readiness of studens; the professional activity among pharmacy; sociological discavery.*

С.М. ЯЦУН, доктор медицинских наук, профессор,
заведующий кафедрой медико-биологических дисциплин
Курского государственного университета

Тел. 8 9611914928; jatsun@kursknet.ru

Н.В. ЛУНЕВА, кандидат медицинских наук,
доцент кафедры медико-биологических дисциплин
Курского государственного университета
e-mail: mbd155@mail.ru

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ ОБЪЕКТИВНОГО КОНТРОЛЯ ДИАГНОСТИЧЕСКИ ЗНАЧИМЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КОЖНОГО ПОКРОВА*

В статье проанализированы устройства и методы для идентификации объективных параметров, характеризующих различные биохимические и биофизические характеристики кожного покрова человека.

Ключевые слова: кожный покров, объективный контроль. диагностически значимые параметры, неинвазивные методы.

Кожа представляет собой наружный покров тела человека площадью около 2 кв. м, состоящий из эпидермиса, дермы и подкожно-жировой клетчатки. Находясь в непосредственной связи с внешней средой и являясь важнейшей функциональной структурой, кожа многообразно и активно участвует в жизнедеятельности организма. Она выполняет важные функции по поддержанию гомеостаза, защищает организм от повреждающего действия механических, физических, химических и инфекционных агентов; обладает способностью оперативно устранять возникшие повреждения при помощи процессов эпителизации. Кожа способствует сохранению постоянной температуры тела, выводит с потом вредные для организма вещества, препятствует их попаданию внутрь; осуществляет дыхательную функцию, поглощая кислород из воздуха и выделяя углекислый газ; в ней происходят сложные биохимические и биофизические процессы. Кожный покров является органом иммунологической защиты, а огромное рецепторное поле обеспечивает восприятие периферическим анализатором контакта с окружающей средой.

Кожа человека неразрывно связана с внутренними органами, и по ее состоянию можно судить о состоянии здоровья организма в целом. В отличие от внутренних органов кожа доступна для обследования. Сегодня традиционно применяемые субъективные методы оценки состояния кожи являются неинформативными.

Актуальным представляется использование для диагностики заболеваний, симптомами которых являются изменения состояния кожных покровов, объективных методов измерения механических, оптических, акустических, электрических параметров кожи неинвазивными, атравматичными методами. Это означает, что процедура или инструмент не причиняют боль и не нарушают целостности кожи.

Достаточно перспективными являются биоинженерные методы неинвазивного изучения состояния кожи, основанные на измерении ее физических параметров. Кожа обладает уникальными биомеханическими свойствами, отличающимися от других гомогенных тканей, что прежде всего связано с особенностями ее строения: эпидермис в виде пласта клеток, дерма с выраженным волокнистым каркасом коллагеновых, эластических и аргирофильных волокон; межучточное вещество соединительной ткани в виде геля, подкожно-жировая клетчатка в виде “подушки”.

Механические свойства эпидермиса определяются коллоидно-осмотическим и гидростатическим равновесием, липидным балансом. Механические свойства компонентов дермы во многом обусловлены растяжимостью ее эластиновых и коллагеновых волокон, их количественным соотношением и пространственной организацией.

В процессе возрастных изменений и в случаях развития патологических состояний при нарушении водного баланса и дезорганизации пространственной структуры соединительно-тканых волокон изменяются механические свойства, кожа теряет эластичность.

Существуют два основных способа определения вязкоэластических свойств кожи: *in vitro* (разрушающий); *in vivo* (не разрушающий).

Упругость изучают путем измерения линейных перемещений или деформаций под действием механического напряжения. Наиболее распространенными методами продольной деформации являются методы исследования растяжения кожи, кручения и исследование деформации при одноосном растяжении. Более сложным с экспериментальной точки зрения является определение упругости кожи при двухосном растяжении [2].

Методы поперечной деформации – вакуумная кутометрия и метод вдавливания. Кожа представляет собою сложную слоистую систему, где слои обладают разными механическими свойствами, границы между ними неоднородны по толщине и по составу. Метод вдавливания используется для определения твердости, которая представляет собой сложное свойство, зависящее от упругости, пластичности и от метода измерения.

В последние годы для более глубокого изучения физико-механических свойств кожи применяют динамические методы, позволяющие определить не только коэффициенты упругости, но и коэффициенты диссипации, информирующие о текущем состоянии кожного покрова [1, 3]. Они дают возможность исследовать процессы релаксации в коже и обнаруживать изменения в микроархитектуре дермы, проявляющиеся как при физиологических изменениях и внешних воздействиях, так и при наследственных и приобретенных заболеваниях соединительной ткани [2]. Динамический метод исследования релаксации деформации человеческой кожи *in vivo* основан на принципе аспирации и фотоэлектрической регистрации, при котором сигнал преобразуется в электронной приставке и регистрируется прибором. Баллистометрический метод оценивает состояние кожного покрова посредством баллистометра, основанного на воздействии падающего твердого тела с заданной высоты на тестируемую поверхность [4]. Преимущество этого метода состоит в измерении не только относительных деформаций и силы воздействия, но и скорости деформации, что позволяет учесть не только упругий, но и вязкий компонент комплексного механического сопротивления кожи.

Метод вибрационной реоэластографии – вариант динамического метода определения упругости кожного покрова [6]. В основе измерения лежит упругость биологических тканей, оцениваемая по частоте резонанса.

Механические свойства эпидермиса зависят от количественного состава липидов, выполняющих барьерную функцию и контролирующих водный баланс в коже. Изменение содержания жидкости в эпидермисе ведет к изменению его упругости [5]. Липиды, участвуя в структуризации эпидермиса, влияют на механические свойства: увеличение содержания количества ненасыщенных липидов по отношению к насыщенным приводит к увеличению вязкости; ненасыщенные липиды, содержащие линолевую кислоту, структурируют эпидермис, делают его менее эластичным.

Важна роль липидов с точки зрения регуляции баланса жидкости в эпидермисе. Чем больше липидов содержится в роговом слое, тем хуже он проводит воду и водорастворимые вещества и,

наоборот, тем лучше проводит жирорастворимые вещества.

Метод себуметрии – измерение количества липидов и жиров на поверхности кожи фотометрическим способом. Жирность кожи зависит от активности сальных желез. Изменение их активности приводит к различным нарушениям, таким как угревая болезнь, сухость кожи. Разработаны методы более детального анализа активности сальных желез. Для этих целей используют различные вещества, способные адсорбировать жиры. Эти вещества наносятся непосредственно на кожу, после чего делается фотоснимок, обрабатываемый специальным программным обеспечением.

Водный баланс кожи определяется коллоидно-осмотическим и гидростатическим равновесием между дермой, эпидермисом и окружающей средой. Один из самых распространенных методов оценки водного баланса – метод корнеометрии – измерение влажности кожи, основанный на изменении емкости (электропроводности) кожи, позволяющий определять содержание воды в водно-липидной мантии кожи и в эпидермисе.

Водный баланс тесно связан с содержанием и качественным составом липидов эпидермиса. Ог-

ромную роль в регуляции водного баланса играют сальные железы. Ненасыщенные жирные кислоты плохо проникают в глубь эпидермиса и формируют окклюзионную пленку, задерживающую испарение воды.

Широкий диапазон объективных, неинвазивных методов диагностики позволяет оценивать динамику состояния кожного покрова, вносить коррективы в профилактические мероприятия и применять адекватные терапевтические программы.

Выводы:

1. Для обеспечения эффективного терапевтического воздействия существует необходимость в количественной оценке измеряемых параметров кожного покрова.

2. Исследование *in vitro* приводит к резкому изменению механических параметров, что значительно искажает исходные данные.

3. Так как кожа – сложная композитная система с нелинейными свойствами, то не все способы позволяют провести анализ состояния ее слоев, и поэтому при тестировании более информативны методы, учитывающие особенности строения кожного покрова, к которым относят динамические методы.

Библиографический список

1. Тимофеев А.Б., Разумов А.Н., Мухтаров Э.И., Корчажнина Н.В., Тимофеев Г.А. Автоматизированный комплекс для исследования механических свойств органов и тканей на основе аппарата для резонансной вибротерапии «Ландыш» / Под ред. А.Б. Тимофеева // Медицинская техника. – 2005. – С. 15–18.
2. Тимофеев Г.А. Методы аппаратного исследования кожи человека/ Косметика & медицина. – № 4. – 2005. – С. 28–36.
3. В.А. Шеполухин, Н.И. Мятенко. Анализ методов измерения механических свойств кожи. Сб. науч. труд. V НТК «Вибрация – 2001». – С. 163–165.
4. Tosti-A; Compagno-G; Fazzini-ML; Villardita-S. A ballistometer for the study of the plasto-elastic properties of skin. J-Invest-Dermatol. 1977 Sep; 69(3): 315–7.
5. Wertz P.W., Madison K.C. Downing D.T. Covalently bound lipids of human stratum corneum. J. Invest. Dermatol. 1989; 92(1): 109–11.
6. S.Jatsun, V.Shepoluchin Vibrating method for measurement of the biomechanical properties of human skin VIII International Congress on Sound and Vibration. – Hong Kong, 2001. – P. 1754–1762.

S.M. YATSUN, N.B. LUNEVA

ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF METHODS OF CONTROL OBJECTIVE DIAGNOSTIC IMPORTANCE OF CHARACTERISTICS INTEGUMENTS

The paper analyzes the devices and methods for the identification of objective parameters that characterize the various biochemical and biophysical characteristics of human skin.

Key words: skin, objective control. important diagnostic parameters, non-invasive methods.

ГЕОГРАФИЯ

М.И. СУЕТИН, аспирант кафедры географии
Орловского государственного университета
Тел. 89536149370

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В данной статье речь идёт о потенциале почвенного плодородия на примере Орловской области, рассматривается процесс формирования почвенного слоя. Особое внимание уделено определению энергетической субсидии в процессе производства сельскохозяйственной продукции на агроландшафтах Орловской области.

Ключевые слова: почва, плодородие, агроландшафт, Орловская область.

Почвенные ресурсы являются основой сельскохозяйственной деятельности. Именно благодаря почве происходят аккумуляция и трансформация поступающей энергии, накопление и превращение органических и неорганических веществ. Состав веществ и их количество определяют плодородие почв. Плодородие – способность экономить живой и механизированный труд при производстве сельскохозяйственной продукции.

Продуктивность сельского хозяйства зависит не только от природной продуктивности и энергетического потенциала, но и от рационального использования естественных почвенных ресурсов и других производственных факторов (эффективность человеческого труда, дополнительные энергетические ресурсы – органические и неорганические удобрения, высокая культура агротехнических работ, воздержание от излишнего использования интенсивных методов ведения сельского хозяйства).

Использование человеком дополнительной энергии в виде затрат на механизацию, удобрения, пестициды, обеспечение производственного процесса не должно превышать 1% от количества лучистой энергии, усваиваемой агроэкосистемой. Любые дополнительные виды энергии, направляемые на повышение продуктивности агроландшафтов, являются энергетической субсидией.

В настоящее время в Орловской области наблюдается сложная ситуация с состоянием почв агроландшафтов и перспектив их дальнейшего использования. В течение последних 20–30 лет наблюдается рост деградированных и эрозийных земель. Это вызвано тем, что в течение последних десятилетий отсутствовала четкая политика относительно охраны почвенных ресурсов, контроля за их состоянием, мероприятия по повышению продуктивности почв проводятся хаотично, без подведения элементарной научной базы. В результате в процессе нерационального сельскохозяйственного использования агроландшафты подвергаются сильному техногенному прессингу, истощаются и деградируют. При подобном бессистемном использовании разнокалиберных сельскохозяйственных машин, энергоемких удобрений и других веществ про-

должается рост эрозионных и деградированных земель, что является прямым следствием «отрицательной энергии» от чрезмерных и непродуманных энергетических субсидий.

Для определения энергетического потенциала почвенного плодородия Орловской области необходимо рассмотреть процесс формирования почвенного слоя.

Первичные почвенные пласты на Земле начали формироваться более 500 млн. лет назад в результате жизнедеятельности микроорганизмов. Процесс формирования почвенного плодородного пласта требует достаточно длительного периода времени и больших затрат энергии (прежде всего лучистой).

Согласно данным почвоведения, для формирования почвенного пласта, типичного для Орловской области (15–18 см), из горных (неорганических) пород при стабильных благоприятных внешних условиях необходимо от 1000 до 6000 лет и от $30 \cdot 10^{26}$ Дж до $160 \cdot 10^{26}$ Дж лучистой энергии (при получении планетой $25,2 \cdot 10^{23}$ Дж/год).

Однако, чтобы разрушить природный плодородный почвенный пласт Орловской области, достаточно 3–4 лет интенсивного ведения сельского хозяйства без проведения необходимых почвоохраняющих мероприятий.

Для определения энергетического потенциала агроландшафтов определяют количество энергетических ресурсов, необходимых для восстановления плодородия до природного уровня. На практике это достигается путем внесения минеральных и органических удобрений, а также ритмичностью эксплуатации земельного фонда (для более активного восстановления плодородия естественным путем), а также газовыделении, эрозии почвы и других процессов. В идеале должно соблюдаться равновесие:

Энергетические и вещественные запасы, изъятые в процессе производства продукции

Энергетические и вещественные запасы, внесенные в виде энергетической субсидии

Несоблюдение этого правила ведет к снижению плодородия, разрушению гумусного слоя, деградации агроландшафта в целом. Однако вопрос при-

менения удобрений в Орловской области является неоднозначным. Дело в том, что применение минеральных и комплексных удобрений по ряду объективных и субъективных факторов было дискредитировано. В результате в настоящее время рядом экологических, научных и общественных организаций в Орловской области ведутся острые дискуссии об экологичности, безопасности и рациональности применения существующих технологий внесения удобрений, а также использования синтезированных удобрений вообще. При этом ведущие отечественные и зарубежные НИИ сходятся во мнении, что опасность и неэкологичность синтезированных минеральных удобрений состоит не синтетической природе содержащихся в них веществ и соединений, а в неверных методах применения подобных удобрений и в использовании некачественной продукции, продукции сомнительного происхождения. Более того, в современных условиях даже в масштабах Орловской области невозможно обеспечить потребности агропроизводства необходимым количеством органических удобрений (перегной).

В то же время перегной – перепревшие отходы жизнедеятельности животных – должен являться и является в Орловской области основным источником для энергетической субсидии. Особенно это очевидно в небольших частных хозяйствах. В сельском хозяйстве перегной является наиболее доступным, распространенным, малозатратным удобрением. Также это является наиболее естественной и экологически чистой энергетической субсидией. Считается, что применение перегноя эффективнее применения комплексных минеральных в 3,5–4 раза. Однако данному виду удобрений характерны и специфические недостатки: необходимость определенной переработки, заселенность семенами сорняков, наличие в достаточном количестве только вблизи от крупных животноводческих хозяйств и др.

Определим энергетическую субсидию в процессе производства сельскохозяйственной продукции на агроландшафтах Орловской области по формуле:

$$E_{\text{soil}} = V \cdot (N \cdot T_n + P \cdot T_p + K \cdot T_k) \cdot E_k + Q \cdot V,$$

где E_{soil} – воссоздаваемый энергетический потенциал почвенного слоя, Дж/га;

V – количество необходимых удобрений, т/га;

N – азот, кг/т;

P – фосфор, кг/т;

K – калий, кг/т;

Tn – время действия питательных веществ в процентном отношении в первый год после внесения азота;

Tr – время действия питательных веществ в процентном отношении в первый год после внесения фосфора;

Tk – время действия питательных веществ в процентном отношении в первый год после внесения калия;

Ek – энергетический эквивалент на внесение удобрений, Дж;

Q – удельные затраты на внесение 1 тонны удобрений, Дж

$E_k = 8,97 \cdot 10^{10}$ Дж/т; $Q = 18,2 \cdot 10^{10}$ Дж/т;

$V = (N \cdot T_n + P \cdot T_r + K \cdot T_k) \cdot E_k + Q) / E_{soil}$;

$V = ((2 \cdot 0,71 + 1 \cdot 0,83 + 2 \cdot 0,67) \cdot 8,97 \cdot 10^{10} \text{ Дж/т} + 18,2 \cdot 10^{10} \text{ Дж/т}) / 15 \text{ т/га/год} \cdot 16,8 \cdot 10^8 \text{ Дж/т}$.

Таблица 1 – Характеристики вещественного состава перегноя

В 1 тонне перегноя:	Количество, кг/т	Усвояемость питательных веществ в процентном отношении
Азот	2	71%
Фосфор	1	83%
Калий	2	67%

$V = ((1,42 + 0,83 + 1,34) \cdot 8,97 \cdot 10^{10} \text{ Дж/т} + 18,2 \cdot 10^{10} \text{ Дж/т}) / 2,52 \cdot 10^{10} \text{ Дж/год}$;

$V = ((3,59) \cdot 8,97 \cdot 10^{10} \text{ Дж/т} + 18,2 \cdot 10^{10} \text{ Дж/т}) / 2,52 \cdot 10^{10} \text{ Дж/год}$;

$V = (32,2 \cdot 10^{10} \text{ Дж/т} + 18,2 \cdot 10^{10} \text{ Дж/т}) / 2,52 \cdot 10^{10} \text{ Дж/год}$;

$V = 50,4 \cdot 10^{10} \text{ Дж/т} / 2,52 \cdot 10^{10} \text{ Дж/год}$;

$V = 20 \text{ т/год}$.

Таким образом, 20 т/год – объективная необходимость в перегное при использовании агроландшафтов Орловской области субсидирующие поч-

венному слою $8,97 \cdot 10^{10}$ Дж на 1 га, при отсутствии процессов эрозии, или на территории агроландшафтов Орловской области:

$8,97 \cdot 10^{10} \text{ Дж} \cdot 2085,7 \text{ тыс. га} = 1,87 \cdot 10^{17} \text{ Дж}$

При более детальном анализе потребуются учесть газовыделение, нитрификацию почв, увлажнение и другие процессы. Итоговый объем энергии является природной рентой, которая может использоваться в сельском хозяйстве.

Библиографический список

1. Арефьев К.А. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий. – М.: Росинформагротех, 2009. – 386 с.
2. Булгаков Д.С. Агроэкологическая оценка пахотных почв. – М.: Мысль, 2008. – 398 с.
3. Реймерс Н.Ф. Природопользование. – М.: Мысль, 2008. – 148 с.
4. Романенко Г.А., Комов Н.В., Тютюнников А.Н. Состояние земельных ресурсов России. – М.: Роскомзем, 2006. – 96 с.

M.I. SUYETIN

THE ENERGETIC POTENTIAL OF SOIL FERTILITY OF OREL REGION

The article deals with the potential of soil fertility on the example of Orel region; the process of the soil layer forming is regarded. A particular attention is paid to determine the energetic subsidy in the process of products on agrolandscapes of Orel region.

Key words: soil, fertility, agrolandscape, Orel region.

Л.Н. ТРОФИМЕЦ, кандидат географических наук, старший научный сотрудник, доцент кафедры географии Орловского государственного университета
Тел. 73-71-82; trofimec_l_n@mail.ru

ИЗМЕНЧИВОСТЬ АКТИВНОСТИ ЦЕЗИЯ-137 В ПОЧВАХ СКЛОНОВЫХ ЛАНДШАФТОВ БАСЕЙНА РЕКИ СУХАЯ ОРЛИЦА

Анализируются особенности распределения активности цезия-137 в почвенном покрове склоновых ландшафтов бассейна реки Сухая Орлица в зависимости от удаления от лесонасаждений, от положения в рельефе, от крутизны поверхности.

Ключевые слова: активность цезия Cs-137, удаленность от лесонасаждений, вымывание, ассимиляция, ложбина, наклон склона.

В результате аварии на Чернобыльской АЭС размеры диспергированных частиц составили от 1 до десятков микрометров. Средние размеры частиц составили 58 мкм, около 25% активности выброса пришлось на крупные частицы.

Рассеивание облака выброса сопровождалось сухим осаждением (для частиц диаметром более 10 мкм), отложением аэрозолей и адсорбцией паров на предметах по направлению распространения ветра, влажным оседанием, при котором пары или аэрозоли проникали в капли дождя или в снежинки и далее выпадали в виде осадков. Это определило сложную мозаику загрязнения радионуклидами компонент окружающей среды.

На рис. 1 представлена схема переноса продуктов выброса (по данным сайта).

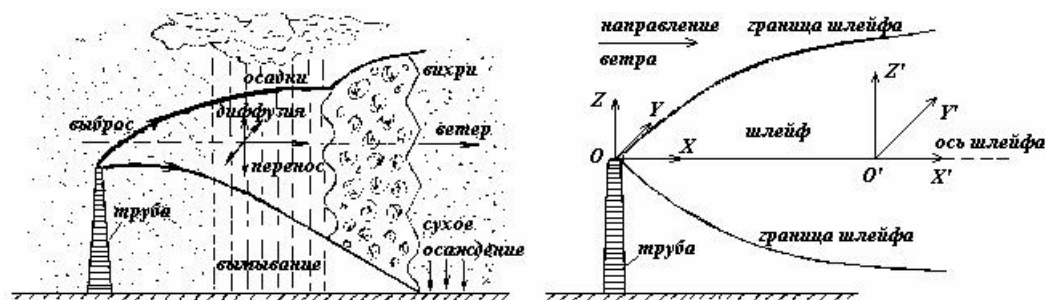


Рис. 1. Схема переноса продуктов выброса

Согласно схеме на рис. 1 осаждение продуктов выброса происходит на некотором расстоянии от источника. Аналогично происходит осаждение и при переваливании ветрового потока через препятствие в виде лесонасаждения.

При небольшой скорости ветра (2–3 м/сек) мелкие радиоактивные частицы пыли (размером от сотых долей до 1–2 мкм) поднимаются с поверхности почвы. Мелкие частицы не оседают. Более крупные частицы радиоактивной пыли тяжелые, они то поднимаются турбулентными вихрями, то оседают, передвигаясь в ветровом потоке скачками (эффект сальтации). При большой скорости ветра до 10 м/сек мелкие час-

тицы (диаметром около 500 мкм) перекачиваются, более крупные (более 1 мм) остаются неподвижными. Таким образом, ветер выдувает более мелкую фракцию.

Исследования ветрового подъема радиоактивной пыли с загрязненных территорий начались с момента появления ядерных испытательных полигонов. Первое сообщение о попытке параметризации процесса было сделано Хили и Фуко в 1958 году на второй Женевской конференции по мирному использованию атомной энергии. В нашей стране исследования по параметризации ветрового подъема радиоактивной пыли начались в 1957 году после радиационной аварии на оборонном предприятии Южного Урала. После аварии на ЧАЭС процесс ветрового подъема радиоактивной пыли стали называть иногда ветровым подхватом. Ветровой подъем и перенос радиоактивной пыли наряду с радиоактивными осадками обусловили сложную мозаику радиоактивного загрязнения почв.

Географические проблемы, связанные с изучением мозаики радиоактивного загрязнения почв, стали особенно актуальны в последние десятилетия в связи с тем, что в последние годы XX века отмечалась максимальная частота появления экстремально сухих и экстремально влажных месяцев в Северном полушарии (Логинов, 2002). События 2010 года, когда засуха охватила всю ЕТР в течение более чем двух месяцев, еще более обострила остроту вопроса.

Второй аспект, который обуславливает актуальность исследований по указанному направлению, связан с уточнением статуса так называемых экологических коридоров. Последние в условиях радиоактивного загрязнения местности превратились, по сути, в новые техногенные образования – радиоактивно загрязненные природные объекты.

На космоснимке (рис. 2) представлены практически все экологические коридоры: река и ее долина, прибрежные защитные полосы лесов, овраго-балочные лесополосы, полезащитные лесополосы, балочная система, пастбищные угодья пойм и надпойменных террас. Все они характеризуются разной степенью радиоактивного загрязнения. Следует обратить внимание на то обстоя-

тельство, что склоновые ландшафты являются территориями с экстремальным типом природопользования. Их освоение связано с увеличением материальных затрат на единицу производимой продукции, что сегодня является нецелесообразным, а потому обуславливает их сохранность в первозданном виде. Этот факт свидетельствует о двух качественно противоположных состояниях склоновых территорий. С одной стороны, на этих территориях не проводятся мелиоративные мероприятия, направленные на реабилитацию экосистем, следовательно, эти участки являются экологически неблагополучными. С другой стороны, склоновые ландшафты, сохраняя свою первозданность, являются потенциальными объектами для расширения сети ООПТ (в связи с сохранением здесь реликтовых урочищ) (Щербаков, 1982).

Все это говорит о необходимости пристального изучения экологического состояния склоновых ландшафтов.

Постановка проблемы. В статье обсуждаются особенности пространственного распределения активности цезия-137 в пределах элементов склоновых ландшафтов водосборной поверхности Верхней Оки в аспекте выявления возможного влияния на географию радиоактивного загрязнения ветрового переноса. При этом обсуждается роль лесонасаждений и рельефа в осаждении радионуклидов. Особое внимание уделяется изучению влияния полезащитных и овраго-балочных лесонасаждений на распределение активности цезия-137 в почвенном профиле.

Исследования проводились в 2007–2010 гг. студентами и сотрудниками кафедры географии Орловского государственного университета.

Для проведения исследований были выбраны территории природных и природно-техногенных ландшафтов, испытывающих воздействие радиационного излучения и сегодня, по истечении более 28 лет после аварии на ЧАЭС. В частности, в статье приводятся результаты исследований в бассейне реки Сухая Орлица, в пределах склоновых ландшафтов долины реки и агроландшафта в приводораздельной части поверхности водосбора реки. Географически район исследования расположен вблизи пос. Стрелецкий Орловского района.

Материалы и методы.

Основные методы, использовавшиеся в работе, – полевой, радиологический, картографический, статистический.

Отбор проб производился с помощью почвенного бура с металлическим кольцом диаметром 5 см высотой 20 см. Координаты точек отбора проб определялись с помощью GPS-навигатора Garmin. Анализы почвенных образцов и лесорастительной продукции по радиационному признаку проводили с помощью сцинтилляционного спектрометра Гамма-плюс в Центре химизации и сельскохозяйственной радиологии «Орловский».

Отбор точечных проб проводили в соответствии с требованиями ГОСТ 18321. Пробы измельчали до частиц размером не более 5 мм. Почву высушивали до воздушно-сухого состояния, затем измеряли гамма- и бета-активность ^{137}Cs в образцах. Определение гумуса производили по методу И.В. Тюрина в моди-

фикации ЦИНАО (ГОСТ 26213–91).

Для статистической обработки результатов исследований и их графического представления использовали пакет программ «Excel».

Результаты и их обсуждение.

Исследования в бассейне реки Сухая Орлица проводились летом 2010 года. На рис. 2 приведен космоснимок, который дает наглядное представление о месте исследования. Объекты исследования – склон балки (навстречный и подветренный) в верхней части космоснимка модельного участка. Поле расположено между защитными лесополосами (одна лесополоса – вдоль реки, ориентированная с востока на запад), другая – овраго-балочная (ориентирована с севера на юг). При этом вдоль реки, на ее левом берегу, по высокому склону долины Сухой Орлицы протянулся лесной массив. Поле, на котором проводились исследования, расположено на правом берегу реки.



Такое расположение лесонасаждений сформировало разнонаправленные ветровые потоки, обусловившие особенности пылевых падений и выпадения радиоактивных осадков в 1986 году.

Прогоны, как видно из рис. 2, ориентированы перпендикулярно направлению реки, с юга на север. На рис. 3 приведены диаграммы, показывающие распределение активности цезия-137 в

зависимости от удаления от лесонасаждений.

Наши данные в отличие от данных, полученных Сергеевым, 2008, позволяют утверждать, что максимум радиоактивных пылевых падений в 1986 году в соответствии с рис. 3 пришелся на 140–200 м от лесонасаждений. С дальнейшим удалением от лесополосы активность цезия-137 снижается. Этот вывод подтверждают данные всех четырех прогонов.



Рис. 3. Максимальная активность цезия-137 на 139 метре от лесонасаждения (1-й и 2-й прогоны)

Из рис. 3 видно, что активность цезия-137 возрастает на 130–140 метре от лесонасаждения (до 196,2–200,3 Бк/кг), затем плавно снижается на 246–324 метре до 148,6–184 Бк/кг соответственно. Похожая тенденция отмечена для остальных профилей (прогонов).

Исследования, проведенные в Воронежской лесотехнической академии (Михина и др., 2010), показали, что снижение скорости ветрового потока происходит на заветренной (термин авторов) стороне лесонасаждений (продуваемой конструкции) на расстоянии 5Н (где Н – высота деревьев) на 64,3%. На расстоянии 2Н снижение скорости ветрового потока происходит на 43,7%. На участке 10...20Н скорость ветрового потока составляет 51,1 – 65,2% от контроля.

Для наших исследований эти выводы важны тем, что подтверждают наше предположение о главной причине увеличения активности цезия-137 на расстоянии 130–140 метров от лесонасаждений. Эта причина заключается в увеличении пылевых падений в связи с максимальным снижением скорости ветрового потока.

Вместе с тем, выделив с помощью пластики рельефа зоны преобладания смыва (килевые участки) и отдельно вычленив верховье ложбины, мы

попытались выявить зависимость активности цезия-137 от характеристики рельефа, а именно от крутизны. Известно, что крутизна в большей степени, чем длина склона, влияет на смыв.

На рис. 4 приведена диаграмма распределения активности цезия-137 в верховье ложбины.

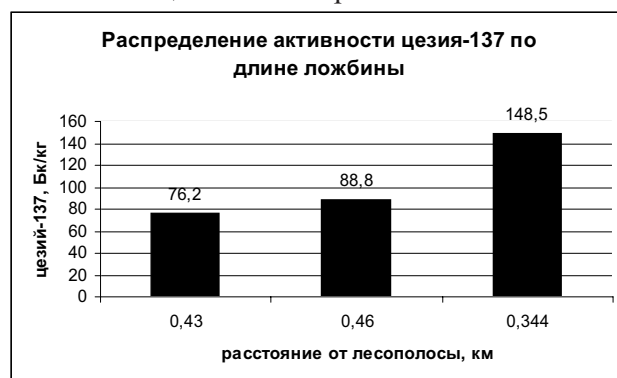


Рис. 4. Распределение активности цезия-137 в верховье ложбины

Из рис. 4 становится очевидным, что по мере приближения к устью ложбины происходит выполаживание поверхности и смыв (который обусловил малые значения активности цезия-137 в почве в верховье ложбины) сменяется аккумуляцией и, соответственно, увеличением активности цезия-137 до 148,5 Бк/кг.

Зависимость активности цезия-137 от крутизны различна для килевых участков и понижений. Для верховья ложбины эта зависимость описывается полиномиальной линией (рис. 5). Снижение активности цезия-137 по мере роста крутизны объясняется смывом загрязненных радионуклидами почвенных слоев в верховье ложбины (в ее наиболее крутой части). Выполаживание поверхности при приближении к устью ложбины сопровождается снижением крутизны и увеличением активности цезия-137 вследствие намыва и аккумуляции загрязненной почвы.

Исследовалось нами и влияние крутизны на распределение активности цезия-137 на профильных участках. На рис. 6 приводится зависимость активности цезия-137 от крутизны поверхности на первом профиле (прогоне). Из рис. 6 видно, что активность растет по мере снижения крутизны. Это объясняется тем, что мы приближаемся к водораздельной поверхности (с малыми уклонами), где, как было показано выше, наблюдается увеличение активности цезия-137 вследствие увеличения пылевых выделений по причине снижения скорости воздушного потока.

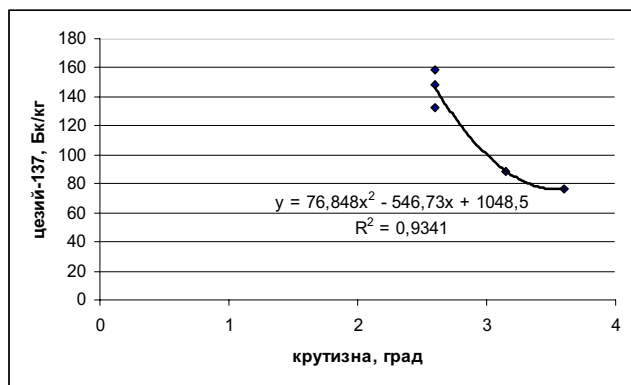


Рис. 5. Зависимость активности цезия-137 от крутизны склона в верховье ложбины в пределах распахиваемой ее части

На подветренной стороне овраго-балочной лесополосы изменение активности цезия-137 происходит «волнообразно» (рис. 7). Здесь отмечается более сложный характер радиоактивных выпадений. На этом участке свою роль, вероятно, сыграл рельеф, а именно: максимум активности цезия-137 отмечается на 300 метре от устья балки. Это может найти объяснение в следующем. Балка, как видно из рис. 2, имеет излучину. На этом

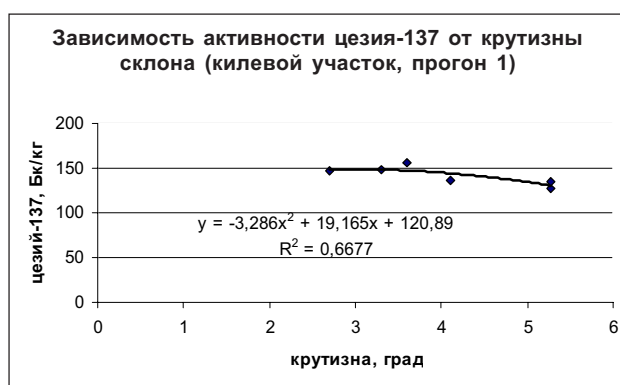


Рис. 6. Зависимость активности цезия-137 от крутизны (в пределах первого профиля (прогона))

повороте, видимо, произошло изменение траектории горизонтального ветрового потока, направленного к устью. На него «наложился» ветровой поток, направленный перпендикулярно балке (ветровой поток, «переваливший» через лесополосу и от днища балки поднимающийся по противоположному склону балки). Такое наложение ветровых потоков, загрязненных радиоактивными частицами, привело к выпадению радионуклидов в месте их сопряжения. По мере дальнейшего продвижения к истоку балки активность цезия-137 вновь снижается.



Рис. 7. Распределение активности цезия-137 вдоль подветренной стороны овраго-балочной лесополосы

При сравнении активности цезия-137 на наветренной стороне лесополосы (рис. 3 прогон 1) и подветренной (рис. 7) становится очевидным, что активность пылевых выпадений существенно выше на подветренной стороне лесополосы (на рис. 7). Эти выводы согласуются с выводами, сделанными Тобратовым, 2003, утверждавшим, что пылевые выпадения снижаются по мере смены следующих лан-

дшафтов: лесные массивы > лесополосы > поля, подветренные склоны (по отношению к потоку выбросов) > поля между лесными массивами и лесополосами > днища балок > поля, плакоры > поля перед лесонасаждениями > поля за лесонасаждениями > вершины ложбин (по результатам наших исследований).

Вывод, который можно сделать, один – необходимы подробные исследования особенностей ра-

диоактивного загрязнения местности. Радиоцезиевый метод в этих исследованиях является весьма эффективным. Это объясняется тем, что цезий-137 вошел в решетку глинистых минералов и перемещается вместе с соответствующим слоем почвы, что позволяет использовать его в качестве маркера при исследовании процессов смыва и аккумуляции в пределах склоновых поверхностей.

Библиографический список

1. Логинов В.Ф. Засухи, их возможные причины и предпосылки предсказания. В кн.: Стихийные природные процессы: географические, экологические и социально-экономические аспекты. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2002. – С. 107–124.
2. Мажайский Ю.А., Тобратов С.А., Дубенок Н.Н., Погожин Ю.П. Агроэкология техногенно загрязненных ландшафтов. – Смоленск: Маджента, 2003. – 384 с.
3. Михина Е.А., Михин Д.В., Михин В.И. Эколого-мелиоративные аспекты полезного лесоразведения в условиях ЦЧР. В кн.: Экологическая безопасность региона: сборник статей III Международной научно-практической конференции естественно-географического факультета. – Брянск: Изд-во «Курсив», 2010. – С. 148–151.
4. Трофимец Л.Н., Петелько А.И., Тарасов А.В. Темпы смыва на пахотных склонах Верхней Оки – возможности радиоцезиевого метода. В кн.: Экологическая безопасность региона: сборник статей III Международной научно-практической конференции естественно-географического факультета. – Брянск: Изд-во «Курсив», 2010. – С. 210–213.
5. Щербаков Ю.А. Склоновые ландшафты / Ю.А. Щербаков. – Калинин: Изд-во Калинин. ун-та. – 88 с.
6. phys.rsu.ru/web/nuclear/radioecologie/fRE5.htm

L.N. TROFIMETZ

FLUCTUATIONS OF CS-137-ACTIVITY IN THE SOILS OF SLOPE EXTERIORS IN THE SUCHAYA ORLITSA RIVER BASIN

Fluctuations of Cs-137-activity subject to both slope declivity and geomorphologic position as well as remoteness from forest belts have been established in the Suchaya Orlitsa River Basin

Key words: Cs-137-activity, remoteness from forest belt, wash-out, accumulation, shallow gully, slope declivity.

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Д.В. ЕЛИСЕЕВ, аспирант кафедры безопасности жизнедеятельности факультета физической культуры и спорта
Орловского государственного университета

Тел. 89192019327; dimon_prodacksh@mail.ru

А.Н. ЗАГОРОДНИХ, кандидат технических наук, доцент
e.mail: nick2112@mail.ru

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТЫ СИСТЕМЫ СКРЕПЕР—ТОЛКАЧ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

При проведении земляных работ в агропромышленном комплексе (строительство территориальных дорог, дамб и др.) используется комплекс «скрепер—толкач». В результате воздействия скрепера и трактора-толкача из-за разности скоростей на 7–8 км операторы как скрепера, так и толкача подвергаются воздействию кратковременных ударных вибраций, отрицательно влияющих на организм. Нами разработано и изготовлено оборудование контроля стыковки и соосности движения для защиты операторов от негативного вибрационного воздействия.

Ключевые слова: скрепер, толкач, буферная рама, информационное табло, блок контроля.

Комплекс «скрепер—толкач» является в аграрно-промышленном комплексе (АПК) сегодня наиболее эффективной и распространенной системой производства земляных работ, например при строительстве территориальных дорог, дамб и пр.

В экономическом отношении работа скрепера более выгодная, чем комбинация погрузочных и транспортирующих машин, например, в комплексе «экскаватор—самосвал».

Анализ реальных режимов работы скреперов показал, что при разработке грунтов, требующих больших тяговых усилий, возникает эффект буксования, что снижает фактическую скорость скрепера и не позволяет полностью заполнить ковш машины. В этих случаях для увеличения производительности скрепера используют дополнительную мощность трактора-толкача. Принцип работы системы скрепер—толкач заключается в том, что при возникновении буксования колес скрепера сзади в него ударяет трактор-толкач и тянет его вперед. Это позволяет значительно увеличить тяговую мощность скрепера и полностью заполнить его ковш. Но при этом операторы как толкача, так и скрепера подвергаются воздействию кратковременных ударных вибраций, так как скорость толкача может превышать скорость скрепера на 7–8 км [1].

Насколько существенны значения виброускорения при стыковке скрепера и трактора-толкача и на сколько они превышают допустимые значения, можно судить по результатам экспериментальных замеров.



Экспериментальные исследования проводились на строительстве ответвления автомобильной дороги «Перемышль–Белев» км 51+300 – км 61+300 в Тульской области при работе самоходного скрепера Д357П с вместимостью ковша 8 м³ на базе одноосного тягача МоАЗ-546П и толкача бульдозера ДЗ-171 на базе трактора Т-170 (рис.1).

Целью экспериментальных исследований являлось проведение измерений:

- общей вибрации на сиденье скрепера в горизонтальной плоскости;

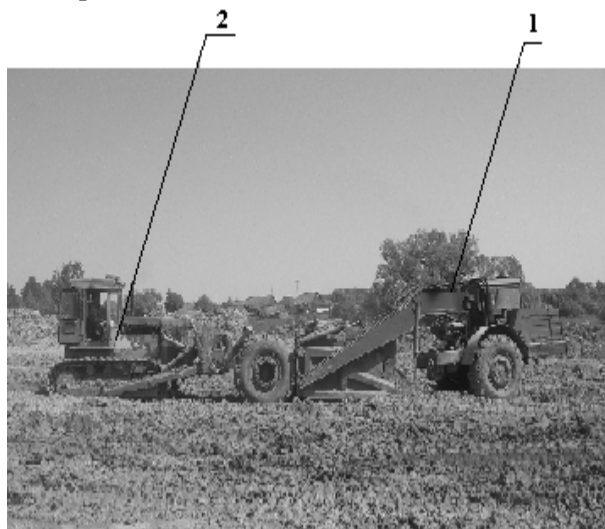


Рис. 1. Экспериментальные исследования при работе самоходного скрепера Д357П (1) и толкача бульдозера ДЗ-171 (2).

- общей вибрации на сиденье скрепера в вертикальной плоскости;
- локальной вибрации на руле скрепера.

Экспериментальные замеры выполнялись прибором Bluel&Kjaer акселерометром типа 4507 001 (рис. 2) по методике, приведенной в ГОСТ 12.1.012-90 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования», и обрабатывались с помощью программного обеспечения Bluel&Kjaer PULSE 9.0 – Inspired Results и программы PULSE LabShop.



Рис. 2. Экспериментальные замеры: 1 – прибор Bluel&Kjaer акселерометр типа 4507 001.

На рис. 3, 4, 5 показаны закреплённые датчики, с помощью которых фиксировались вышеуказанные вибрации.



Рис. 3. Датчик 1, фиксирующий общую вибрацию на сиденье скрепера в горизонтальной плоскости.

Рис. 4. Датчик 2, фиксирующий общую вибрацию на сиденье скрепера в вертикальной плоскости.

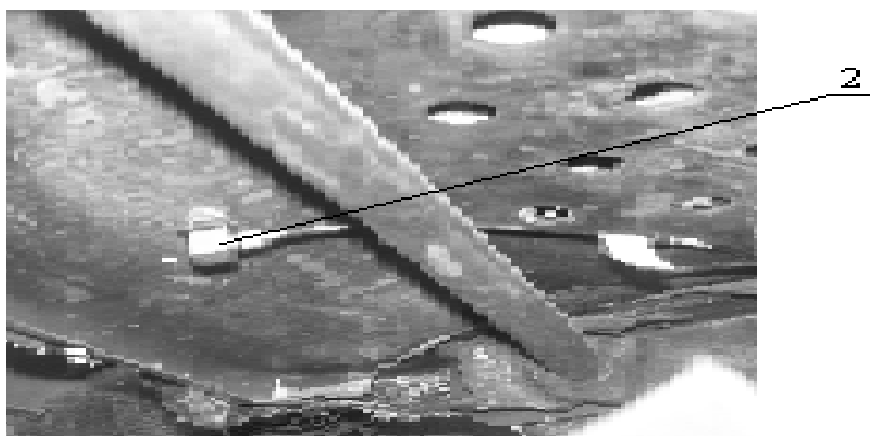


Рис. 4. Датчик 2, фиксирующий общую вибрацию на сиденье скрепера в вертикальной плоскости.

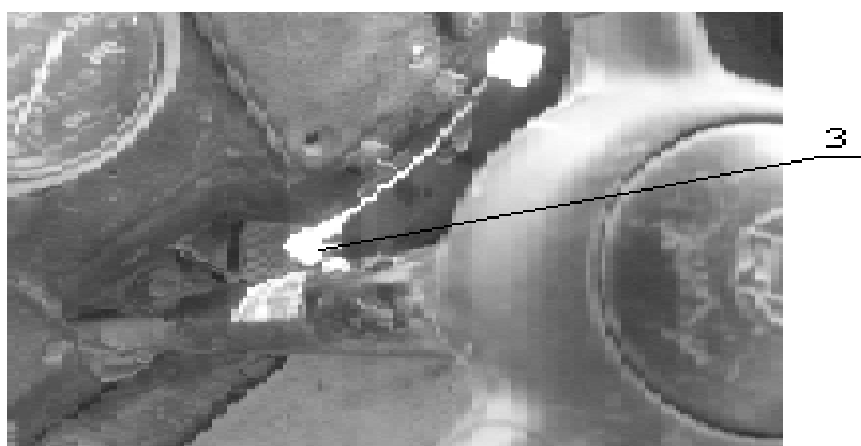


Рис. 5. Датчик 3, фиксирующий локальную вибрацию на руле скрепера.

На производственных объектах были взяты пробы грунта и испытаны в соответствии с требованиями ГОСТ 25100–95 «Грунты. Классификация», ГОСТ 5180–84 «Грунты. Методы лабораторного определения физических характерис-

тик», ГОСТ 12536–79 «Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава». Зерновой состав испытанного грунта представлен в табл. 1.

Таблица 1 – Гранулометрический состав грунта

Строительный объект	Содержание фракций, %, размером, мм							
	2,0–1,0	1,0–0,5	0,5–0,25	0,25–0,1	0,1–0,05	0,05–0,01	0,01–0,005	Менее 0,005
«Перемышль–Белев»	0	0	0,33	1,20	9,65	70,34	8,40	10,08

Испытания показали, что грунт – суглинок легкий пылеватый плотный однородный (число пластичности равно 12, содержание песчаных частиц менее 45%) – лессовый

грунт (содержание пылеватых частиц более 50%).

Показатели физико-механических свойств испытанного грунта представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Физико-механические свойства грунта

Строительный объект	Влажность, %, на границе		Число пластичности, J_p	Плотность частиц грунта, g/cm^3	Категория грунта по трудности разработки
	текучести, W_T	раскатывания, W_p			
«Перемышль–Белев»	28,99	17,5	12	2,64	III

Экспериментальные исследования проводились в два этапа: на первом этапе осуществлен натурный эксперимент без использования оборудования контроля стыковки и соосности движения, на втором этапе – натурный эксперимент с использованием оборудования контроля стыковки и соосности движения.

При проведении экспериментальных исследований первого этапа замеры вибраций на сиденье

и руле производились при различных значениях разности скоростей скрепера и толкача в момент стыковки, которые принимались равными 3 км/ч, 6 км/ч, 9 км/ч.

Анализ значений виброускорения по общей вибрации на сиденье скрепера в горизонтальной плоскости показал ее превышение в момент стыковки от 2 до 10 раз (рис. 6).

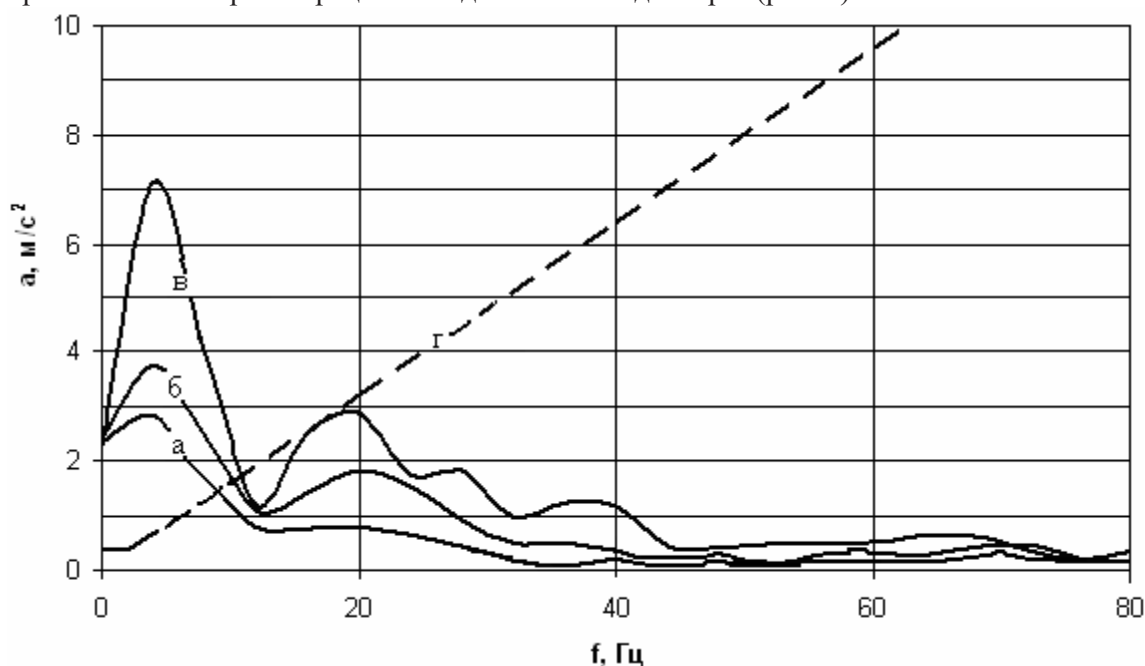


Рис. 6. Значения виброускорения (общая вибрация) на сиденье скрепера в горизонтальной плоскости: а – разность скоростей скрепера и трактора-толкача в момент стыковки 3 км/ч; б – разность скоростей скрепера и трактора-толкача в момент стыковки 6 км/ч; в – разность скоростей скрепера и трактора-толкача в момент стыковки 9 км/ч; г – нормативное значение.

Максимальные значения виброускорения приходятся также на частоту 4 Гц при различных режимах стыковки.

Значения виброускорения по общей вибрации на сиденье скрепера в вертикальной плоскости (рис. 7) превышают допустимые нормы до частоты 40 Гц от 1,5 до 7 раз, причем максимальные значения приходятся на частоты от 20 до 24 Гц.

Результаты измерения значений локальной вибрации на руле скрепера (рис. 8) показали значительное превышение (от 1,5 до 6 раз) нормативного значения в момент стыковки, причем превышение норм наблюдается на низких частотах до 20 Гц, где максимальные значения виброускорения приходятся на частоту 4 Гц при различных режимах стыковки.

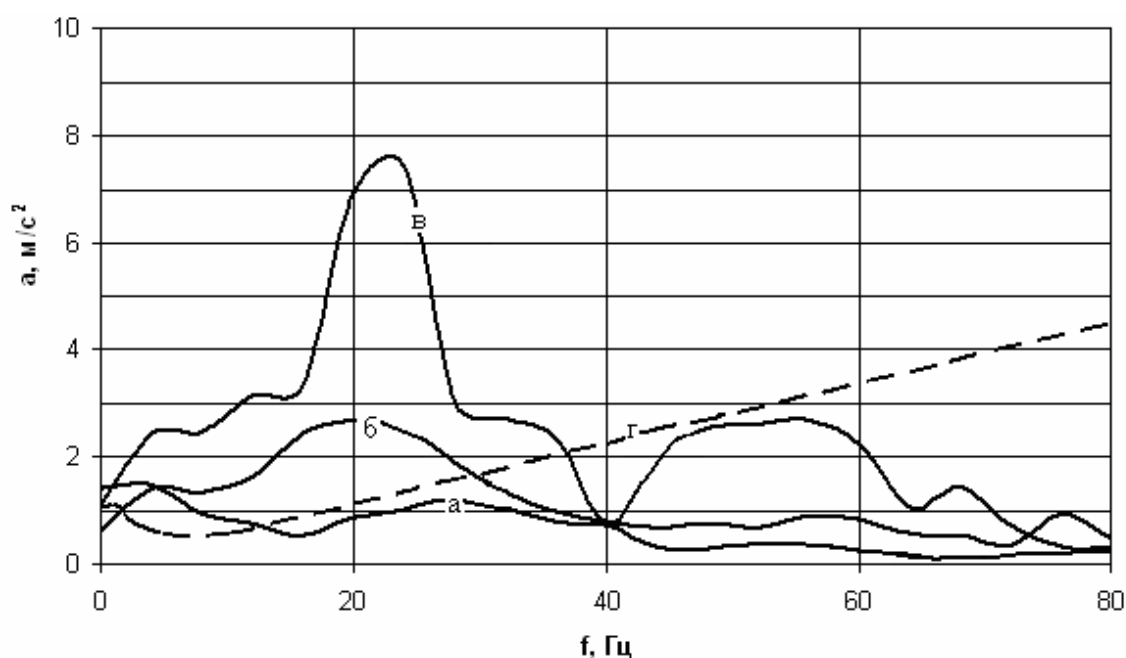


Рис. 7. Значения виброускорения (общая вибрация) на сиденье скрепера в вертикальной плоскости: а – разность скоростей скрепера и трактора-толкача в момент стыковки 3 км/ч; б – разность скоростей скрепера и трактора-толкача в момент стыковки 6 км/ч; в – разность скоростей скрепера и трактора-толкача в момент стыковки 9 км/ч; г – нормативное значение.

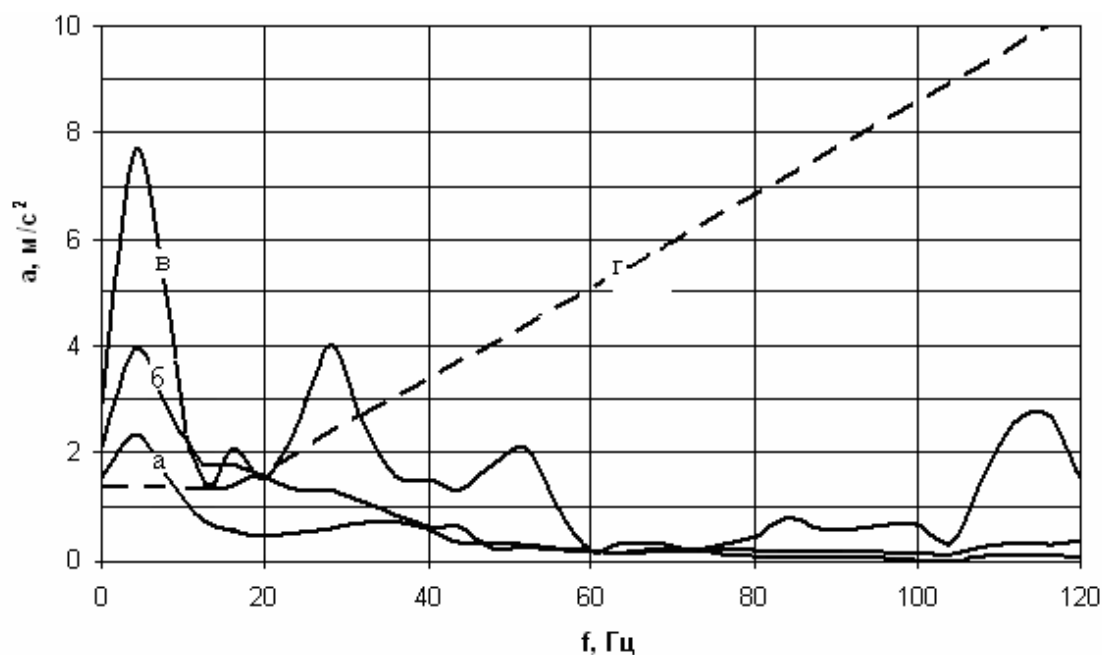


Рис. 8. Значения виброускорения (локальная вибрация) на руле скрепера: а – разность скоростей скрепера и трактора-толкача в момент стыковки 3 км/ч; б – разность скоростей скрепера и трактора-толкача в момент стыковки 6 км/ч; в – разность скоростей скрепера и трактора-толкача в момент стыковки 9 км/ч; г – нормативное значение.

Из анализа экспериментальных данных видно, что значения как общей, так и локальной вибрации в момент удара значительно превышают требования ГОСТ 12.1.012–90 «ССБТ. Вибрационная

безопасность. Общие требования». Причем, как видно из рисунков, повышенные значения виброускорения наблюдаются на низких частотах (до 40 Гц), к которым наиболее чувствительны все

органы человека. Психологически для операторов как скрепера, так и толкача один такой удар может соответствовать дорожно-транспортному происшествию.

Экспериментальные исследования первого этапа показали, что время забора грунта скрепером в среднем составляет 33,7 с при толщине стружки 154 мм и пути набора грунта 15,1 м. Если прибавить к этому времени время, необходимое на транспортирование и укладку грунта (10–20 минут при расстоянии транспортирования 700 м), то

мы получим, что приблизительно частота таких ударов составляет 3–6 ударов в час. Естественно, возникает необходимость защитить операторов как скрепера, так и толкача от этого негативного вибрационного воздействия.

Для проведения экспериментальных исследований второго этапа было разработано и изготовлено оборудование контроля стыковки и соосности движения.

Скрепер оборудуется блоком датчиков соприкосновения (рис. 9), установленным на буферной раме.

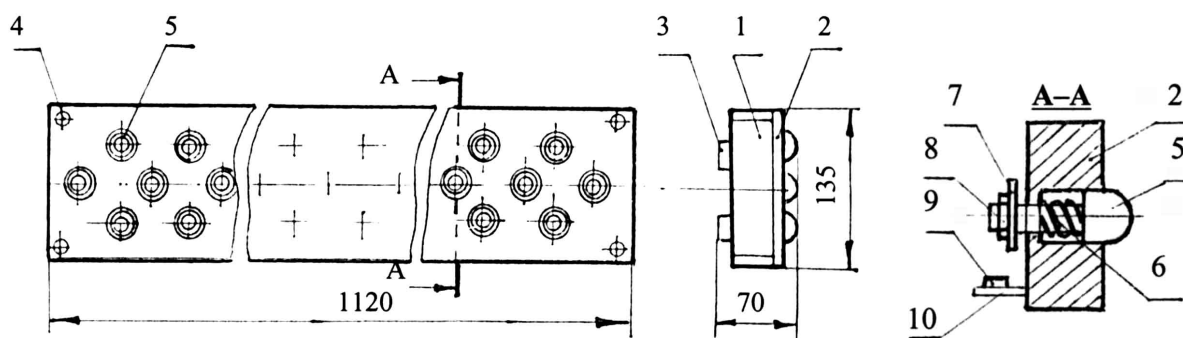


Рис. 9. Блок датчиков соприкосновения: 1 – корпус; 2 – панель с датчиками; 3 – разъемы (2 шт.); 4 – крепежный винт; 5 – датчик соприкосновения; 6 – пружина; 7 – магнитная шайба; 8 – гайка; 9 – кронштейн; 10 – магнитоуправляемый контакт.

Он состоит из корпуса 1, панели 2 с датчиками соприкосновения 5 и разъемов 3 для соединения электрических цепей. Воздействие толкача на датчик соприкосновения приводит к перемещению его подпружиненного стержня, на котором с помощью гайки 8 зафиксирована магнитная шайба 7. Перемещение магнитной шайбы до магнитоуправляемого контакта 10, установленного на кронштейне 10, приводит к замыканию цепи и поступлению электрического сигнала о контакте толкача и скрепера на информационное табло.

Информационное табло (рис. 10) установлено на задней стенке ковша скрепера, оно состоит из корпуса 1, индикаторной панели 2 и двух электрических разъемов. На индикаторной панели располагаются цифровой индикатор скорости 8, сигнальные лампы 4, которые включаются датчиками соприкосновения, и звуковой излучатель 7. Информация на цифровой индикатор скорости поступает от индикатора скрепера, сигнальные лампы, расположенные на левой и правой частях информацион-

ного табло, включаются по мере срабатывания датчиков соприкосновения под воздействием толкача.

Вся указанная информация продублирована на блоке контроля параметров скрепера (рис. 11), установленном в кабине оператора скрепера. Блок контроля состоит из корпуса 1, панели индикации 2, электронного блока и электрических разъемов 9.

Блок контроля состоит из корпуса 1, панели индикации 2, электронного блока и электрических разъемов 9. На панели индикации расположены цифровой индикатор скорости 4, светодиоды 6 для информации о срабатывании датчиков соприкосновения, звуковой излучатель 7 соосности воздействия толкача на скрепер и сенсоры управления 8.

Бульдозеры на базе гусеничных тракторов не имеют приборов контроля скорости, поэтому толкач был оборудован измерителем скорости (рис. 12). Датчик (генератор электрического тока) устанавливался на раме гусеничного ходового оборудования, его привод осуществлялся через фрикционную передачу от обода колеса гусеничной тележки. Электрический сигнал поступает к из-

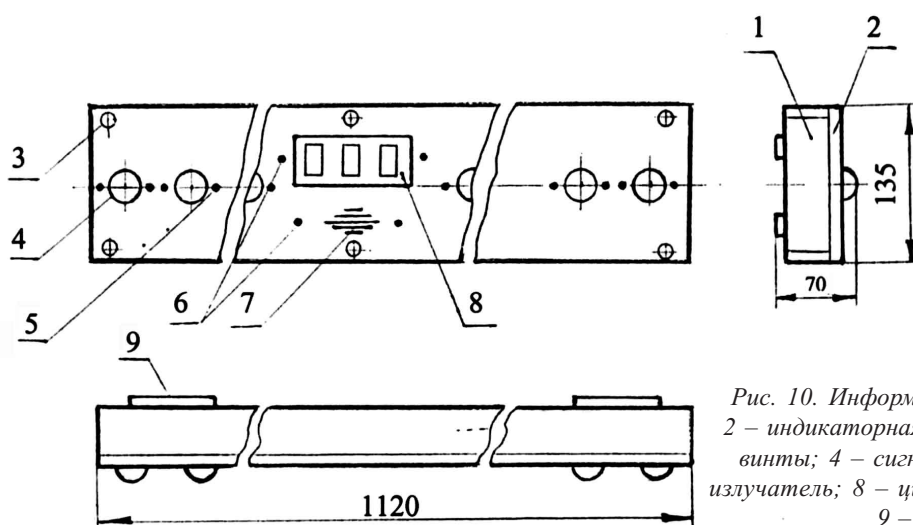


Рис. 10. Информационное табло: 1 – корпус; 2 – индикаторная панель; 3, 5, 6 – крепежные винты; 4 – сигнальные лампы; 7 – звуковой излучатель; 8 – цифровой индикатор скорости; 9 – разъем (2 шт.).

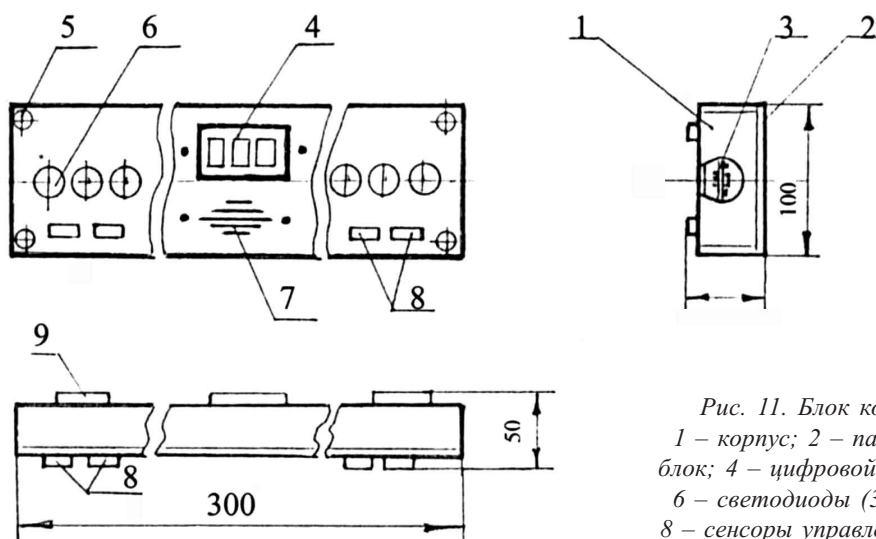


Рис. 11. Блок контроля параметров скрепера: 1 – корпус; 2 – панель индикации; 3 – электронный блок; 4 – цифровой индикатор; 5 – крепежный винт; 6 – светодиоды (30 шт.); 7 – звуковой излучатель; 8 – сенсоры управления (4 шт.); 9 – разъемы (3 шт.).

мерителю скорости, установленному в кабине машиниста толкача. Измеритель состоит из корпуса 1, панели индикации 2 с цифровым индикатором 5,

электронного блока 3. Разъем 4 служит для подключения датчика, установленного на ходовой тележке.

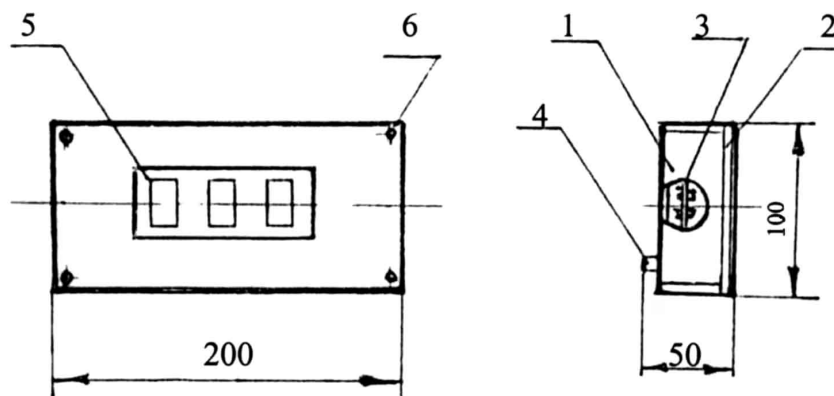


Рис. 12. Измеритель скорости толкача: 1 – корпус; 2 – панель индикации; 3 – электронный блок; 4 – разъем; 5 – цифровой индикатор; 6 – крепежные винты.

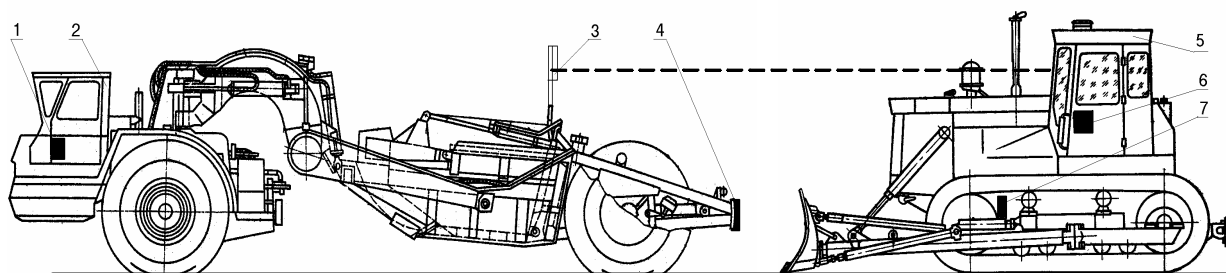


Рис. 13. Структура размещения разработанного оборудования в системе «скрепер–толкач»:
1 – устройство управления, автоматически формируемое значение скорости скрепера; 2 – скрепер;
3 – панель управления (визуальной индикации скорости) на задней стенке ковша; 4 – буфер скрепера с датчиками; 5 – толкач; 6 – указатель скорости толкача; 7 – датчик скорости движения толкача.

На рис. 13 показана структура размещения вышеописанного оборудования в системе «скрепер–толкач».

Работает оно следующим образом: на панели управления 3 отображается значение скорости скрепера, автоматически формируемое устройством управления 1. Оператор толкача, наблюдая за скоростью скрепера, управляет движением толкача, приближаясь к скреперу. При первом мягком соприкосновении с буфером 4 скрепера последний формирует визуальную переменную информацию от состояния датчиков, расположенных на

буфере, и отображает эту информацию на панели 3. Содержание этой информации включает указание о расположении толкача относительно скрепера в направлении, перпендикулярном движению скрепера. Оператор толкача ориентируется по этой информации и управляет толкачом до полного соприкосновения.

На рис. 14 показан самоходный скрепер Д-357П вместимостью ковша 8 м³, оснащённый блоком датчиков соприкосновения 1 и информационным табло 2 (а), толкач (бульдозер ДЗ-171), оснащённый датчиком скорости 3 (б).

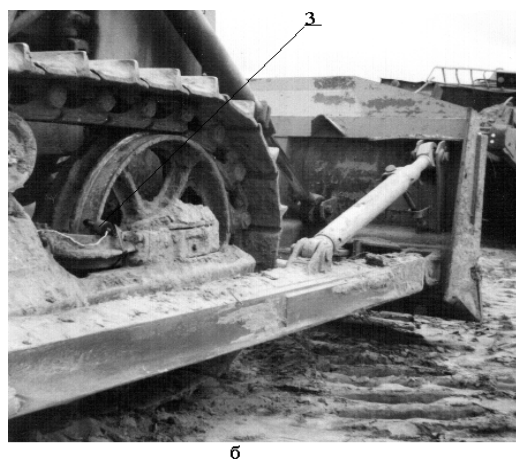
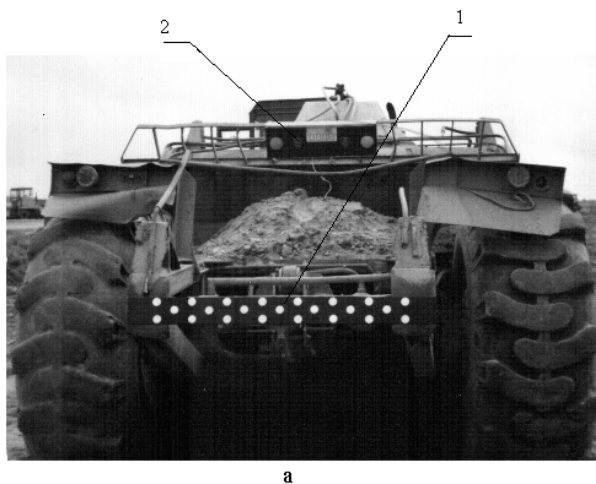


Рис. 14. Самоходный скрепер Д-357П вместимостью ковша 8 м³, оснащённый блоком датчиков соприкосновения 1 и информационным табло 2 (а), толкач (бульдозер ДЗ-171) с датчиком скорости 3 (б).

Проведённые измерения виброускорений: а) по общей вибрации на сиденье скрепера в горизонтальной и вертикальной плоскостях (рис. 15 и рис. 16) и б) по локальной вибрации на руле скрепера (рис. 17) с использованием оборудования контроля стыковки и соосности движения выявили, что их показатели не превышают нормативных значе-

ний в процессе стыковки толкача со скрепером.

Таким образом, экспериментальные исследования второго этапа показали, что разработанное нами оборудование контроля стыковки и соосности движения системы «скрепер–толкач» защищает операторов как скрепера, так и толкача от негативного вибрационного воздействия.

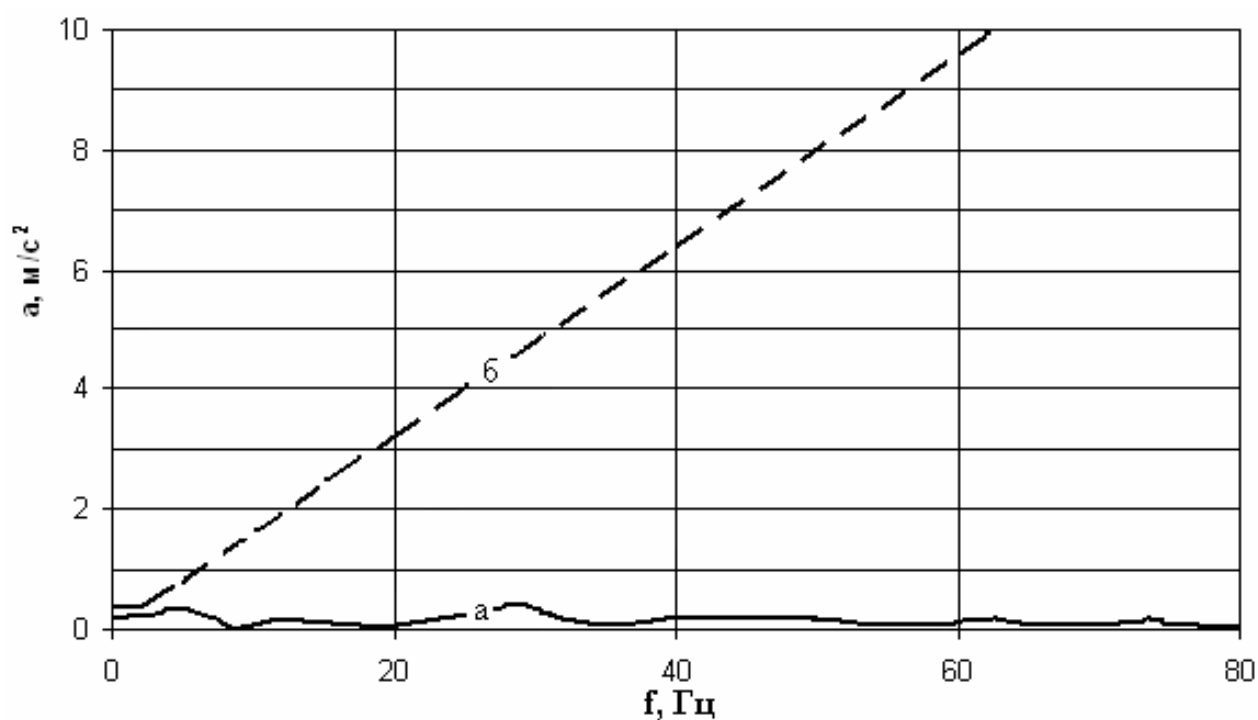


Рис. 15. Значения виброускорения (общая вибрация) на сиденье скрепера в горизонтальной плоскости:
 а – режим забора грунта с использованием оборудования контроля стыковки и соосности движения;
 б – нормативное значение.

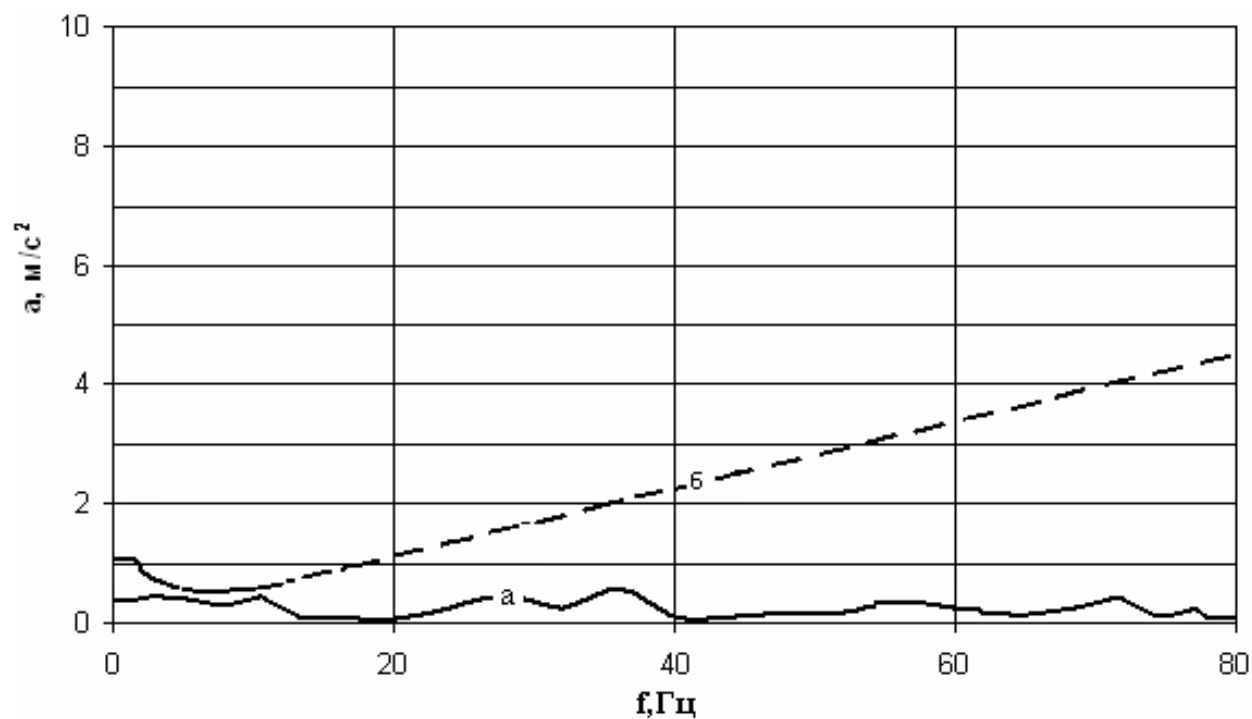


Рис. 16. Значения виброускорения (общая вибрация) на сиденье скрепера в вертикальной плоскости:
 а – режим забора грунта с использованием оборудования контроля стыковки и соосности движения;
 б – нормативное значение.

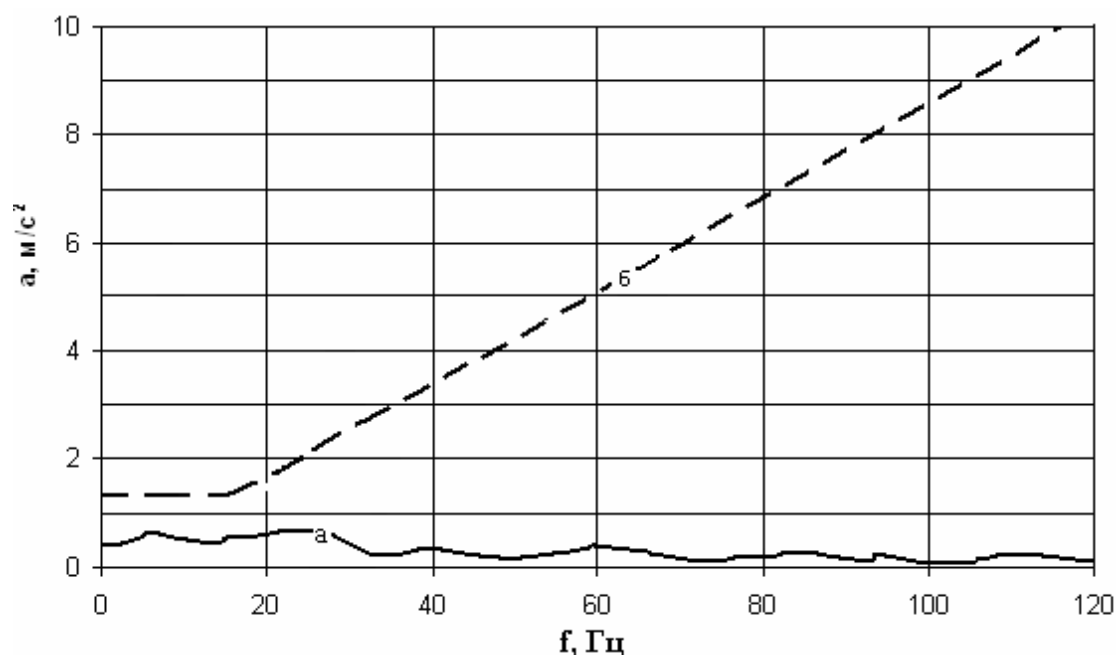


Рис. 17. Значения виброускорения (локальная вибрация) на руле скрепера: а – режим забора грунта с использованием оборудования контроля стыковки и соосности движения; б – нормативное значение.

Библиографический список

Загородних А.Н., Севрюгина Н.С., Загородних Н.А. Теоретические основы повышения безопасности и эффективности работы самоходной техники. – Орёл: ОрёлГТУ, 2005. – 301 с.

D. ELISEEV, A. ZAGORODNICH

EXPERIMENTAL RESEARCHES OF WORK OF SYSTEM THE SCRAPER-PUSHER UNDER PRODUCTION CONDITIONS

At carrying out of excavations in agriculture (building of territorial roads, dams, etc.) is used a complex «scraper-pusher». As a result of scraper and tractor-pusher influence, because of a difference of speeds on 7–8 km, operators as scraper, and pusher are exposed to influence of the short-term shock vibrations negatively influencing an organism. We develop and make the equipment of the control of joining and axis movements for protection of operators against negative vibrating influence.

Key words: *scraper, pusher, rama of the bufer, information tablo, blok of the control.*

А.Л. КУЗНЕЦОВ, кандидат технических наук,
зав. лабораторией безопасности труда
в агропромышленном производстве ВНИИ соцразвития села
Орловского государственного аграрного университета
Тел. (4862) 36-49-65, факс (4862) 36-49-67

А.В. ПАВЛИКОВА, кандидат технических наук,
ведущий научный сотрудник лаборатории
безопасности труда в агропромышленном производстве
ВНИИ соцразвития села
Орловского государственного аграрного университета

Л.А. КУЗНЕЦОВА, кандидат педагогических наук,
доцент кафедры ДПИ Орловского государственного университета

ОХРАНА ТРУДА В СТУДЕНЧЕСКИХ ОТРЯДАХ

Актуализируется проблема травматизма в студенческих отрядах при выполнении сельскохозяйственных работ во время прохождения производственной практики и летних каникул. Анализируются причины травматизма, и предлагаются мероприятия по его снижению. Обосновывается значимость Памятки по охране труда для студенческих отрядов при выполнении сельскохозяйственных работ как рекомендательного документа в трудовоохранной сфере.

Ключевые слова: *травматизм, охрана труда, студенческие отряды, сельское хозяйство, Памятка.*

В постсоветское время идея привлечения учащихся в студенческие отряды постепенно утратила свою актуальность, но сейчас вновь стала активно возрождаться. Это объясняется тем, что деятельность таких отрядов позволяет решать большое количество практических задач, стоящих в данный момент перед страной: профилактика негативных явлений в молодежной среде, трудовое и нравственное воспитание, решение кадровых вопросов и вопросов финансовой обеспеченности студенчества, организация временной или постоянной занятости молодежи, ускорение процесса социализации молодых людей, развитие их профессиональных навыков и чувства сопричастности к коллективу. Работа в студенческих отрядах дает возможность учащимся постепенно в естественных формах адаптироваться к современным условиям производственных отношений, развить инициативность, самостоятельность и другие организационные и деловые качества, получить представление о духовно-нравственном идеале производственной среды.

Создание здоровых и безопасных условий труда и быта для членов студенческих отрядов – учащихся общеобразовательных школ и студентов высших и средних учебных заведений – обеспечивается организациями, учебными заведениями и руководителями студенческих отрядов в соответствии с действующим законодательством. Правовая регламентация труда членов студенческого отряда основывается на договоре, заключенном между студенческим отрядом и принимающей организацией. В договоре необходимо предусмотреть конкретные обязательства принимающей орга-

низации по созданию здоровых и безопасных условий труда и быта, вопросы доставки, размещения и питания учащихся и студентов.

Значительная часть студенческих отрядов во время прохождения производственной практики и летних каникул занята на работах в организациях агропромышленного производства, для которого характерны многочисленные специфические особенности. Так, например, в растениеводстве и животноводстве сезонные производственные процессы предусматривают вынужденную рассредоточенность рабочих мест, в результате чего студентам приходится работать под открытым небом в жару, холод и непогоду. Кроме того, возникает также необходимость их ежедневной доставки к местам работы и обратно, порой на значительные расстояния по грунтовым дорогам на не приспособленной для этих целей технике. Удаленность рабочих мест снижает возможности специалистов по охране труда вести за студентами контроль при выполнении сельскохозяйственных работ.

По критерию травматизма со смертельным исходом сельскохозяйственное производство относится к одному из самых травмоопасных видов экономической деятельности в Российской Федерации, что распространяется и на работы, выполняемые студенческими отрядами. Так, за период с 1988 по 2005 год было зарегистрировано 230 случаев гибели студентов и подростков, то есть в среднем за календарный год в сельскохозяйственном производстве погибало более 12 человек из числа студентов и школьников [1].

Таким образом, травматизм студентов высших и средних учебных заведений, в том числе подростков, требует пристального внимания и глубокого изучения. Члены студенческих отрядов обязаны неукоснительно соблюдать требования действующих инструкций по охране труда, а также санитарных норм и правил; пользоваться специальной одеждой, специальной обувью, защитными приспособлениями и другими средствами индивидуальной защиты, выделяемыми организациями в соответствии с действующими нормами.

ВНИИ соцразвития села ФГОУ ВПО ОрелГАУ в рамках своей сферы деятельности значительное внимание уделяет проблемам охраны труда и раз-

рабатывает меры по снижению травматизма работающих. Большое значение для безопасности и эффективности выполнения производственных операций имеет вовлеченность субъекта в трудовой процесс и его информированность о безопасных приемах работ. Вовлеченность студентов и школьников в трудовой процесс может обеспечиваться за счет тренингов, подготавливающих их к выполнению работ, направленных на повышение концентрации внимания. В последнее время в сфере физической культуры признаются эффективными тренинги, основанные на приемах боевой подготовки в системах восточных единоборств. Развитие систем тренингов должно привести к изменениям подготовки членов студенческих отрядов к трудовому процессу, а также способствовать более глубокому их погружению в информационные потоки, связанные с раскрытием безопасных приемов выполнения порученной работы. В настоящее время сотрудниками лаборатории безопасности труда в агропромышленном производстве ВНИИ соцразвития села предлагается ряд информационных носителей, целью которых является предотвращение несчастных случаев и профессиональных заболеваний работающих. Так, разработана Памятка по охране труда для студенческих отрядов при выполнении сельскохозяйственных работ, которая предназначена для работодателей, службы охраны труда организаций, учреждений, организаций всех форм собственности независимо от сферы хозяйственной деятельности и ведомственной подчиненности. Содержательное наполнение Памятки учитывает, что для работы в студенческих отрядах постоянно привлекаются студенты и учащиеся средних учебных заведений без опыта работы, и требующееся в этой связи особое внимание обучению по охране труда. В Памятке приводятся ситуации возникновения несчастных случаев и способы их устранения, разработаны требования охраны труда, которые необходимо соблюдать студентам и школьникам при выполнении сельскохозяйственных работ.

Строгое соблюдение технологической и трудовой дисциплины в соответствии с Памяткой является гарантом безопасного труда членов студенческих отрядов.

Библиографический список

Банк данных «Производственный травматизм в АПК Российской Федерации». Каталог, Информагротех. – Москва, 1999 (дополненная версия 2005 г.).

A.L. KUZNETSOV, A.V. PAVLIKOVA, L. A. KUZNETSOVA

LABOUR SAFETY IN STUDENT LABOUR SAFETY IN STUDENTS GROUPS

The urgency of traumatism problem in student s groups during agricultural industrial practice and summer vacations in underlined. The reasons for traumatism are analysed and ways for its decreasing are offered. The significance of the Instruction on the industrial safety measures, as a document of recommendation in the labour safety sphere, for student s groups at the time of realizing certain agricultural operations is substantiated.

Key words: a traumatism, labour safety, students groups, agriculture, the Instruction.



Ф.С. АВДЕЕВ, ректор Орловского государственного университета
Е.Н. АЛЕКСЕЕВА, проректор по заочному обучению
и международным связям
Н.А. ИЛЬИНА, проректор по учебной работе
Е.Н. ПУЗАНКОВА, проректор по научной работе
Т.В. СУЩЕНКО, проректор по дополнительному образованию
и воспитательной работе

ПРОГРАММА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОРЛОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА И ЦЕНТРА ДЛЯ ОДАРЕННЫХ ДЕТЕЙ И МОЛОДЕЖИ В РАМКАХ АССОЦИАЦИИ «ОРЛОВСКИЙ УНИВЕРСИТЕТСКИЙ КОМПЛЕКС»

Обращение к проблеме целенаправленной работы с одаренными детьми и талантливой молодежью обусловлено современными тенденциями в социально-экономическом развитии на уровне государства и регионов России. Они характеризуются интеграционными процессами, требующими формирования людей, способных нестандартно решать возникающие проблемы, вносить новое содержание во все сферы жизнедеятельности. Поэтому важнейшей задачей современного образования в России является сохранение и развитие творческого потенциала человека.

Целью работы с одаренными детьми и молодежью в регионе является создание комплекса условий и средств, направленных на совершенствование системы выявления, поддержки и развития творческих способностей учащихся.

Орловский государственный университет имеет многолетний опыт работы с одаренными детьми и талантливой молодежью. С 1997 года на базе Института усовершенствования учителей функционирует областная школа работы с одаренными детьми «Интеллект». Постоянный контингент преподавателей, работающих в этой школе, сформирован из наиболее опытных учителей школ города и преподавателей именно Орловского государственного университета, владеющих уникальными методиками и технологиями работы с одаренными детьми. Преподаватели университета ежегодно приглашаются на работу в экспертные советы Единого государственного экзамена, в жюри и методические комиссии региональных и заключительных этапов Всероссийских олимпиад по всем без исключения общеобразовательным предметам, возглавляют комиссии по проверке ЕГЭ. Университет имеет положительный опыт организации студенческих и школьных олимпиад, творческих конкурсов, соревнований различных профилей и уровней. Так, в 2010 году на базе университета прошли заключительные этапы Всероссийской олимпиады школьников по русскому языку и литературе. Кроме того, на базе университета работают специализированные профильные объединения для старшеклассников «Школа юного биолога» (факультет естественных наук), «Школа юного физика» (физико-математический факультет) и др. Ежегодно учащиеся этих школ побеждают на олимпиадах, подтверждают высокий уровень знаний максимальными баллами по Единому государственному экзамену. Университет издает учебные и учебно-методические пособия для учащихся и педагогов по всем общеобразовательным дисциплинам (математике, физике, русскому языку, литературе, истории, обществознанию, биологии, химии, географии, иностранным языкам (английскому, немецкому, французскому), информатике) для углубленной предметной подготовки и к сдаче Единого государственного экзамена, для участия в олимпиадах.

В поддержку программы создания специализированного регионального Центра для одаренных детей и талантливой молодежи и его интеграции с академической наукой Орловский государственный университет предлагает комплексную систему взаимодействия создающегося Центра с ведущим в регионе классическим университетом в рамках деятельности университетского комплекса.

Отметим **основные идеи** предлагаемой системы взаимодействия:

- создание образовательной среды, способствующей полноценному развитию личности каждого учащегося (одаренного и с признаками одаренности), его самоопределению и самореализации, формированию его индивидуального дарования, достижению успеха в жизни, а также созданию условий для одаренных детей, имеющих особо выдающиеся достижения в разных предметных областях и сферах жизнедеятельности;

- рассмотрение личностного развития как основополагающей цели обучения и воспитания одаренных детей и талантливой молодежи, отбор целей, содержания и форм работы на основе принципов индивидуализации и дифференциации, позволяющих полно учитывать индивидуальные и типологические особенности учащихся;

- обеспечение непрерывности развития одаренного ребенка или подростка как по вертикали (соответствие и взаимосвязь содержания образования и методов работы специфическим особенностям одаренных учащихся на разных возрастных этапах развития), так и по горизонтали (интеграция школьного и университетского образования, обеспечивающая повышенный уровень и широту образовательной подготовки на определенном этапе развития ребенка);

- определение важнейшим компонентом образовательной среды информационное пространство, нахождение в котором позволит ребенку осуществить выбор вида деятельности, ее содержания, способа своего участия в ней;

- рассмотрение комплекса условий и средств развития одаренного ребенка как многоуровневой системы, включающей в себя различные уровни и субъекты образовательной деятельности (школа, университет, дети, родители, педагоги);

- обеспечение взаимодействия субъектов системы, предполагающего координацию их деятельности и ведущего к интеграции их усилий и дости-

жению целостности системы работы с одаренными детьми и молодежью в регионе;

- поддержка традиционно эффективной деятельности и разработка новых форм работы, позволяющих создать новый опыт работы с одаренными детьми и талантливой молодежью.

Реализация данных идей взаимодействия может быть организована по следующим основным **направлениям**:

- обеспечение качественного фундаментального базового образования и углубленное изучение отдельных учебных дисциплин, развитие творческих способностей одаренных детей и талантливой молодежи;

- психолого-педагогическое и социально-педагогическое сопровождение каждого учащегося Центра для одаренных детей и молодежи с учетом его индивидуальной личностной и образовательной траектории;

- совершенствование системы выявления одаренных детей и талантливой молодежи в регионе;

- научное сопровождение работы с одаренными детьми и талантливой молодежью в региональной системе образования;

- включение одаренных детей и талантливой молодежи в научно-исследовательскую работу;

- организация физического воспитания и занятий спортом, медицинского и профилактического сопровождения учащихся Центра для одаренных детей и молодежи;

- поддержка и организация участия одаренных детей и талантливой молодежи в международных проектах;

- информационное, техническое и научно-лабораторное обеспечение процесса развития одаренных детей и молодежи;

- воспитательная работа и эстетическое образование, организация досуга и летнего отдыха учащихся Центра для одаренных детей и молодежи;

- подготовка педагогических кадров к работе с одаренными детьми и внедрение нового опыта в систему обучения и повышения квалификации педагогов.

В соответствии с выделенными направлениями в рамках предлагаемой программы взаимодействия Орловского государственного университета с Центром для одаренных детей и талантливой молодежи выделяются основные задачи, содержание работы, ожидаемые результаты, а также организационно-методическое и кадровое обеспечение реализации программы.

	Направления взаимодействия ГОУ ВПО «Орловский государственный университет» и Центра для одаренных детей и молодежи	Задачи	Результаты работы	Организационно-методическое и кадровое обеспечение взаимодействия
1.	Обеспечение качественного фундаментального базового образования; углубленное изучение профильных учебных дисциплин и развитие творческих способностей одаренных детей и молодежи	– обеспечение качественной фундаментальной подготовки по базовым дисциплинам учебного плана через синтез науки и современных образовательных технологий – создание условий для углубленного изучения отдельных предметов и развития творческих способностей учащихся с учетом их индивидуальных способностей и личностных особенностей	– формирование индивидуальных учебных планов и образовательных траекторий учащихся с учетом их способностей, склонностей к определенным видам познавательной деятельности и потенциальных интеллектуальных возможностей – разработка содержания гибких учебных программ с индивидуальной составляющей (на основе принципов ускорения, углубления, обогащения и проблематизации) – создание учебно-дидактических и научно-методических комплексов по базовым и профильным учебным дисциплинам, предусматривающих исследовательскую составляющую, с использованием методического и кадрового потенциала, а также технического и лабораторного оснащения университета – реализация передовых образовательных технологий в обучении одаренных детей и молодежи через привлечение к работе опытных преподавателей вуза, методистов-предметников – создание условий для развития творческих способностей учащихся (в том числе за счет часов вариативной части учебного плана) в условиях дифференцированного и индивидуализированного обучения с привлечением опытных преподавателей университета	Кадровое обеспечение: – в области <i>педагогики и методики</i> (в том числе в обучении и преподавании всех общеобразовательных предметов) 17 докторов педагогических наук, 149 кандидатов педагогических наук – в области <i>филологии (русского языка и литературы, иностранных языков)</i> 17 докторов филологических наук, 85 кандидатов филологических наук – в области <i>биологии</i> 16 докторов биологических наук, 36 кандидатов биологических наук – в области <i>истории</i> 6 докторов исторических наук, 22 кандидата исторических наук – в области <i>физики и математики</i> 4 доктора физико-математических наук, 15 кандидатов физико-математических наук – в области <i>химии</i> 3 доктора химических наук, 12 кандидатов химических наук – в области <i>философии</i> 5 докторов философских наук, 20 кандидатов философских наук – в области <i>географии и геологии</i> 10 кандидатов географических и геолого-минералогических наук – в области <i>экономики</i> 9 докторов экономических наук, 44 кандидата экономических наук – в области <i>психологии</i> 7 докторов психологических наук, 28 кандидатов психологических наук – в области <i>медицины</i> 37 докторов медицинских, фармацевтических, ветеринарных наук, 78 кандидатов медицинских и фармацевтических наук – в области <i>юриспруденции</i> 2 доктора юридических наук, 28 кандидатов юридических наук – в области <i>политологии и социологии</i> 1 доктор политических наук, 6 кандидатов политических и социологических наук – в области <i>технических наук</i> 4 доктора и 9 кандидатов наук – в области <i>сельского хозяйства</i> 4 доктора и 15 кандидатов наук – в области художественного искусства и живописи 3 кандидата искусствоведческих наук 4 заслуженных и народных художника РФ

	Направления взаимодействия ГОУ ВПО «Орловский государственный университет» и Центра для одаренных детей и молодежи	Задачи	Результаты работы	Организационно-методическое и кадровое обеспечение взаимодействия
				Преподаватели университета – члены Учебно-методических объединений по классическому и педагогическому образованию, Научно-методических советов и комиссий Министерства образования и науки РФ 60 специальных учебных лабораторий для реализации индивидуализированного обучения, развития способностей одаренных детей: физико-математический факультет – 12 лабораторий, факультет естественных наук – 21 лаборатория, художественно-графический факультет – 10 лабораторий и т. д. Современный, постоянно пополняющийся учебно-методический фонд по всем учебным дисциплинам
2.	Научное сопровождение работы с одаренными детьми и талантливой молодежью в региональной системе образования	– обобщение отечественного и зарубежного научного опыта в исследовании проблем выявления и поддержки одаренности – организация региональных исследований проблем научно обоснованного комплексного сопровождения развития и обучения одаренных детей и молодежи в системе образования	– разработка новых образовательных концепций и технологий работы с одаренными детьми и талантливой молодежью (грантовая деятельность, конференции (межрегиональные, международные), семинары по проблемам социально-педагогического сопровождения одаренных детей и молодежи – создание экспериментальных площадок по отработке новых технологий социально-педагогического сопровождения одаренных детей – разработка программ адаптации одаренных детей	10 НИИ (в том числе НИИ психологии и педагогики (9 лабораторий), НИИ естественных наук (29 лабораторий), НИИ филологии (17 лабораторий), НИИ содержания и методов организации НИРС и инновационной деятельности студентов (2 лаборатории), Орловский филиал ИСМО РАО (9 лабораторий), Центр разрешения конфликтов (5 лабораторий), Приокский региональный многопрофильный бизнес-инкубатор Орловский государственный университет – участник федеральных целевых программ «Развитие образования», «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» Ученые вуза – руководители 10 региональных и академических экспериментальных площадок учителей и педагогических работников Орловской области, объединяющих более 100 школ, 400 учителей
3.	Совершенствование системы выявления одаренных детей и талантливой молодежи в регионе	– научно-методическое обеспечение системы диагностики и раннего выявления одаренности детей	– формирование и постоянное обновление банка методических материалов (диагностик, методик, тренингов и т.п.) по выявлению одаренного ребенка	Кадровое обеспечение: 3 доктора психологических и медицинских наук, 10 кандидатов психологических, педагогических и медицинских наук, работающих в области психологии и педагогики развития детей (одно из направлений – диагностика и исследование одаренности)

	Направления взаимодействия ГОУ ВПО «Орловский государственный университет» и Центра для одаренных детей и молодежи	Задачи	Результаты работы	Организационно-методическое и кадровое обеспечение взаимодействия
		– создание методического комплекса выявления различных типов одаренности детей в практической деятельности образовательных учреждений, а также при организации консультирования детей и их родителей – выявление одаренных детей и талантливой молодежи через систему олимпиад и соревнований различных уровней	– внедрение методического комплекса выявления одаренных детей в деятельность образовательных учреждений различного уровня и консультативно-диагностической службы региона (Центры ППМС) – создание региональной системы олимпиад (в том числе посредством Интернет-технологий), конкурсов, спартакиад, выставок для одаренных детей и талантливой молодежи разного возраста	Опыт организации олимпиад и конкурсов различных уровней
4.	Организация исследовательской работы в системе обучения одаренных детей и талантливой молодежи	– обучение одаренных детей и талантливой молодежи через участие их в научно-исследовательской работе	– участие в научно-исследовательской работе НСО (научного студенческого общества) в соответствии с выбранным профилем – участие в различных научных конкурсах регионального, всероссийского и международного уровня – совместное участие в грантовой деятельности преподавателей, студентов вуза и учащихся	Комплекс учебных и научных лабораторий по всем профилям подготовки Система подготовки талантливой молодежи к участию в олимпиадах и конкурсах всех уровней (студенты университета – ежегодные призеры и победители во Всероссийских олимпиадах и конкурсах) Опыт работы НСО университета, институтов, факультетов, в том числе через сотрудничество с НИИ и научными лабораториями;
5.	Медицинское и профилактическое сопровождение учащихся	– мониторинг состояния здоровья учащихся – сохранение, восстановление и укрепление физического здоровья учащихся – профилактика заболеваний	– нормализация деятельности отдельных органов и функциональных систем, а также возможная коррекция врожденных и/или приобретенных дефектов физического развития через систему лечебно-оздоровительных мероприятий – достижение (поддержание) нормального уровня психического здоровья учащихся за счет ликвидации психологического дискомфорта через обучение учащихся в режиме индивидуализации и открытости (в собственном темпе, на своем уровне трудности и т.д.)	Санаторий-профилакторий университета (специалисты высокого уровня, возможность научного консультирования, новейшее оборудование), научно-лабораторная база медицинского института Университет – участник целевых инновационных федеральных и региональных программ «Иммунологический мониторинг адаптации человека и его жизнеобеспечения в условиях действия неблагоприятных экзогенных и эндогенных факторов», «Молодежь Орловщины», «Развитие образования в Орловской области», «Дети Чернобыля», «Профилактика злоупотребления наркотическими средствами «Инновационные народосберегающие технологии в сфере образования, культуры, здравоохранения, экономики и их внедрение в социально-экономическое пространство региона через образовательную и научно-исследовательскую деятельность вуза» и др.

	Направления взаимодействия ГОУ ВПО «Орловский государственный университет» и Центра для одаренных детей и молодежи	Задачи	Результаты работы	Организационно-методическое и кадровое обеспечение взаимодействия
6.	Организация физического воспитания и занятий спортом учащихся	– укрепление здоровья учащихся средствами физического воспитания – выявление интереса и развитие способностей учащихся в отдельных видах спорта – формирование мотивационно-ценностного отношения к физической культуре, установки на здоровый стиль жизни, потребности в регулярных занятиях физическими упражнениями и спортом – физическое совершенствование и самосовершенствование личности	– повышение устойчивости организма к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды – совершенствование реакций терморегуляции и закаливание организма – повышение физической работоспособности учащихся – повышение тонуса коры головного мозга и создание положительных эмоций, способствующих охране и укреплению психического здоровья	Кадровое обеспечение: 7 кандидатов наук в области физической культуры и спорта, профессиональные тренеры, более 20 специалистов в области физической культуры, адаптивной физической культуры и физической реабилитации Научная лаборатория «Физкультурно-оздоровительные технологии» (направление – физкультурно-оздоровительная деятельность, направленная на детей школьного возраста, в т.ч. с ослабленным здоровьем) Современные спортивные комплексы Университет – участник региональной программы «Развитие физической культуры и спорта в Орловской области»
7.	Психолого-педагогическое сопровождение развития одаренных детей и талантливой молодежи	– медико-психолого-педагогическое сопровождение процесса развития и обучения учащихся, в т.ч.: – мониторинг индивидуально-психологических особенностей учащихся – создание индивидуальных программ развития учащихся – создание системы активных методов социально-психологического обучения, направленных на развитие одаренных детей, социальной, коммуникативной и эко-компетентности, эмоционально-волевой устойчивости	– создание информационного банка индивидуально-психологических особенностей учащихся – наблюдение за динамикой развития и отражение результатов в психолого-педагогических картах учащихся и индивидуальных картах развития одаренных школьников – помощь педагогам и учащимся в организации учебной деятельности с учетом возрастных и индивидуально-психологических особенностей, типа одаренности обучающихся – определение путей и форм оказания помощи детям и подросткам, испытывающим трудности в общении и психическом самочувствии	Кадровое обеспечение: 3 доктора психологических и медицинских наук, 10 кандидатов психологических, педагогических и медицинских наук, работающих в области психологии и педагогики развития детей (одно из направлений – диагностика и исследование одаренности) НИИ психологии и педагогики, в составе которого лаборатории: медико-психологических проблем образования, психофизиологии и психодиагностики, социальной психологии личности, психологии развития, творческого развития личности

	Направления взаимодействия ГОУ ВПО «Орловский государственный университет» и Центра для одаренных детей и молодежи	Задачи	Результаты работы	Организационно-методическое и кадровое обеспечение взаимодействия
		– формирование адекватного самовосприятия у одаренных детей – помощь учащимся в адаптации в окружающем мире и в приобретении ими конструктивных форм общения со сверстниками и взрослыми – повышение психологической компетенции педагогов, родителей – психологическая помощь в вопросах профориентации	– выбор средств и форм психологического сопровождения школьников в соответствии с присущими им особенностями обучения и общения – консультирование одаренных детей и молодежи, а также их родителей – проведение исследований в области фундаментальных психолого-педагогических проблем одаренности – обеспечение формирования адекватных профессиональных планов у выпускников	
8.	Социально-педагогическое сопровождение одаренных учащихся	– адаптация одаренных детей и подростков к условиям жизни в учреждении интернатного типа – обеспечение социальной защиты различных категорий одаренных детей и талантливой молодежи: инвалидов, сирот, детей из малообеспеченных и многодетных семей и т. д. – развитие социально значимых качеств и лидерских позиций одаренных учащихся – социально-педагогическая работа с семьей одаренного ребенка – социально-педагогическое сопровождение в период постинтернатной адаптации	– создание благоприятного социально-психологического климата в Центре одаренных детей и талантливой молодежи – помощь в решении социальных проблем одаренного ребенка и его семьи – формирование коммуникативных навыков и лидерских качеств одаренного ребенка или подростка – формирование социальной компетентности одаренных детей и талантливой молодежи	Кадровое обеспечение: 6 докторов и 10 кандидатов педагогических наук по профилю данного направления Лаборатория проектирования социально-педагогической работы с одаренными и талантливыми детьми Научно-исследовательская группа преподавателей и студентов «Социальная помощь детям с ограниченными возможностями» Лаборатория «Психология конфликта» в центре разрешения конфликтов Центр подготовки вожатых «Мы вместе» (одно из направлений – работа с одаренными детьми и талантливой молодежью) Опыт проведения практических, тренинговых, дистанционных занятий и консультаций с одаренными детьми, их педагогами и родителями Тематические смены в учреждениях дополнительного образования Выпуск методической литературы

	Направления взаимодействия ГОУ ВПО «Орловский государственный университет» и Центра для одаренных детей и молодежи	Задачи	Результаты работы	Организационно-методическое и кадровое обеспечение взаимодействия
9.	Воспитательная работа, организация досуга и летнего отдыха учащихся	– подготовка педагогов к созданию условий для формирования готовности у школьников проявления инициатив в решении проблем людей и сообществ – разработка программы действий организаторов воспитательной деятельности в школе по включению школьников в создание и реализацию социально значимых проектов – создание условий для формирования творческой группы «проектантов» педагогов и школьников – введение проектных технологий в практику учебно-воспитательной деятельности как единого образовательного процесса в школе, реализация комплексного проекта «Планета Школа» – взаимообучение студентов и школьников самостоятельной деятельности в рамках сообществ – накопление и обмен опытом деятельности, освоение новых технологий	– осведомленность молодых людей о потенциальных возможностях проявления действенной инициативы – развитие и поддержка молодежных инициатив – увеличение количества объединений школьников социальной направленности – позитивные изменения уровня и характера развития мотивации учащихся к участию в добровольческой деятельности – формирование механизмов и моделей вовлечения школьников в многообразную социальную практику и общественно значимую деятельность, направленную на улучшение качества жизни россиян – освоение педагогическим коллективом школы проектного подхода при организации образовательного процесса в гармоническом единстве его составляющих – обучения и воспитания – творческое сотрудничество молодежных коллективов интеллектуальных клубов: КВН, Брейн-ринг в рамках взаимодействия студенческих и школьных сообществ	Кафедры педагогики, психологии, философии, социологии, журналистики, социальной работы, социальной педагогики, истории, историко-культурного наследия, политологии, дополнительного образования, осуществляющие педагогическое руководство организацией деятельности общественных объединений школьников, реализацию проектного подхода при организации воспитательной деятельности в школе Студенты, члены команд Лиги КВН ОГУ, редакторские, сценарные группы организаторов Студенты, молодые преподаватели, члены университетского объединения «Брейн-ринг»

	Направления взаимодействия ГОУ ВПО «Орловский государственный университет» и Центра для одаренных детей и молодежи	Задачи	Результаты работы	Организационно-методическое и кадровое обеспечение взаимодействия
		– создание условий для эстетического развития и саморазвития школьников – развитие лидерских качеств школьников – взаимообогащение опыта организации коллективных творческих дел	– развитие творческих способностей школьников – включение школьников в работу «Школы Лидеров» студенческого совета Орловского государственного университета – приобретение опыта партнерских отношений между школой и вузом – участие школьников в конкурсах, слетах и других студенческих мероприятиях Орловского государственного университета: Дельфийские игры, Фестиваль вальса на Университетской площади, праздники «День факультета», Посвящение в студенты, Слет отличников, День знаний, День открытых дверей, День защитника Отечества – приобретение опыта создания корпоративной газеты – участие школьников в работе студенческих редакций газеты «Классический университет» и журнала «Сила общения» – организация и проведение на базе загородных оздоровительных лагерей профильных смен для одаренных школьников	Институт эстетического образования: – факультет эстетико-воспитательной деятельности (отделения: этико-эстетические аспекты формирования личности, музееведение, эстетические ценности Орловского края, основы этикета, основы вожатского мастерства); – факультет художественно-исполнительского творчества (отделения: современные танцы, эстрадно-фольклорные танцы, оркестр русских народных инструментов, вокальная студия, вокальный ансамбль «Кредо», театральная студия «Ювента»); – факультет художественно-прикладного мастерства (отделения: мода и стиль, декоративно-прикладное творчество) Студенческие редакции газеты «Классический университет» и журнала «Сила общения» Школа вожатых, педагогические отряды для работы с детьми во внеурочное время

	Направления взаимодействия ГОУ ВПО «Орловский государственный университет» и Центра для одаренных детей и молодежи	Задачи	Результаты работы	Организационно-методическое и кадровое обеспечение взаимодействия
10.	Поддержка и организация участия одаренных детей и талантливой молодежи в международных проектах	– участие обучающихся в международных олимпиадах, конкурсах, конференциях и других международных проектах – обучение иностранным языкам одаренных детей и творческой молодежи (всех профилей по желанию учащихся) – развитие коммуникативного опыта учащихся через участие в международных программах обмена школьниками	– поддержка участия учащихся в международных программах («Одаренные дети Европы», «Дети XXI века» и т.д.), международных олимпиадах, конференциях, конкурсах и т.д. – создание оптимальных условий для обучения иностранным языкам одаренных детей и творческой молодежи (всех профилей по желанию учащихся) – организация программ обмена школьниками в рамках действующих договоров между Орловским государственным университетом и учебными заведениями Европы, Китая, США – включение школьников (по их желанию) в комплексную программу изучения языка и культуры Франции в рамках сотрудничества между Орловским государственным университетом, Орловской областью и регионом Шампань-Арденн (Франция)	Высококвалифицированные специалисты (обучение английскому, немецкому, французскому, испанскому, китайскому языкам), ведущие методики обучения (факультет иностранных языков, университетский Центр изучения иностранных языков «Интерлингва», Центр французского языка) 23 действующих международных соглашения о сотрудничестве Орловского государственного университета с учебными заведениями Европы, Китая, США
11.	Информационное и компьютерное обеспечение процесса развития одаренных детей и молодежи	– оптимизация учебного процесса и самостоятельной работы учащихся с помощью современных компьютерных и интерактивных технологий обучения – повышение эффективности учебного процесса через его дифференциацию и индивидуализацию на основе высоких компьютерных средств и технологий	– создание базы электронных интерактивных средств обучения (электронные учебники, электронные справочники, компьютерные конструкторы и тренажеры, электронные лабораторные практикумы) и обеспечение условий их применения в рамках реализации индивидуальной образовательной траектории учащихся – обеспечение доступа обучающихся к учебной и научной информации, электронным ресурсам в сети Интернет	2011–2012 гг. – поэтапное открытие Фундаментальной научной библиотеки университета с новейшим техническим оснащением Опыт создания и работы преподавателей с методическими материалами в электронном виде Действующая тестовая база (возможность постоянного пополнения тестовыми материалами) Техническое оснащение: 21 компьютерный класс (более тысячи современных компьютеров, лицензионное программное обеспечение, доступ в Интернет на скорости до 6 Мбит/с), 5 Интернет-серверов, 268 терминалов, web-сайт, электронная почта

	Направления взаимодействия ГОУ ВПО «Орловский государственный университет» и Центра для одаренных детей и молодежи	Задачи	Результаты работы	Организационно-методическое и кадровое обеспечение взаимодействия
			– психофизиологическая оптимизация восприятия учебного материала и снижение риска «перегрузки» одаренного ребенка, ориентированного на освоение максимального количества информации, путем представления материала на разных носителях и в разной форме (текст, аудио, видео и т.д.)	5 центров коллективного пользования общей площадью 4222,6 м ² (Приокский региональный многопрофильный бизнес-инкубатор Орловского государственного университета, Вычислительный центр, астрономическая обсерватория, типография Орловского государственного университета, Научно-образовательный центр нанотехнологий)
12.	Подготовка педагогических кадров к работе с одаренными детьми и внедрение нового опыта в систему обучения и повышения квалификации педагогов	– оптимизация системы обучения и повышения квалификации педагогов и психологов, работающих с одаренными детьми	– проведение семинаров для школьных психологов и учителей-предметников по обучению диагностическим методикам отбора одаренных детей, различным аспектам работы с одаренными детьми и талантливой молодежью в условиях образовательных учреждений различного типа – издание учебно-методических материалов для педагогов, учителей-предметников, направленных на помощь в организации работы с одаренными детьми и талантливой молодежью	Факультет дополнительного профессионального образования и повышения квалификации (контингент обучающихся, в том числе за счет федерального бюджета, за 5 лет – около 3000 руководящих работников и специалистов, научных и научно-педагогических работников) Факультет ДПО и ПК – участник программ «Разработка и публикация докладов о состоянии региональных систем образования и публичных докладов школ на базе предлагаемых моделей» (фонд НФПК), «Психолого-педагогическая подготовка вожатых детских оздоровительно-образовательных учреждений в системе вузовского дополнительного профессионального образования» (фонд РГНФ)

**ПРОГРАММА УТВЕРЖДЕНА НА УЧЕНОМ СОВЕТЕ
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ПРОТОКОЛ № 3 ОТ 2 ДЕКАБРЯ 2010 ГОДА**

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 (родно-

му) 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 коллегия статью 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»
№ 4**

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС 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.*
Корректурa: *Гудкова А.А.*

Подписано в печать 24.12.2010 г. Формат 60х84^{1/8}. Печать оперативная. Бумага офсетная.
Гарнитура Times New Roman, Lazurski. Усл. печ. л. 37,5. Тираж 1000 экз. Заказ № 174.

Отпечатано с готового оригинал-макета в редакционно-издательском отделе
ГООУ ВПО «Орловский государственный университет»
302026, г. Орел, ул. Комсомольская, 95. Тел./факс (4862) 74-45-08