

## УЧЕБНО-НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

УДК 004.912

### КОМПЛЕКСНАЯ ЗАЩИТА СИСТЕМ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА

Белёвкина Н.И., гр. 31-ИТ  
Рук. Ноздрачёва В.А.

На сегодняшний день в России рынок систем электронного документооборота (СЭД) развивается быстрыми темпами, так как это позволяет повысить эффективность выполнения важных управленческих процедур при уменьшении финансовых и временных затратах.

Пренебрегать защитой СЭД рискованно: необходимо защищать не только документы, но и систему в целом: ее работоспособность, обеспечить быстрое восстановление после повреждений и сбоев. Поэтому к защите СЭД необходим комплексный подход, который обеспечит защиту на всех уровнях системы.

Для оптимально функционирующей СЭД необходимо защищать:

1. аппаратные элементы системы (персональные компьютеры, серверы, элементы компьютерной сети и сетевое оборудование), также надо предусмотреть такие угрозы как поломка оборудования, отключение питания, несанкционированный доступ к оборудованию;

2. файлы системы (файлы ПО, базы данных);

3. документы и информацию, находящиеся внутри системы.

СЭД считается эффективной, если она комплексно защищена и выполняет все поставленные задачи. СЭД защищена, если она обеспечивает:

#### **1. Сохранность документов.**

СЭД должна обеспечить сохранность документов от потери, порчи и иметь возможность их быстрого восстановления. Согласно статистике (приведенной в Spews Analytics), в 45% случаев потери информации приходится на физические причины, 35% обусловлены ошибками пользователей и менее 20% - действием вредоносных программ и злоумышленников.

#### **2. Безопасный доступ к данным внутри СЭД.**

Безопасный доступ к данным внутри СЭД обеспечивается аутентификацией (комплекс мероприятий, обеспечивающий процессы установления личности пользователя и процессы подтверждения легитимности пользователя на то или иное действие или информацию) и разграничением прав пользователя.

#### **3. Разграничение прав пользователей.**

Разграничение прав внутри системы технически организовывается по-разному: это может быть полностью своя подсистема, созданная разработчиками СЭД, или подсистема безопасности СУБД, которую использует СЭД.

#### **4. Конфиденциальность.**

Криптографические методы защиты данных обеспечивают конфиденциальность документов. Их применение позволяет не нарушить ее даже при попадании в руки стороннего лица. Но нельзя забывать о криптостойкости. Нет шифров, которые нельзя было бы взломать – это вопрос времени и средств.

#### **5. Подлинность документов.**

Для обеспечения подлинности документа практически единственным предлагаемым на рынке решением является электронно-цифровая подпись (ЭЦП), основным принципом функционирования которой является шифрование с ассиметричным ключом. Имеются «закрытый» ключ, который позволяет зашифровать информацию, и «открытый» ключ, с помощью которого эту информацию можно расшифровать, но с его помощью невозможно зашифровать эту информацию. Таким образом, владелец подписи должен владеть «закрытым» ключом и не допускать его передачу другим лицам, а «открытый» ключ может распространяться публично для проверки подписи, полученной при помощи «закрытого» ключа.

#### **6. Протоколирование действий пользователей.**

Протоколирование – это запись всех действий пользователя в системный журнал. Правильная организация протоколирования действий пользователей в системе позволит отследить все неправомерные действия и найти виновника, пресечь попытку неправомерных или наносящих вред действий.

Вопрос защищенности СЭД остается открытым. Многие системы обладают только парольной аутентификацией и разграничением доступа пользователей, что, конечно, не позволяет защитить систему в целом. Многими комплексами защиты просто пренебрегают, что приводит к снижению эффективности работы предприятия в целом. Плохая организация может свести к нулю все технические меры, сколь совершенны они не были. Но есть и такие системы, в которых организована комплексная защита. К таким системам относятся Documentum, Staffware, Lotus Notes, Ефрат, Дело.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Гульков Г.Н., Петренко Ю.Н., Раткевич Е.П. и др. «Системы автоматизированного управления производственным процессом» - М: Новое звание, 2004.
2. Литвак Б.Г. «Современный документооборот: реалии и перспективы» -М: Дело, 2004.
3. Коуров Л.В. «Информационные технологии» - Минск: Алфея, 2004.

УДК 004.048

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РОССИЙСКОГО РЫНКА КОРПОРАТИВНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Белёвкина Н.И., гр. 31-ИТ  
Рук. Поздрачёва В.А.

Корпоративные информационные системы (КИС) – это совокупность информационных систем отдельных подразделений предприятия, объединенных общим документооборотом, таких, что каждая из систем выполняет часть задач по управлению принятием решения, а все системы обеспечивают функционирование предприятия в соответствии со стандартами качества.

КИС в отличие от автоматизированных систем управления (АСУ – это совокупность математических методов, технических средств (ЭВМ, средств связи, устройств отображения информации и т.д.) и организованных комплексов, обеспечивающих рациональное управление сложным объектом (процессом) в соответствии с заданной целью) это единый комплекс информационно-технических и организационных систем, охватывающий все бизнес-процессы компании от стратегического управления до производственных операций, а АСУ охватывает только один единственный процесс.

В 90-х гг. практически все крупные предприятия имели свою автоматизированную систему управления. Вся экономическая структура отражалась в централизованном учете. Однако, по мере зарождения в России рыночных отношений и либерализации экономической деятельности стали появляться различные системы автоматизации бухгалтерской деятельности и документооборота. Первыми, кто стал внедрять автоматизацию в новых рыночных условиях, были предприятия в сфере торговли и услуг, так как им приходится работать с большим количеством клиентов. То есть в сложившейся ситуации предприятиям для повышения конкурентоспособности пришлось выбрать не экстенсивный путь развития (увеличивать число сотрудников), а интенсивный (повышение производительности труда сотрудников). Автоматизация позволяла в условиях сравнительно быстрой оборачиваемости средств рационально использовать материальные ресурсы.

Таким образом, большая часть присутствующего в настоящее время на российском рынке отечественного корпоративного ПО начало свою историю с решения учетных бухгалтерских задач, которые необходимы для торговых предприятий. Многие из этих программных систем и по сей день остаются преимущественно учетными, автоматизируя лишь некоторые функции предприятия. Только лишь некоторые отечественные разработчики корпоративного ПО смогли заложить определенную фундаментальность в свои системы, что в последующем позволило обеспечить их качественное, а не количественное развитие.

Любому предприятию необходим инструмент, который помогал бы оптимизировать его издержки и повышал эффективность работы. В последнее время резко вырос интерес со стороны российских предприятий к КИС, способным обеспечить эффективное управление.

Западные КИС появились на российском рынке в начале 1990-х гг. Были открыты представительства и партнерства с рядом российских компаний. Но быстрых успехов во внедрении этих КИС не произошло потому, что КИС предприятия не существует сама по себе, она требует соответствующей культуры производства, управления предприятием, взаимосвязей между поставщиками и покупателями.

В настоящее время конкуренция между западными и российскими КИС обостряется, особенно, в предложениях для средних и крупных предприятий. При этом западные КИС предлагаются для всех видов предприятий. На сегодня в России более 200 инсталляций западных КИС, одной из наиболее известных на российском рынке западных КИС является SAP R/3. Также можно отметить следующие КИС, присутствующие на российском рынке: BaanIV, Renaissance CS, Syte Line, Concorde XAL, Oracle Applications, «Галактика», «Парус», «БОСС-Корпорация» и другие.

Проиллюстрируем современное состояние отечественного рынка, показав соотношение западных и российских КИС:

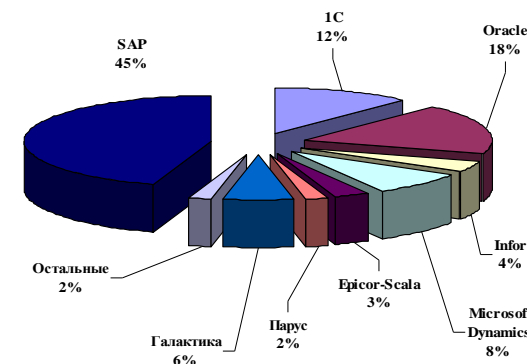


Рисунок 1 – Соотношение западных и российских КИС на отечественном рынке

Сегодня отечественные КИС по объему на рынке уступают западным. Многие предприятия внедряют западные КИС, успешно интегрируя их с отечественными системами (Никос-Холдинг – продукт интеграции NS2000 и системы Solagem Enterprise финской компании Solagem). А в скором будущем в связи с развитием рынка развернется борьба, как между российскими разработчиками, так и между российскими и западными за предприятия среднего бизнеса, и на первый план выйдет не ценовой фактор КИС, а уровень качества системы, уровень ее поддержки.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Самардак А.С. «Корпоративные информационные системы» - Владивосток, 2003
2. Бочаров Е.П., Колдина А.И. «Интегрированные корпоративные информационные системы» – Финансы и статистика, 2007.

### ВОПРОСЫ ИНТЕГРАЦИИ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ПРИ ПОСТРОЕНИИ СИСТЕМ АДМИНИСТРАТИВНОГО МОНИТОРИНГА

Ужаринский А.Ю., гр. 41-ЭИ  
Рук. Фролова А.И.

Процесс принятия управленческих решений в больших организационных, организационно-технических и социальных системах требует анализа все большего объема информации. Современные АСУП имеют в своем составе развитые подсистемы сбора и информационно-аналитической обработки данных. Они обеспечивают эффективное решение текущих задач административного мониторинга состояния объекта управления. Под административным понимается мониторинг при проведении которого источниками (операторами ввода) и потребителями (субъектами принятия решений) информации являются люди. Однако, можно выделить два класса задач сбора и обработки данных, при решении которых традиционные АСУП недостаточно эффективны:

1. Долгосрочные задачи с изменяющейся структурой параметров.
2. Краткосрочные и среднесрочные периодически возникающие задачи, связанные с появлением новых организационных структур и реализацией различных проектов.

В этих случаях актуально применение адаптивных распределенных систем административного мониторинга. При этом необходимо учитывать, что на практике существенная часть процессов сбора данных уже автоматизирована с использованием существующих информационных систем. Поэтому высокую актуальность приобретают вопросы интеграции адаптивных распределенных систем административного мониторинга с существующими информационными системами.

Можно дать следующую классификацию технологий интеграции:

**Системы интеграции корпоративных приложений** (Enterprise Applications Integration, EAI) – это системы предназначенные для интеграции приложений в рамках одной организации.

**Системы интеграции между организациями** (межведомственной интеграции) (Business-to-Business Integration, B2Bi) – это технологии, предназначенные для интеграции информационных систем между организациями.

**Технологии управления бизнес-процессами** (Business Process Management, BPM) – это системы, предназначенные для интеграции на уровне бизнес процессов.

**Технологии интеграции на основе обмена данными** – это технологии в которых интеграция производится только за счёт обмена данными, без управляющих сигналов.

Технологии интеграции на основе сообщений, такие как EAI и B2Bi, основаны на использовании брокера сообщений. Он выполняет следующие основные функции: Физический транспорт доставки сообщений между приложениями, интеллектуальная маршрутизация, трансформирование и адаптация передаваемых данных к разнородным приложениям.

Универсальным форматом данных при интеграции приложений выступает формат xml (Extensible Markup Language). XML – это мета-язык для представления данных.

В настоящее время большинство систем или их интерфейсов реализуется в виде web-служб. Осуществление интеграции на основе web-служб связано с использованием четырёх стандартов:

1. xml – язык разметки информации.
2. Simple Object Access Protocol (SOAP) – простой протокол доступа к объекту. Описывает стандарт вызова web-службы.
3. Web Services Description Language (WSDL) – язык описания web-служб. Он описывает способ доступа к web-службам.
4. Universal Description, Discovery, and Integration (UDDI) — универсальный метод описания, обнаружения и интеграции.

Разработка технологий интеграции на основе обмена данными связана с выполнением следующих этапов:

1. Разработка формата документа обмена, основанного на языке xml.
2. Разработать спецификации на различные слои метаданных, которые будут описывать данные в каждой из подсистем, вовлеченные в процессы информационного обмена.
3. Разработать сценарий информационного обмена.

Существует два основных сценария обмена данными между разноформатными приложениями: вариант регулярного периодического обмена данными и вариант динамического обмена.

В первом случае в каждой системе существует хранилище с xml-схемами загрузки/выгрузки данных. Для доступа к данным используются универсальные процедуры, которые осуществляют загрузку в соответствии с выбранной схемой.

Во втором случае система при необходимости получить данные посылает запрос другой системе. Каждая информационная система должна обеспечивать выгрузку данных в универсальный формат обмена и корректное получение данных в универсальном формате.

По результатам проведенного анализа можно отметить:

1. Задача интеграции различных информационных систем в настоящее время является актуальной.

2. С точки зрения интеграции распределенных адаптивных систем административного мониторинга с существующими информационными системами наиболее актуальна технология интеграции на основе данных, так как взаимодействие по управлению в данном случае практически не обоснована.

3. Основываясь на специфике рассматриваемой задачи интеграции (адаптивность предполагает, в том числе, возможность оперативной интеграции при решении обозначенного выше класса задач) в качестве наиболее рационального сценария обмена данными представляется вариант регулярного периодического обмена, как обеспечивающий большую гибкость и простоту сопровождения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Технологии интеграции государственных информационных систем и организации межведомственного взаимодействия.  
<http://Emag.iss.ru/arc/infosoc/emag.nsf/BPA/cd06e076eaa46c4c3256ecc003212ca>
2. Интеграция приложений | Неофлекс.  
<http://neoflex.ru/ru/benefits/integracija-prilozhenij/>
3. Обзор технологий интеграции современных информационных систем. [www.microsoft.com/Rus/Government/analytics/integration/default.mspx](http://www.microsoft.com/Rus/Government/analytics/integration/default.mspx)
4. Современные технологии в информационном обеспечении науки. [www.benran.ru/Magazin/cgi-bin/Sb\\_03/pr03.exe?!18](http://www.benran.ru/Magazin/cgi-bin/Sb_03/pr03.exe?!18)
5. Интеграция систем. [www.gazintech.ru/systemintegration.php](http://www.gazintech.ru/systemintegration.php)
6. Использование технологии WorkFlow в качестве основы для интеграции корпоративной информационной системы.  
[www.interface.ru/home.asp?artId=16971](http://www.interface.ru/home.asp?artId=16971)
7. В.А.Старых, С.Б.Дунаев, С.Д.Коровкин Организация обмена данными в разнородных информационных системах в базе технологии веб-сервисов.

УДК 160.1:004.42](062)

## О ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИНЦИПОВ ФОРМАЛЬНОЙ ЛОГИКИ В ПРОГРАММИРОВАНИИ

Авазова К.Д., Шатунова К.Ю., гр. 11-ПО(б)  
Рук. Федосеева М.А.

Компьютерные науки получили большой стимул от широкого и непрерывного взаимодействия с логикой. Особую роль в них играют доказательные методы разработки алгоритмов и программ с подтверждением их правильности.

Тестирование программ может выявить наличие ошибок в программах, но не может гарантировать их отсутствие. Гарантию отсутствия ошибок в алгоритмах и программах может дать только доказательство их правильности.

Сложность для большинства и программистов заключается в том, что они должны уметь писать не только алгоритмы и программы, но и уметь доказывать их правильность. Мы же постараемся привести пример применения логики в информатике на конкретной задаче.

В программе необходимо определить массив записей работников со следующими полями - порядковый номер, имя, фамилия, год рождения, должность, жалование, пол. Программа должна выводить на экран фонд зарплат для мужчин и женщин соответственно, а также количество мужчин и женщин моложе 35 лет.

Рассмотрим теперь основные принципы формальной логики.

### Первый закон - закон тождества

Формулировка: всякое понятие и суждение тождественно самому себе.

Комментарий: Если подчиняться закону тождества, то нельзя в процессе программирования заменять какое-либо понятие (переменную) другим понятием (переменной), любая подмена в данном случае недопустима.

Пример: в тексте программы переменная tax не меняется на протяжении всей программы и является процентной налоговой ставкой. Именно поэтому переменную tax необходимо в начале программы объявить как константу:

const Tax=0.13; (процентная налоговая ставка)

Таким образом, при выполнении вычисления под данной переменной подразумевается именно указанная величина налоговой ставки, которую мы задали.

Результат: закон тождества обеспечивает определенность логического мышления.

### Второй закон - закон непротиворечия

Формулировка: два противоположных суждения не могут быть одновременно истинными; по крайней мере одно из них необходимо ложно.

Комментарий: Если принять, что истинно такое высказывание, которое соответствует действительности, а ложное - то, что ей не соответствует, то закон непротиворечия можно будет сформулировать так: "Ни одно высказывание не является одновременно и истинным и ложным".

Пример: при подсчитывании фонда зарплат служащих мужского и женского полов во фрагменте мы используем следующий оператор [1]:

```
If e.gender then sum_f:=sum f+e.salary
Else sum_m:=sum_m + e.salary;
```

Он будет выполняться в том и только том случае, если поле E.gender (то есть поле, указывающее пол данного работника) будет либо истинно (подсчитываем фонд зарплат служащих женского пола), либо ложно (фонд зарплат служащих мужского пола). Очевидно, что другого значения, кроме истинного или ложного, поле e.gender принимать не может.

Результат применения: второй закон обеспечивает непротиворечивость и последовательность мышления, способность фиксировать и исправлять всякого рода противоречия в своих и чужих рассуждениях.

### Третий закон - закон исключенного третьего

**Формулировка:** два противоречащих суждения не могут быть одновременно ложными: одно из них необходимо истинно; другое - необходимо ложно; третье суждение исключено.

**Комментарий:** Если закон непротиворечия утверждает, что из двух противоположных высказываний одно - необходимо ложно, то закон исключения третьего говорит, что одно из них - обязательно истинно.

**Пример:** в данном алгоритме не имеется двух противоречащих друг другу высказываний, но мы можем рассмотреть фрагмент программы, где подсчитывается количество женщин и мужчин моложе 35 лет [2]:

```
If 2010-e.year<35 then count_f:=count_f+1;
    else count_m:=count_m+1;
```

Мы имеем право утверждать, что в данном массиве записей имеются служащие моложе и старше 35 лет. Ставя в операторе условия If 2010-e.year<35 знак строгого неравенства, мы исключаем из рассмотрения мужчин и женщин 35-летнего возраста.

**Результат применения:** достигается однозначность логического мышления.

#### **Четвертый закон - закон достаточного основания**

**Формулировка:** всякая истинная мысль имеет достаточное основание.

**Комментарий:** Закон достаточного основания фактически сводится к следующему требованию: "всякое суждение, прежде чем быть принятым за истину, должно быть обосновано".

**Пример:** проанализируем функцию [3]:

```
Function getone (var s:string):string;
Var p: integer;
Begin
    P:=pos(' \s');
    Get_one:=copy(s, 1 ,p-1);
    Delete(s,l,p)
End;
```

В нее мы передаем строку s, переменная p указывает на место, которое в строке занимает пробел. Последовательно копируя, а затем удаляя из строки все элементы между пробелами, мы добьемся разделения строки на нужные нам поля. Используя закон достаточного основания, мы утверждаем, что результатом будет являться фрагмент строки, начинающийся с s-того элемента по p-1 элемент.

**Результат применения:** закон обеспечивает обоснованность мышления. Во всех случаях, когда мы утверждаем что-либо, мы обязаны доказать свою правоту, т.е. привести достаточные основания, подтверждающие истинность наших мыслей.

Итак, мы постарались продемонстрировать важность применения формально-логических законов в программировании. Логические законы интересны, конечно, и сами по себе. Но они прежде всего - необходимые элементы правильного мышления для построения логически верного алгоритма.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гетманова А.Д. «Логика», 7-е изд. М.: Омега-Л, 2004

УДК 616-78

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПСИХО ЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА ПО ЭЭГ

Березина М.С., гр. 21-ИД  
Рук. Петрова О.С.

В XXI веке люди всё чаще с течением событий впадают в так называемые депрессии и стрессы. Впервые термин «стресс» в физиологию и психологию ввёл Уолтер Кеннон. Стресс (от лат.- давление, нажим, напор; гнёт; нагрузка; напряжение) - неспецифическая (общая) реакция организма на воздействие (физическое или психологическое), нарушающее его гомеостаз, а также соответствующее состояние нервной системы организма (или организма в целом). В медицине физиологии, психологии выделяют положительную (эустресс) и отрицательную (дистресс) формы стресса. По характеру воздействия выделяют нервно-психический, тепловой или холодовой, световой, антропогенный и другие стрессы [1].

Каким бы ни был стресс, «хорошим» или «плохим», эмоциональным или физическим (или тем и другим одновременно), воздействие его на организм имеет общие неспецифические черты. От стресса страдает иммунная система. В стрессовом состоянии люди чаще оказываются жертвами инфекции, поскольку продукция иммунных клеток заметно падает в период физического или психического стресса.

Особенно стрессогенны для человека жизненные ситуации, выходящие из-под его контроля (смерть близких, стихийные бедствия и т.п.). Учёные Холмс и Раге на основе многолетних исследований составили перечень наиболее частых перемен в жизни, вызывающих стресс. Некоторые из них приведены в таблице 1 [2, 3]. Последовательность в этом списке определяется на основании эмоциональной значимости каждого события.

Таблица 1 - Перечень наиболее частых перемен в жизни, вызывающих стресс

Событие жизни	Единица значимости
1. Смерть супруга (супруги)	100
2. Развод	73
3. Разрыв с партнером	65
4. Отбывание наказания в тюрьме	63
5. Смерть близкого родственника	63
6. Травма или болезнь	53

7. Уход на пенсию	45
8. Болезнь члена семьи	44
9. Смена места работы	36
10. Растущие долги	30
11. Конфликты с начальством	23
12. Нарушение сна	16
13. Штраф за нарушение правил уличного движения	12

Стресс убивает. С каждым годом все больше россиян решаются на отчаянный шаг - окунуться в прорубь на крещение. Эти люди испытали настоящий стресс, причём двойной: психологический (шагнуть в прорубь, когда на термометре -20) и физиологический (в такую погоду комфортно в шубе и в валенках, но ни как не в плавках). У человека более в 7 раз повышается количество адреналина в крови, резко уменьшается кровоснабжение кровных покровов, практически прекращаются процессы пищеварения, и в тоже время усилилось снабжение глюкозой мозга и кровью мышц - классический холодовой стресс, то есть, организм подготовился защищать свою жизнь [3].

**Электроэнцефалография (ЭЭГ)** - исследование для оценки функциональной активности головного мозга при различных его заболеваниях и состояниях. Высокая чувствительность метода позволяет проводить динамический контроль эффективности лечения [4].

Электроэнцефалограф предназначен для регистрации, обработки и измерения электроэнцефалографических сигналов (ЭЭГ) и реоэнцефалографических сигналов (РЕО), для индикации, регистрации и анализа сверх медленной активности головного мозга, вызванных потенциалов (ВП) на фото- и фотостимуляцию, электростимуляцию и видеостимуляцию, а также других физиологических сигналов по полиграфическим каналам: электроокулографических (ЭОГ), фотоплетизмографических (ФПГ), электромиографических (ЭМГ), пневмографических (ПГ), электрокардиографических (ЭКГ) и каждого потенциала (КП). Электроэнцефалограф применяется в кабинетах функциональной диагностики, неврологических и психотерапевтических отделениях, диагностических и реабилитационных центрах различных медицинских учреждений, а также для научных исследований и в учебных целях [4].

Эксперимент проводят с человеком находящимся в комнате, при отсутствии всех внешних воздействий: магнитных и электромагнитных полей. На голову испытуемому одевают шапочку из 256 датчиков, фиксирующих каждые изменения происходящие в головном мозге. Человек слушает разную музыку: радостную, весёлую, крики помощи. Затем на экране отображаются результаты: красные зоны говорят о повышенной активности [4].

Лечение без лекарств при помощи стресса сегодня активно исследуются и в нашей стране и за рубежом. Особенно важно определить как экстремальные методики лечат хронические заболевания. Короткие стрессы полезны. Если натренируете тело справляться с короткими стрессами, то в будущем ему будет легче справляться с длительными.

Чтобы чувствовать себя хорошо и меньше испытывать длительные стрессы необходимо: не позволяйте конфликтам затягиваться, смейтесь, избегайте уединения с проблемами, занимайтесь спортом, правильно питайтесь.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Стресс [Электронный ресурс] Режим доступа <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D1%80%D0%B5%D1%81%D1%81>
2. Влияние музыки на психоэмоциональное состояние человека [Электронный ресурс] Режим доступа <http://festival.1september.ru/articles/516025/>
3. Психоэмоциональное перенапряжение. Стресс. Как с ним бороться. [Электронный ресурс] Режим доступа <http://www.3vozrast.ru/article/health/zaimisi/1460/>
4. Электроэнцефалографы [Электронный ресурс] Режим доступа [http://www.equipnet.ru/equip\\_list.php?equip\\_id=10357&cat\\_id=143](http://www.equipnet.ru/equip_list.php?equip_id=10357&cat_id=143)

УДК 616-78:615.849.19](062):796(062)

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛАЗЕРНОЙ ФИЗИОТЕРАПЕВТИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ СПОРТИВНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ

Дрёмин В.В., гр. 21-ИД  
Рук. Петрова О.С.

Спортивное движение, как зеркало, отражает уровень социального развития общества. Выдающиеся спортсмены - гордость и символ процветания своих наций, их генофонд и будущее.

Но систематические необоснованные перегрузки недовосстановленного организма, длительное применение стероидов и других запрещенных препаратов, вольное использование различных взаимоисключающих и несовместимых лекарственных средств и пищевых добавок, постоянные травмы и неправильные методы восстановления, как правило, приводят к развитию необратимых патологических изменений со стороны различных органов и систем, к которым, в первую очередь, относятся: перерождение сердечной и печеночной ткани, эндокринные и обменные нарушения, патология опорно-двигательной системы и желудочно-кишечного тракта, иммунодефициты, поражение мочеполовой сферы и другие [1].

Главной задачей медико-биологического обеспечения спорта высших достижений является оказание конкретной помощи тренеру и спортсмену на



пути достижения результата экстра-класса. В современном тренировочном процессе закономерно и эффективно используются подходы и методы квантовой медицины. Одним из направлений этой медицины является лазерная терапия.

Лазерная терапия - это воздействие на биологический объект с лечебной целью низкоэнергетическим лазерным излучением, которое является электромагнитным излучением оптического диапазона (свет), обладающим такими свойствами, как когерентность; монохроматичность; поляризованность и направленность потока излучения, что позволяет создавать строго определенную мощность воздействия на поверхности облучаемого объекта.

Источниками лазерного излучения являются квантовые генераторы или лазеры – технического устройства, испускающего свет в узком спектральном диапазоне.

Основой механизма взаимодействия НЛИ с биообъектом являются фотофизические и фотохимические реакции, связанные с резонансным поглощением тканями света и нарушением слабых межмолекулярных связей [2].

В зависимости от организменного уровня, последовательно или одновременно происходят следующие процессы и реакции, представленные на рисунке 1.

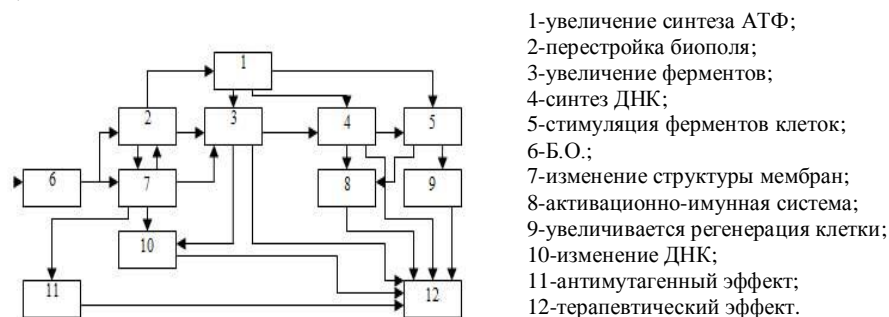


Рисунок 1 – Схема процессов, протекающих при воздействии НЛИ на биообъект

На уровне целостного организма проявляются следующие клинические эффекты: противовоспалительный, обезболивающий, регенераторный, десенсибилизирующий, иммунокорректирующий, улучшение регионального кровообращения, гипохолестеринемический, бактерицидный и бактериостатический.

Учитывая механизм действия энергии лазерных аппаратов, их успешно применяют в спорте:

- в базовый период подготовки спортсмена;
- в период силовой подготовки спортсмена;
- перед выполнением заданий повышенной интенсивности;

- в период предстартовой подготовки спортсменов.
- для ускорения процессов адаптации к условиям других климатических зон и часовых поясов [3].

На сегодняшний день наиболее часто используются в данной области следующие медицинские аппараты: «Мустанг-2000», «Матрикс», «Узор-А-2К/2», «РИКТА-04/4», «Милта».

Грамотное медико-биологическое обеспечение спорта играет огромную роль в его прогрессивном движении. Таким образом, лазерная терапия является одним из перспективных направлений для повышения спортивных достижений.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Адаптация в спорте. Платонов В. Н. – К.: Здоровья, 1988. – 216 с., ил.
2. Прикладная лазерная медицина. Под ред. Х.П. Берлиена, Г.И. Мюллера. - М.: Интерэкспорт, 2007г.
3. Материалы Международной конференции «Лазерно-оптические технологии в биологии и медицине». Плавский В.Ю., Мостовников В.А., Мостовникова Г.Р. и др. - Минск, 2004. с. 62-73.

УДК 621.38:677.494.7-022.532](062)

## ОРГАНИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

**Кротова.А.Э., гр. 21-Би(б)  
Рук. Петрова О.С.**

Органическая электроника – это новое бурно развивающееся направление в области нанотехнологий, связанное с разработкой и производством электронных устройств и приборов, в которых проводящие материалы, обладающие металлической и полупроводниковой проводимостью, являются органическими, т.е. состоящими в основном из углерода, водорода, кислорода, азота.

Таковыми устройствами и приборами являются, например: транзисторы и интегральные схемы, светодиоды, дисплеи, фотодетекторы, интегрированные сенсорные системы, солнечные батареи, органические полупроводниковые лазеры и др.

Использование органических и молекулярных материалов в электронных устройствах традиционно было игрой компромиссов. Преимуществами органики были потенциально низкая стоимость, простота изготовления и уникальные свойства, например, прозрачность и гибкость, недостатки - узкий диапазон существования и относительно низкая проводимость.

В целом, органические электронные изделия не призваны заменить электронные устройства на кремнии. Вместо этого, они расширяют сферу своего

применения благодаря особым свойствам и низкой стоимости производства. Электронные изделия на базе полимеров тоньше, легче, являются более гибкими, очень надежными, могут использоваться в прозрачном виде во множестве различных приложений. Результатом этого становится возможность их использования в качестве необычных устройств, например, одноразовых диагностических модулей, солнечных батарей, которые можно свернуть в рулон, интерактивных игровых карт или упаковок с рекламными дисплеями [1].

Полимерная электроника также находится на переднем крае технологий в отношении микроминиатюризации – например, при разработке нанотранзисторов. Чипы, устройства хранения информации, логические устройства и датчики могут совмещаться в сжатом виде в одном электронном компоненте с размерами в 10 нм

Органическая электроника охватывает полный спектр продукции, включая полупроводниковые компоненты на основе синтетических материалов, органические дисплеи, органические устройства хранения данных, датчики и саморазлагающиеся материалы. Все более расширяющиеся области ее применения оказывают положительное действие на поставщиков электронных компонентов, базовых материалов, оборудования и оснастки, а также на исследовательские институты, системных интеграторов и производителей оконечного оборудования [2].

Электронные устройства, практически полностью разрушающиеся в различных средах, в том числе и в биоорганизмах, могут оказаться полезными для создания временных медицинских имплантов и средств доставки лекарств.

Биодеградирующая электроника «открывает широкие возможности для использования имплантов», особенно если она становится не дорогой. Импланты объединяют в себе органическую электронику и биоразлагаемые полимеры для доставки лекарств. Врачи могут имплантировать такое устройство во время операции, затем активировать его извне радиочастотными волнами, если это необходимо для выздоровления. Радиоволны стимулируют выход лекарственного средства, например, антибиотика, в ткани. Электроника может помочь и наблюдению за процессом восстановления изнутри. После окончания лечения такое устройство просто растворяется в организме.

На современном этапе развития органической электроники стало возможным создание кремниевой электроники на биоразлагаемой шелковой подложке. Кремниевая электроника обычно имеет большую производительность, чем изготовленная из органических полупроводников, но кремний не является биоразлагаемым материалом. Хотя такие электронные компоненты не растворимы в воде, все, что остается после 70 дней нахождения их в биоорганизме – это металлические электрические контакты толщиной в несколько десятков нанометров.

Появляются возможности создания микроэлектронных устройств из органических материалов, работающих в жидкой среде и разлагаемых в условиях, соответствующих условиям в организме. Деградация таких устройств вызывается самими факторами внутренней среды: соленый раствор со слабощелочной реакцией медленно разрушает транзисторы. Для стабилизации и поддержания эффективности их работы в течение всего периода использования устройства

должны быть инкапсулированы в другой слой, состав которого позволяет уничтожить их, как только они окончательно вышли из строя.

В то время как кремниевые устройства больше подходят для долгосрочных, например, мозговых имплантов, где высокая производительность имеет решающее значение, полностью биоразлагаемые чипы больше подходят для применения в тех областях, где важно, чтобы чип через некоторое время растворился, например, в тканевой инженерии и в области доставки лекарственных препаратов.

Планируется снизить рабочие напряжения создаваемых устройств. Сейчас оно достаточно для разложения воды, что слишком высоко и небезопасно для использования внутри организма. Проблема заключается в изоляционном слое, или диэлектрике. В нынешних устройствах в качестве диэлектрика используются 800-нанометровые пленки поливинилового спирта. Но слои поливинилового спирта толстые и запутанные. Это означает, что для прохождения через них электронов напряжение должно быть относительно высоким. Сейчас ученые ведут эксперименты с более тонкими диэлектриками, включая липидные мембраны, имеющие толщину всего в несколько десятков атомов [3].

Сейчас идут эксперименты и с различными материалами для использования в качестве подложки для электроники. Органическая электроника гибка, но устройство сделано из хрупкого пластика. В будущем – испытания подложки из резины, эластичного полимера, свойства которого во многом соответствуют биологическим тканям организма.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Герасименко Н.Н., Герасименко Ю.Н. Кремний - материал нанoeлектроники [Текст] / Герасименко Н.Н., Герасименко Ю.Н. – М.: Техносфера, 2007. – 352 с
2. Органика наступает [Электронный ресурс], – Режим доступа: <http://www.nanometer.ru>
3. Созданы биоразлагаемые органические транзисторы [Электронный ресурс], – Режим доступа: <http://www.lana.alpe.ru>

УДК 616-78:004.932](062)

## РОЛЬ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ В ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЙ ПРИ ПОСТАНОВКЕ ДИАГНОЗА

Гришина Н.Ю., гр. 21-ИД  
Рук. Петрова О.С.

Ультразвуковая диагностика-распознавание патологических изменений отдельных органов и систем с помощью методов дистантного ультразвукового исследования [1].



Известные преимущества УЗИ по сравнению с другими методами диагностики прежде всего связаны с неинвазивностью, быстротой выполнения, безвредностью для здоровья пациента [2]. Высокая информативность в сочетании с относительно низкой стоимостью позволили занять ему одно из ведущих мест среди других методов исследования.

Ультразвуковые аппараты используются в кардиологии, онкологии, педиатрии, урологии, акушерстве и гинекологии, терапии, хирургии и при оказании неотложной помощи [3]. Особенно перспективно использование ультразвуковых аппаратов при проведении диспансеризации населения.

УЗИ позволяет оценить контуры исследуемых органов, оценить их форму и размеры. Следовательно, можно выявить анатомические дефекты, аномалии развития внутренних органов. Ограничением применения данного метода диагностики является невозможность с помощью УЗИ сканировать костную ткань и полые органы, в частности, легкие, трахею, желудок, кишечник, пищевод. Для диагностики заболеваний этих органов ультразвуковое сканирование малоинформативно [4].

Последние достижения научно-технического прогресса и применение современных компьютерных технологий привели к созданию нового поколения аппаратов ультразвуковой диагностики, обладающих высокой диагностической эффективностью, что значительно расширило область применения УЗИ в медицине и качественно изменило получаемую диагностическую информацию. Высокое качество ультразвукового изображения, прежде всего, достигается благодаря применению цифровой техники для обработки полученных акустических сигналов. В последнее время в клиническую практику вошли новые технологии УЗИ: нативная и вторая гармоники, когерентное формирование изображения, энергетический доплер, доплеровская визуализация тканей, трехмерная и панорамная эхографии, эхоконтрастная ангиография, трехмерные реконструкции в реальном времени. Все перечисленные и другие используемые способы получения ультразвукового изображения вносят различный вклад в улучшение визуализации структуры паренхиматозных и полых органов, различных тканей и сосудов. На сегодняшний день наиболее широкое применение новые технологии УЗИ нашли в акушерстве и гинекологии. Выделение сосудов, определение состояния их стенки и доплерографическая оценка кровотока в норме и при различных патологических состояниях может в широких пределах нести информацию о характере гемодинамики отдельных анатомических областей.

Появление новых диагностических методик и высококачественной медицинской техники идет параллельно с интеграцией уже существующих.

Повышенный интерес вызывает построение трехмерных моделей анатомических структур на основе информации, полученной с использованием ультразвуковых методик.

При построении трехмерных изображений применяют либо автоматический сбор объемной информации при использовании специального трехмерного ультразвукового датчика, либо поступательное перемещение исследователем

обычного датчика с последующей компьютерной реконструкцией объема. Для обработки ультразвуковых трехмерных изображений используются технологии, разработанные для компьютерной и магнитно-резонансной томографии: многопланарная реконструкция; проекция максимальной и минимальной интенсивности; поверхностная или трехмерная реконструкция объекта [5].

Внедрение в клиническую практику эхокардиографических методов исследования сердца в режиме трехмерного отображения позволило достичь прогресса в диагностике клапанной патологии сердца. Кардиохирург имеет возможность изучить интересующий его клапан с разных сторон в реальном масштабе времени на сокращающемся сердце [6]. Таким образом, повышается вероятность определения различных патологий и пороков развития сердца.

При анализе отдельных объектов, имеющих большую разницу акустического сопротивления, полученные трехмерные изображения легко сопоставлять с привычными двухмерными, так как современные компьютерные технологии позволяют включать воспроизведение объема и теневое изображение поверхности.

Интенсивность ультразвука, используемая в диагностических целях, не должна превышать  $1 \text{ мВт/см}^2$ , а частота должна быть в пределах от 2,5 до 11 МГц [4]. При этом более низким частотам соответствует наибольшая глубина проникновения ультразвука, требующаяся, например, в акушерстве для определения положения плода или при диагностике поражений головного мозга. Приборы с высокой частотой ультразвукового излучения применяют при исследовании небольших, расположенных близко к поверхности тела органов и анатомических структур - глаза, некоторых желез внутренней секреции, сосудов и др.

Таким образом, современные многофункциональные ультразвуковые аппараты обладают уникальными диагностическими возможностями и могут быть полноценно использованы при знании теоретических основ получения изображений, а также при уточнении областей оптимального применения, предлагаемых разработчиками новых эхографических методов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Технические средства медицинской интроскопии / Под ред. Б.И.Леонова.-М.:Медицина, 1989.-304с.,ил.
2. Ультразвуковая диагностика: Нормативные материалы и методические рекомендации / Под ред. С.А.Бальтера.-М.:Интерпракс.-1990.-528с.
3. Хомак Е.Б. Ультразвуковые методы диагностики /Хомак Е.Б.,Цыбин И.М.//Биомедицинская техника и радиоэлектроника.-2001.-№5-6,с. 15-19.
4. Большая медицинская энциклопедия:[в 30-ти т. АМН СССР].Гл.ред. Б.В.Петровский — 3-е изд. - М.:Советская энциклопедия.- Т.26.Углекислые воды-Хлор.1985,560с;с ил.,10 л. ил. ,с.42,43,45-50.
5. Medison [электронный ресурс]: ЗАО "Медиэйс", Medison Co. Ltd.- М.:1997.-Режим доступа <http://www.medison.ru>

6. Меделком [электронный ресурс], Режим доступа: <http://www.medelkom.ru>

7. Iskra-medical [электронный ресурс], Режим доступа: <http://www.iskra-medical.ru/>

УДК 616-78: 004. 932] (062)

## ДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ ПЛОДА

**Февралева А.А., гр. 21-ИД  
Рук. Петрова О.С.**

Каждая беременная женщина хочет знать, что происходит в ее организме, как растет и развивается ее ребенок, не подстерегают ли его какие-то опасности. Для этого предусмотрено проведение различных диагностических исследований, которые бывают неинвазивными и инвазивными.

К неинвазивным методам относятся методы обследования плода без оперативного вмешательства [1]. В настоящее время к ним относятся следующие.

1. Ультразвуковое исследование (УЗИ), получившее широкое распространение в акушерской практике и дающее возможность наблюдать за внутриутробным развитием плода и принимать экстренные меры при малейших отклонениях от нормы. УЗИ на разных сроках беременности имеет важное значение для выявления возможной генетической патологии, приводящей к ранней инвалидизации и детской смертности (синдром Дауна, синдром Эдвардса, синдром Патау), врожденных пороков развития ЦНС (гидроцефалии), а также для определения уровня изнашиваемости плаценты.

Для качественного и эффективного проведения таких исследований необходимо наличие высокотехнологичного ультразвукового оборудования - трех- и четырехмерной эхографии плода (3,4 D), которая значительно расширяет диагностические возможности обычной двухмерной эхографии (2D). Аппараты данного класса создаются специально для проведения экспертных ультразвуковых исследований в акушерстве, с возможностью получения высококачественного трехмерного изображения, а также для работы в режиме 4D-Real-Time (объемное изображение плода, получаемое в реальном времени) [2].

2. Допплерометрия - это дополнительный метод ультразвукового исследования, с помощью которого оценивается характер и скорость кровотока в сосудах. Ультразвуковой сканер улавливает отраженный сигнал, рассчитывает разницу между длинами посылаемой и отраженной волны и выводит результат в виде графика. Имеется возможность диагностировать такие осложнения и заболевания как отслойка плаценты, сосудистые нарушения плаценты, обвитие пуповины, врожденные пороки сердца плода, выявить синдром задержки развития плода, внутриутробную гипоксию плода и прогнозировать развитие нев-

рологических нарушений у новорожденного. Достоинствами метода являются - высокая информативность, безопасность и возможность использования на протяжении всей беременности [3].

3. Кардиотокография – исследование, результатом которого является кардиотокограмма, представляющая собой две кривые, совмещенные по времени - одна из них отражает частоту сердечных сокращений плода, другая - маточную активность. Наличие современной аппаратуры позволяет автоматически рассчитывать базовые параметры кардиотокограммы (базальный ритм, вариабельность базального ритма, акцелерации, децелерации) [4].

Инвазивные методы позволяют получать клетки и ткани плода и провизорных органов (хориона, плаценты). Забор материала производится трансабдоминально (через брюшную стенку) под контролем ультразвука. К таким исследованиям относятся представленные ниже методы [5].

1. Амниоцентез — инвазивная процедура, заключающаяся в пункции амниотической оболочки с целью получения околоплодных вод для последующего лабораторного исследования, амниоредукция (забор лишней околоплодной жидкости при многоводии) или введения в амниотическую полость лекарственных средств. Метод применим для диагностики хромосомных и наследственных заболеваний, резус - конфликта, гемолитической болезни плода.

2. Кордоцентез - взятие после инфильтрационной анестезии тонкой пункционной иглой крови (до 5 мл) из сосуда пуповины плода для дальнейшего исследования. Позволяет провести анализ на резус-фактор, инфекционное заражение, наличие наследственных заболеваний.

3. Биопсия ворсинок хориона – инвазивная процедура, которая очень важна в плане выявления внутриутробной инфекции плода (особенно при токсоплазмозе, цитомегаловирусной инфекции) и т.д. Поздняя биопсия хориона носит название плацентоцентез.

4. Серологический анализ крови, т.е. исследование сыворотки для определения совместимости крови матери и плода, т.е. наличия в крови матери антител, направленных против эритроцитарного антигена D (резус-фактора), отсутствующего у нее при вынашивании резус-положительной беременности или несовместимости групп крови по системе АВО матери и ребенка.

5. Тройной тест - сыворотка венозной крови беременной исследуется на содержание 3 веществ: альфа-фетопротеина (АФП), хорионического гонадотропина (ХГ), неконъюгированного эстриола (НЭ). Данное лабораторное исследование позволяет провести диагностику: синдрома Дауна с вероятностью 80%, а также некоторых уродств головного или спинного мозга (анэнцефалия, черепно-мозговые или спинномозговые грыжи) и ряда других тяжелых пороков развития у плода [6].

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Электронный ресурс, режим доступа: [www.avapeter.ru](http://www.avapeter.ru).
- 2 Электронный ресурс, режим доступа: [www.med74.ru](http://www.med74.ru)
- 3 Стрижаков, А.Н. Ультразвуковая диагностика в акушерской клинике [Текст] / А.Н. Стрижаков, А.Т.Бунин, М.В.Медведев.: М.- Медицина, 2008 г.

- 4 Электронный ресурс, режим доступа: [www.art-med.ru](http://www.art-med.ru).  
 5 Электронный ресурс, режим доступа: <http://medportal.ru>.  
 6 Электронный ресурс, режим доступа: [www.cironline.ru](http://www.cironline.ru).

УДК 681.2.082(062)

# **ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ИЗМЕНЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ БИОТКАНИ И ПОКАЗАТЕЛЯ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ КРОВИ В ПРОЦЕССЕ ПРОВЕДЕНИЯ ОККЛЮЗИОННОЙ ПРОБЫ**

**Егорова А.И., гр. 41-ИД  
 Рук. Дунаев А.В.**

Для диагностики состояния сосудистого русла нередко применяют различные нагрузочные пробы, среди которых часто используется окклюзионная проба (ОП), которая реализуется путем пережатия на 1-3 мин соответствующего участка конечности манжетой тонометра таким образом, чтобы вызвать остановку кровотока и соответственно ишемию в исследуемой области.

Ранее особенности реакции на ОП изучались с использованием методов лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ) и оптической тканевой оксиметрии (ОТО) [1], тепловизионных исследований реакции конечностей на окклюзию с диагностической целью практически не проводилось. Поэтому актуальной задачей является исследование возможностей тепловидения при регистрации и анализе экспериментальных данных параметров системы микроциркуляции крови (МЦК) в процессе нагрузочных тестов вообще и окклюзионной пробы в частности.

В рамках поставленной задачи были проведены эксперименты в лаборатории медико-физических исследований Московского областного научно-исследовательского клинического института (МОНКИ) им. М.Ф. Владимирского. Целью данных экспериментов явилось выявление изменения показателя микроциркуляции (ПМ) и исследование температурной реакции биоткани в области дистальных фаланг пальцев на окклюзию плечевой артерии.

Бесконтактные наблюдения температурных изменений на поверхности кисти проводились с использованием медицинского термографа «ИРТИС-2000 МЕ». На записанной термограмме выделялись области дистальных фаланг пальцев у основания ногтевого ложа и точки на кончиках пальцев. Далее строились зависимости температуры выделенных областей и точек от времени ОП (рисунок 1).

Необходимо отметить, что в результате исследования была зарегистрирована нормальная (непатологическая) температурная реакция области дистальных фаланг пальцев на окклюзию плечевой артерии, так как эксперимент проводился на условно здоровом добровольце. В случае сосудистых нарушений наблюдается снижение исходной температуры, снижение разностей исходной и

минимальной, максимальной и минимальной, исходной и максимальной температур, а также снижение скорости увеличения температуры после снятия окклюзии [1].

Кроме температурных изменений регистрировались также изменения показателя микроциркуляции методом ЛДФ с использованием многофункционального лазерного диагностического комплекса «ЛАКК-М».

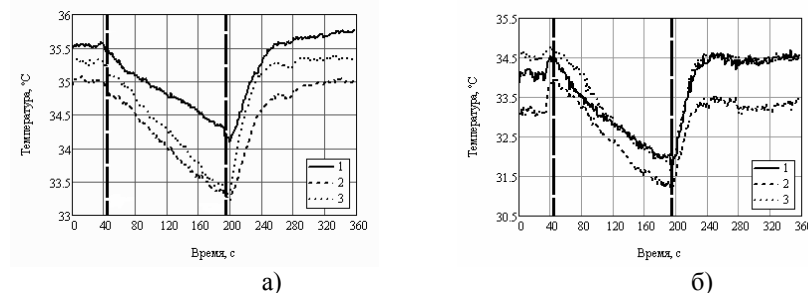


Рисунок 1 – Типичный вид зависимостей температуры дистальных фаланг пальцев от времени с начала проведения ОП: а – результаты измерения температуры в области основания ногтевого ложа; б – результаты измерения температуры в точках на кончиках пальцев.

Температурные кривые: 1 – для безымянного пальца; 2 – для среднего пальца; 3 – для указательного пальца. Жирными пунктирными линиями показаны моменты начала и окончания окклюзии

При интерпретации результатов ЛДФ оценивались параметры, характеризующие значения ПМ в различные моменты ОП, а также временные показатели и резерв кровотока [2]. Изменение значений данных параметров может служить индикатором тех или иных патологических состояний.

Проведение ОП стандартными способами доплеровской флоуметрии с одновременным измерением температуры биоткани даёт дополнительную информацию об эффективности кровоснабжения и объёмного кровенаполнения сосудов [1]. Выявление особенностей температурной реакции и реакции микроциркуляторного русла на ОП может служить диагностическим критерием для оценки функционального состояния кровеносных сосудов и решать проблему индивидуализации лечебных воздействий, в том числе физиотерапевтических.

Продолжением дальнейших исследований является создание математической модели процесса теплопередачи при ОП с целью выявления индивидуальных теплофизических параметров биоткани пациентов.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Оценка функционального состояния кровеносных сосудов по анализу температурной реакции на окклюзионную пробу [Текст] / Д.А. Усанов [и др.] // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2009. – Т.5, № 4. – С. 554-558.

2. Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови [Текст]: Руководство для врачей. / Под. ред. А.И. Крупаткина, В.В. Сидорова – М.: Медицина, 2005. – 256 с.: ил.

УДК 006.91:615.47

## СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

**Козюра А.В., гр. 51-ИД  
Рук. Подмастерьев К.В.**

Обеспечение качественной, своевременной и объективной диагностики патологии сердечнососудистой системы является важнейшей проблемой здравоохранения. Только в 2009 году по данным Федеральной службы государственной статистики смертность от болезней системы кровообращения составила 1,186 миллионов человек [1]. Самым распространённым, доступным и эффективным методом инструментальных исследований в кардиологии является электрокардиография. Однако качество электрокардиографического исследования во многом зависит от качества работы инструментальных средств, которое невозможно обеспечить без своевременного и адекватного контроля технического состояния, а также соответствующего метрологического обеспечения.

В Российской Федерации сегодня действует ряд стандартов, регламентирующих технические требования к электрокардиографической технике, методы её сертификационных испытаний, а также рекомендации по метрологии, устанавливающие методику ее поверки [2, 3]. Но в связи с вступлением в силу 1 сентября 2009 ГОСТ Р МЭК 60601-2-51-2008 возникает ряд проблем, связанных с наличием противоречий данного стандарта с существующей нормативной базой, а также недостатками инструментальной базы метрологического обеспечения электрокардиографической аппаратуры (ЭКП) [4, 5].

В Орловском государственном техническом университете на кафедре «Приборостроение, метрология и сертификация» ведутся работы, направленные на создание информационной системы контроля технического состояния ЭКП. В ходе проведенных работ предложена и запатентована структура системы, начата реализация технических решений, разработано и зарегистрировано программное обеспечение для автоматизации метрологической поверки ЭКП [6, 7]. Наряду с возможностью автоматизации процедуры метрологической поверки по действующей методике Р 50.2.009-2001 разрабатываемая система может использоваться для проведения сертификационных испытаний в соответствии с новым стандартом. Кроме того, архитектура системы позволяет проводить быстрое расширение функциональных возможностей и изменение базы тестовых сигналов, что позволит быстро и с малыми затратами адаптировать систему к требованиям новой методики поверки. В основу работы системы за-

ложен автоматизированный анализ отклика прибора на формируемые специализированным генератором ЭКГ-подобные тестовые сигналы, параметры которых определены в ГОСТ Р МЭК 60601-2-51-2008. Сравнение записанного отклика с сигналом позволяет объективно судить о техническом состоянии и проводить техническую диагностику прибора. Необходимые для сравнения данные получаются путем оптического распознавания координат линии сигнала на оцифрованной ЭКГ-ленте или поступают от ЭКП в виде файлов стандартных форматов передачи медицинских данных. Автоматизированное сравнение производится с помощью разработанного программного обеспечения. По результатам формируется и сохраняется в базе данных отчет.

Использование представленной информационной системы позволит существенно сократить материальные и временные затраты на создание инструментальной базы контроля состояния ЭКП на стадии производства, сертификации и поверки и представит возможность оценки текущего состояния ЭКП в рамках технического обслуживания аппаратуры при ее эксплуатации в периоды межповерочных интервалов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Российский статистический ежегодник 2009. Смертность по основным классам причин смерти. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.gks.ru/bgd/regl/b09\\_13/IssWWW.exe/Stg/html1/04-26.htm](http://www.gks.ru/bgd/regl/b09_13/IssWWW.exe/Stg/html1/04-26.htm)
2. ГОСТ Р МЭК 60601-2-51-2008 Изделия медицинские электрические. Часть 2-51. Частные требования безопасности с учетом основных функциональных характеристик к регистрирующим и анализирующим одноканальным и многоканальным электрокардиографам. [Текст]; введен 2009-09-01. – М.: Стандартинформ, 2009. – 66 с.
3. Р 50.2.009-2001. Рекомендации по метрологии. Электрокардиографы, электрокардиоскопы, электрокардиоанализаторы. Методика поверки. [Текст]. Взамен МИ 2398-97; введен 2002-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 30 с. – (Государственная система обеспечения единства измерений)
4. ГОСТ 19687-89 Приборы для измерения биоэлектрических потенциалов сердца. Общие технические требования и методы испытаний. [Текст]; введен 1990-01-01 – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 26 с.
5. Подмастерьев, К.В., Козюра А.В. Проблемы метрологического обеспечения электрокардиографической техники и возможные пути их решения [Текст] / К.В. Подмастерьев, А.В. Козюра // Биотехносфера. - СПб.: Политехника. - 2010. - No.1. - С. 34-39
6. Патент 86300 Российская Федерация RU 86 300 U1. Программно-аппаратный комплекс контроля состояния электрокардиоаппаратуры [Текст] / Б.А. Егоров, А.В. Козюра, К.В. Подмастерьев, М.В. Яковенко. – № 2009113788/22; заявл. 13.04.09; опубл. 27.08.09.
7. Программа для автоматизации метрологической поверки электрокардиоаппаратуры [Текст]: свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ 2009613815 / К.В. Подмастерьев, Б.А. Егоров, А.В. Козюра, М.В. Яковенко;

заявитель и правообладатель Орл. гос. техн. ун-т. – № 2009612260; заявл. 18.05.09; зарег. 16.07.09.

УДК 577.3:615.47+57.034

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПОКАЗАТЕЛЯ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ КРОВИ ПРИ НИЗКОИНТЕНСИВНОЙ ЛАЗЕРНОЙ ТЕРАПИИ

Жеребцов Е.А., гр. 51-ИД

Рук. Дунаев А.В.

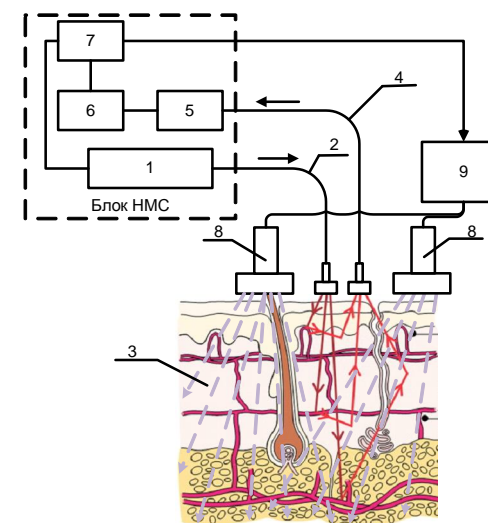
В современной лечебной практике низкоинтенсивная лазерная терапия (НИЛТ) является широко распространенной процедурой. Однако ценность и эффективность данной технологии будет выше в случае удовлетворительного решения ряда проблем, существующих в данной области.

Так, в частности, нет единого мнения о приоритете значимости отдельных факторов лазерного излучения и их механизмов действия. Спорными остаются и допустимые диапазоны применяемых доз излучения. Фактически отсутствует индивидуализация параметров лечебного воздействия. Обнаружение однозначного и воспроизводимого отклика параметров биообъекта на воздействие низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ) является актуальным как для конкретизации терапевтического эффекта при НИЛТ, так и для индивидуализации, повышения эффективности и безопасности лечения [Ошибка! Ошибка связи].

Вполне обоснованным считается утверждение, что эффект от действия НИЛИ следует в первую очередь искать в виде изменений параметров системы микроциркуляции крови (МЦК) в области воздействия, так как зависимость жизнеспособности тканей от эффективности работы ее сосудистой сети кровеносной и лимфатической систем не вызывает особых сомнений.

Проведенные исследования и анализ полученных результатов по предложенной методике, предусматривающей использование метода лазерной доплеровской флоуметрии для непрерывного и импульсного режимов излучения при НИЛТ, позволили установить ранее неизвестные закономерности между параметрами воздействия и изменениями, происходящими в амплитудах колебаний ритмов микроциркуляции в области экспозиции. Обнаружено увеличение СКО показателя микроциркуляции (ПМ), в первом приближении пропорциональное энергетической экспозиции процедуры НИЛТ. Наибольшее увеличение амплитуд колебаний наблюдается в диапазоне частот, соответствующих пульсовым колебаниям и колебаниям в нейрогенном диапазоне. Увеличение амплитуд колебаний в ритмах может свидетельствовать о стимулирующем эффекте при НИЛТ [Ошибка! Ошибка связи].

На основании предложенного метода контроля параметров микроциркуляции крови при проведении процедуры НИЛТ, а также разработанных алгоритмов обработки результатов измерения ПМ, разработана структурная схема компьютеризированного аппарата лазерной терапии с адаптивным управлением (рисунок 1). В данном решении в качестве канала обратной связи используется метод ЛДФ, дающий возможность регистрации реакции системы МЦК при НИЛТ. В канале ЛДФ для решения проблемы регистрации частоты доплеровского сдвига излучения оптического диапазона предлагается использовать методы на основе эффекта фотосмещения. В этом случае на поверхность фотоприемника направляются две волны; реакция его квадратична относительно напряженности поля, поэтому если две волны имеют различные частоты, то выходной ток приемника содержит составляющую на разностной частоте. Опорной волной, относительно которой отсчитывают доплеровский сдвиг частоты, является часть излучения лазера, зондирующего исследуемый объект.



1 – лазер малой мощности; 2 – передающее оптоволокно; 3 – биообъект; 4 – приёмное оптоволокно; 5 – фотоприёмник; 6 – блок электронной обработки; 7 – вычислительный блок (ПК); 8 – излучающий терминал; 9 – базовый блок аппарата лазерной терапии

Рисунок 1 – Структурная схема компьютеризированного аппарата лазерной терапии с адаптивным управлением

Предлагаемый метод и устройство контроля параметра микроциркуляции крови при НИЛТ позволяют индивидуализировать процесс физиотерапевтического лечения, а значит, повысить уровень здоровья населения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Дунаев, А.В. Применение методов неинвазивной спектрофотометрии для исследования системы микроциркуляции крови при низкоинтенсивной лазерной терапии / А.В. Дунаев, Е.А. Жеребцов // Биотехносфера. – 2009. – № 6, С. 40-44.

2. Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови / Под ред. А.И. Крупаткина, В.В. Сидорова: Руководство для врачей. – М.: Медицина, 2005. – 256 с.

УДК 681.2.082(062)

# МЕТОД И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОЦЕНКИ РЕАКЦИИ ОРГАНИЗМА НА ФИЗИОТЕРАПЕВТИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ

Пиллюженкова М.А., гр. 51-ИД  
Рук. Дунаев А.В.

На современном этапе развития отечественной и зарубежной медицины широко используются различные методы физиотерапии. При изучении клинических эффектов, выявляют существование неоднозначных результатов курсовой физиотерапии больных различных нозологических и возрастных групп, включающие нежелательные последствия в виде отсутствия какой-либо положительной динамики или же возникновения отрицательных реакций.

На сегодняшний день является актуальными разработки диагностических методик и устройств для определения оптимальных параметров процедурных и курсовых режимов физиотерапии.

Одним из вариантов решения данной проблемы является предлагаемое устройство для оценки реакции организма, основанное на фотоплетизмографии.

Фотоплетизмограммами (ФПГ) называют кривые, характеризующие изменение степени поглощения светового излучения в зависимости от времени. По их виду неинвазивно удастся установить наличие различных гемодинамических нарушений в движении крови на исследуемых участках сосудистого русла, а также состояние вегетативной нервной системы (ВНС) пациента.

ФПГ позволяет вычислить более 10 параметров пульса [1]. В последнее время предложены новые показатели для возможности оценки состояния ВНС – ритмоинотропный показатель (РИП) и коэффициент вегетативной регуляции (КоВР) [2].

РИП несет информацию об исходном состоянии ВНС, ее реактивности и исходной активности эрготропной или трофотропной зоны отдела ВНС и пред-

ставляет собой интегральный показатель, величина которого определяется суммированием долевых изменений частоты сердечных сокращений и амплитуды пульсовой волны в динамике относительно исходных значений, определяемых по одноименным параметрам до начала проведения исследования:

$$РИП = P_{ps} + P_{амп} . \quad (1)$$

Значение КоВР ориентировано на установление результирующего влияния ВНС на адаптационные системы организма, включающие и сердечно-сосудистую систему (ССС). КоВР является расчетным и получается при вычитании значения долевой продолжительности периода торможения из значения долевой продолжительности периода активации, полученных во время ФПГ-исследования:

$$КоВР = A(\%) - T(\%) . \quad (2)$$

В данной работе предложена методика оценки реакции организма на физиотерапевтическое воздействие с помощью фотоплетизмографического устройства.

На первом этапе выполняют подготовку физиоаппарата и ФПГ-устройства к процедуре, происходит активация интерфейсной части. Выполняют короткую запись ФПГ для получения исходных значений амплитуды пульсовой волны и частоты сердечных сокращений (ЧСС). На втором этапе происходит мониторинг ФПГ-показателей. На третьем этапе выполняется запись ФПГ в течении промежутка времени не менее 5 мин для определения остаточной реакции ВНС после процедуры физиотерапии и скорости восстановления ФПГ-показателей до исходных значений.

Экспериментальные исследования оценки состояния организма с помощью предложенного устройства проводились на условно здоровых добровольцах различного возраста и пола без использования физиотерапии. В результате исследования были выявлены различные состояния ВНС. Пример типичной диаграммы РИП приведен на рисунке 1.

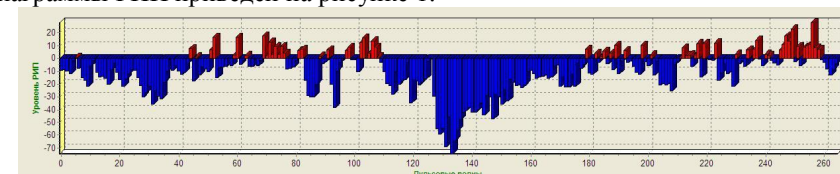


Рисунок 1 – Пример типичной диаграммы РИП

На основании разработанного устройства и результатов исследований в клинических условиях [3] сделаны следующие выводы:

– выполнение курсовой физиотерапии с использованием новых методов диагностики, основанных на ФПГ-мониторинге процедур при лечении больных в различных нозологических и возрастных группах повышает эффективность физиотерапии;

– появляется возможность для проведения физиотерапии в тех нозологических группах больных, которые входили в список противопоказаний;



– возможно использовать ФПГ-устройство в качестве средства функциональной диагностики как в лечебно-профилактических учреждениях, так и в домашних условиях.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мошкевич, В.С. Фотоплетизмография. – М.: Медицина, 1970. – 154 с.
2. Малиновский, Е.Л. Возможности прогнозирования индивидуальной реакции больных на курсовую низкоинтенсивную лазерную терапию / Е.Л. Малиновский, А.В. Картелишев, А.Р. Евстигнеев // Актуальные проблемы лазерной медицины: Сборник научных трудов / Под ред. Н.Н. Петрищева. – СПб. – 2006. – С. 160-173.
3. Малиновский, Е.Л. Возможности использования методов фотоплетизмографии и тканевой оксиметрии для контроля и оценки эффективности низкоинтенсивной лазерной терапии / Е.Л. Малиновский, А.В. Дунаев // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2009. – №4. – С. 105-115.

УДК 681.2.08:615.849.19

#### ВОЗМОЖНОСТИ УЧЕТА ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БИОТКАНИ ПРИ НИЗКОИНТЕНСИВНОЙ ЛАЗЕРНОЙ ТЕРАПИИ

Самойличенко О.В., гр. 11 БИ(б)-М  
Рук. Дунаев А.В.

Как известно, низкоинтенсивное лазерное излучение (НИЛИ) оказывает тепловое воздействие на биологические ткани. Таким образом, важной задачей является оценка параметров теплового режима при нагревании и остывании тканей, а также оптимизация воздействия по размерам светового пучка, его мощности, длине волны, времени и других характеристиках облучения. Необходимо вести учет влияния локального нагрева биоткани в области облучения при низкоинтенсивной лазерной терапии (НИЛТ) на систему микроциркуляции крови (МЦК). Для решения этих задач необходимо иметь математический аппарат, позволяющий оценить пространственные и временные распределения температуры в тканях при различных входных параметрах облучения. Представляется актуальной задача учета теплофизических свойств биоткани в глущине для повышения адекватности и оптимизации терапевтических процедур.

Для обеспечения эффективности НИЛТ был разработан метод контроля поглощаемой в эпидермисе мощности излучения [1], основанный на регистрации затраченной на локальный нагрев эпидермиса мощности за счет измерения

максимальной его температуры в двух точках вне светового пятна, лежащих на одном радиус-векторе и определенном расстоянии друг от друга. Разработана математическая модель распределения температуры по поверхности эпидермиса в виде уравнения теплового баланса эпидермиса в установившемся режиме, учитывающая зависимость его теплопроводности от расположения кожных борозд. Данная модель учитывает условия теплообмена на границе среды эпидермис-воздух и эпидермис-внутренние слои кожи, позволяет определить градиент температуры на границе облучаемого пятна кожного покрова, который необходим для расчета мощности излучения, потраченной на локальный нагрев эпидермиса. Недостатком данной модели является отсутствие учета оттока тепла за счет системы МЦК.

Модель многослойной многокомпонентной среды [2] позволяет вести учет многократного рассеяния света в среде, вертикально-неоднородной структуры дермы и многократных переотражений излучения между слоями кожи. На этой основе промоделированы спектры действия внешнего излучения на кровь и найдены длины волн, эффективные с точки зрения различных механизмов воздействия. Получена новая аналитическая аппроксимация глубинного профиля светового поля в виде суммы двух экспоненциальных функций. Эта зависимость использована в качестве функции источников уравнений теплопроводности. Оценен рост температуры многослойной биоткани типа кожного покрова под действием излучения. Данная модель отвечает заданным требованиям, но обладает недостатком – не учитывает отток тепла с помощью перфузии.

Модель [3] позволяет произвести расчет гипертермии многослойной биологической структуры под действием лазерного излучения. В данной модели биоткань представляет собой неоднородную полубесконечную биологическую структуру. Лазерное излучение, падающее на поверхность кожи, поглощается слоями биоткани (эпидермисом, дермой), а также гемоглобином крови, вызывая рост температуры в подкожных слоях и внутри сосудов. Модель позволяет оценить термическое действие и выбрать оптимальные параметры облучения.

Метод диагностики системы МЦК путем контроля степени оксигенации для изучения влияния лазерного излучения предполагает взаимосвязь между нагревом при НИЛТ и изменений параметров МЦК [4].

На основании рассмотренных моделей нагрева биоткани и предполагаемых реакций системы МЦК при НИЛТ проведены соответствующие пробные эксперименты в медицинском институте Орловского государственного университета. С помощью диагностического аппарата неинвазивной медицинской спектrophотометрии ЛАКК-02, работающего на основе лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ), зарегистрированы ЛДФ-граммы (показатель микроциркуляции) при НИЛТ с использованием аппарата лазерной терапии УЛАН-БЛ-20. Оценочные эксперименты показывают возможность учета изменений параметров системы МЦК при контроле процедуры НИЛТ.

Анализ современных моделей нагрева биоткани при облучении НИЛИ и методов контроля НИЛТ показывают необходимость создания на основе тео-

рии гидродинамики математической модели, позволяющей оценить пространственные и временные распределения температуры в тканях и при этом учесть отток тепла за счет системы МЦК.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Дунаев, А.В. Контроль поглощаемой в эпидермисе мощности лазерного излучения при низкоинтенсивной лазерной терапии [Текст] / А.В. Дунаев, С.Ф. Корндорф // Вестник новых медицинских технологий. – Т. IX, №4. – 2002. – С. 63-66.
- 2 Барун, В.В. Аналитический подход к описанию нагрева многокомпонентных биологических тканей лазерным пучком [Текст] / В.В. Барун, А.П. Иванов // Квантовая электроника. – 2004. – №34. – С. 1069-1076.
- 3 Куликов, К.Г. Моделирование тепловых процессов, вызываемых воздействием лазерного излучения на органические среды [Текст] / К.Г. Куликов, А.М. Радин // Оптика и спектроскопия. – 2002. – №2. – С.228-236.
- 4 Стратонников, А.А. Диагностика реакции капиллярного русла тканей на лазерное излучение [Текст] / А.А. Стратонников, Н.В. Ермишова, В.Б. Лощенов // Квантовая электроника. – 2002. – №10. – С.917-922.

УДК 615.47(062)

## МАКЕТ НЕИНВАЗИВНОГО ТКАНЕВОГО ОКСИМЕТРА

Сапрыкин С.В., гр.51-ИД  
Рук. Дунаев А.В.

Человеческий организм характеризуется множеством параметров, по которым можно судить о его состоянии. Немаловажными являются параметры сердечно-сосудистой системы и крови. В медицинской практике существует множество различных методов для определения тех или иных параметров крови: число форменных элементов, наличие и концентрация веществ, скорость оседания эритроцитов. В современной медицине стали востребованы методы диагностики системы микроциркуляции крови (МЦК).

Одним из важнейших параметров, характеризующих микрососудистую систему, является уровень насыщения крови кислородом (сатурация). Знание о сатурации крови кислородом позволяет судить о состоянии дыхательной системы, состоянии микрогемодиализаторного русла, снабжении тканей кислородом и другими полезными веществами.

Различаются несколько видов сатурации. Сатурация артериальной крови обозначается  $СаО_2$ , оксигенация венозной крови –  $СvО_2$ , а  $SO_2$  – сатурация

смешанной крови по всему артерио-венозному руслу системы микроциркуляции.

Наибольшее практическое значение имеет определение сатурации смешанной крови по всему артерио-венозному руслу, так как именно  $SO_2$  позволяет судить о транспорте, потреблении и утилизации кислорода в биологических тканях без привязки к кардиоритму в перфузии тканей кровью, что нельзя сказать в случае артериальной сатурации [1].

Метод оптической тканевой оксиметрии основан на измерении сатурации смешанной крови в биотканях, а именно – на явлении избирательного поглощения различными веществами определённых длин волн оптического излучения.

Целью данной работы является разработка макета аппаратной части неинвазивного тканевого оксиметра, а также изучение метода оптической тканевой оксиметрии и проверка реализуемости метода в исследовательских условиях на основе построенного макета.

Прототипом для создания макета послужил неинвазивный тканевый оксиметр «Спектротест». Прибор проводит освещение исследуемой ткани оптическим излучением на пяти специально подобранных длинах волн посредством светодиодов, отправляет результаты измерений на ПК, где проводится их специальная обработка [2].

В процессе работы разработан действующий макет неинвазивного тканевого оксиметра (рисунок 1), отличающийся от прототипа питанием от ПК через порт USB, благодаря чему отпадает необходимость в дополнительном батарейном отсеке, возможностью вариации времени работы светодиодов, времени одного цикла измерений, количества измерений за время работы одного излучателя.

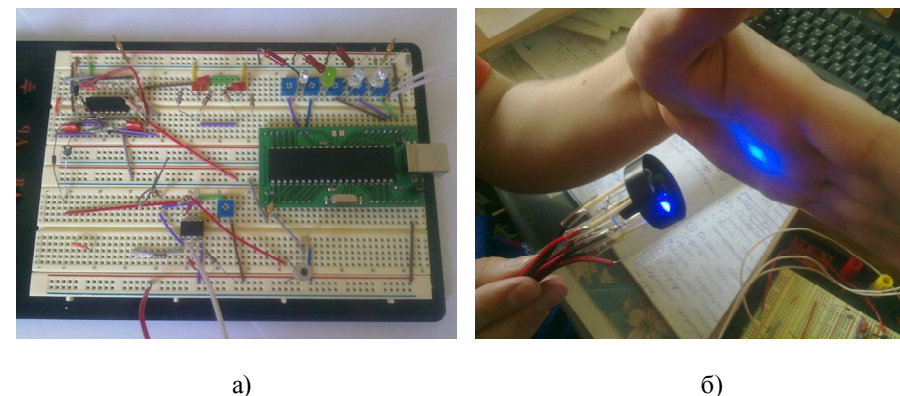


Рисунок 1 – Внешний вид макета (а) и оптического зонда (б)

Макет работает следующим образом. По очереди на определённое время зажигаются пять светодиодов, во время работы которых проводятся многократные измерения светового потока, переотразившегося в исследуемом участке

биоткани и попавшего в окно фотодиода. Фототок преобразуется в напряжение, усиливается, кодируется АЦП и результаты измерений передаются на ПК, где производится их дальнейшая обработка. После завершения измерений на одной длине волны запускается следующий излучатель с другой длиной волны излучения, предыдущий – выключается.

Для автоматизации работы разработанного макета написана управляющая программа, которая помимо управления макетом, выводит на экран ПК результаты измерений и проводит простейшую математическую обработку результатов.

Разработанный макет аппаратной части неинвазивного тканевого оксиметра и его управляющая программа позволяют проводить экспериментальные исследования по изучению метода оптической тканевой оксиметрии и его технической реализации. На базе разработанного макета возможно создать неинвазивный тканевый оксиметр, превосходящий по некоторым характеристикам существующие аналоги.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Афанасьев А.И., Рогаткин Д.А., Сергиенко А.А., Шумский В.И. Методики и аппаратура неинвазивной оптической тканевой оксиметрии. // В сб. «Материалы XXVI Школы по когерентной оптике и голографии» / Под.ред. проф. А.Н. Малова – Иркутск: Папирус, 2008. – с.505-513.

2. Спектрофотометрический неинвазивный оптический тканевый оксиметр и анализатор объёмного капиллярного кровенаполнения мягких биологических тканей «Спектротест» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [http://page-nii-r2.narod.ru/Cr\\_r\\_05.htm](http://page-nii-r2.narod.ru/Cr_r_05.htm)

УДК 621.787: 621.039.56

#### АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ДИАГНОСТИКИ ТРИБОСОПРЯЖЕНИЙ ЭНДОПРОТЕЗОВ СУСТАВОВ

Некрасов В.И., гр. 41-ИД  
Рук. Мишин В.В.

Трибология как наука занимается исследованием и описанием процессов контактного взаимодействия взаимодействующих деформируемых тел. Трибодиагностика – раздел трибологии о методах и средствах непрерывного контроля состояния фрикционных параметров деталей и узлов машин. Трибосопряжение – это две функционально связанные детали, например вал – втулка, два зубчатых колеса, между которыми существует трение. Трибосопряжение

согласно ЕСКД может быть отнесено к сборочной единице или изделию, состоящему из двух составных частей [1]. Эндопротез – это протез, который используется для вживления внутрь тела, с целью возмещения утраченных функций или с косметическими целями [2].

Продукты износа трибосопряжений эндопротеза, попадая на контактную поверхность кость – имплантант, воспринимаются иммунной системой человека как чужеродные объекты и атакуются иммунными клетками. Это явление называют металлозом [3]. Вследствие этого происходит развитие асептической нестабильности компонентов эндопротеза вследствие процесса резорбции костной ткани агрессивной грануляционной тканью, образующейся в ответ на продукты износа трущихся поверхностей. Кроме того, отклонения от формы, дефекты поверхности трибосопряжений протеза сустава ведут к возникновению сильных болей при движении человека, снижению стабильности конструкции эндопротеза, повреждению мышц и связок. Все это приводит к тому, что возникает риск повторного эндопротезирования, что в свою очередь нежелательно для пациента. В связи с вышесказанным возникает проблема диагностирования трибосопряжений эндопротезов.

На сегодняшний день существуют следующие методы, применяемые для диагностики трибосопряжений эндопротезов: ультразвуковой, вибрационный, термометрический, весовой, микроскопические, металлографические, рентгеновские.

1) Термометрический метод. Применение данного метода описано в патенте US 2005001261 0A1 [4]. В основу применения метода положено явление зависимости температуры в зоне трения от степени износа материалов и интенсивности трения в трибосопряжении. Согласно [4] температура в зоне трения эндопротеза тазобедренного сустава может изменяться в широких пределах – от 20 °С до 100 °С и более. Достоинством данного метода является простота реализации электронной части, универсальность. Недостатками являются: сложность технической реализации внедрения температурного датчика в компоненты протеза, или сложность надежного внешнего закрепления на них; ограниченный срок службы миниатюрного питательного элемента; возможна большая погрешность при измерении температуры в зоне трения.

2) Вибрационный метод. Вибрационный метод, согласно патенту US 5533519, основан на измерении вибрации сустава, с помощью акселерометров или микрофонов, расположенных на коже или на внешних элементах поверхности сустава [5]. Данный метод применяется для диагностики состояния суставов человека, однако может быть применен и для диагностики трибосопряжений эндопротезов. По амплитудно-временным характеристикам сигнала, его статистическим и частотным характеристикам и имеющимся априорным данным о соответствующих характеристиках у неисправных эндопротезов, имеющих отклонения от размеров, формы поверхностей, шероховатости и т.д. с помощью обученной нейронной сети предлагается выполнять контроль и диагностику суставов трибосопряжений эндопротезов суставов. Достоинствами данного метода является: относительная простота реализации, высокая степень на-

дежности результата. Недостатки: сложность конструкции, необходимость создания и обучения нейронной сети, метод подходит для диагностики не всех типов эндопротезов.

3) Весовой метод. В некоторых статьях, посвященных созданию новых типов эндопротезов или оптимизации существующих эндопротезов, например в [6], используется весовой метод контроля износа трибосопряжений эндопротезов. В процессе трения микроскопические неровности поверхностей взаимодействуют друг с другом, частицы отрываются от поверхности материала, что вызывает снижение массы всей детали. Достоинства данного метода: простота методики применения, невысокая сложность. Недостатки: необходимость большого количества циклов для тестирования, невозможность применения для массового контроля в производстве.

4) Рентгеновские и оптические методы. При изучении рельефа изнашиваемых поверхностей и структурных характеристик поверхностного слоя материалов широко применяют оптическую и электронную микроскопию [7]. Оптическая микроскопия чаще всего применяется для получения картины размеров и распределения структурных составляющих материала по фотографиям полированных и слегка протравленных участков поверхностей деталей или образцов материала (шлифов). Достоинства: высокая точность и достоверность получаемой информации. Недостатки: высокая стоимость и трудоемкость применения, сложность использования в массовом производстве.

В результате проведенного обзора был проведен анализ состояния диагностики трибосопряжений эндопротезов суставов. Анализ показал что на сегодняшний день не существует приборов, которые могли бы осуществлять комплексный трибологический контроль и диагностику трущихся частей эндопротезов суставов в условиях крупносерийного и массового производства.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Машков Ю.К. Трибология конструкционных материалов [Текст] / Ю.К. Машков. - Омск: ОмГТУ, 1996. - 299 с.
2. Pinchuk L. S. Tribology and biophysics of artificial joints [Текст] / L. S. Pinchuk. - GB, Elsevier B.V., 2006. - 268 с.: ил. - ISBN-13: 978-0-444-52162-0.
3. Металлоз. Медицинский справочник [Электронный ресурс]. [<http://1med-spravka.ru/235/13.html>]: - режим доступа: [www.med-spravka.ru](http://www.med-spravka.ru).
4. US Patent No. 2005/0012610 A1. Joint endoprosthesis with ambient condition sensing / Yen-Shuo Liano, Mark DiSilvestro - № 10/813,803. Заявл. 31.03.2004. Оpubл. 20 Jan 2005.
5. US Patent No. 5533519. Method and apparatus for diagnosing joints / J.C. Radke, W.H. Clay, S.W. Bay, G.J. Ryan, N.M. St. Milwaukee, T.W. Hersberger - № 437704. Заявл. 9.05.1995. Оpubл. 9 Jul 1996.
6. ZHANG JianHua, HUA ZiKai, SU ShiHu. A bionic artificial joint system and investigation of tribological performance [Текст] / ZHANG JianHua, HUA ZiKai, SU ShiHu. - Chinese Scientific Bulletin, 2009. - 599-607 с.

7. Беркович И.И., Громаковский Д.Г. Триборлогия. Физические основы, механические и технические приложения: [Текст]: учебник для вузов / И.И. Беркович, Д.Г. Громаковский; Под ред. Д.Г. Громаковского. - Самара: ГТУ, 2000. - 268 с.: ил. - ISBN 5-7964-0164-5.

УДК 620.17.05: 616.728.2

#### УСТАНОВКА ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ЭНДОПРОТЕЗОВ ТАЗОБЕДРЕННЫХ СУСТАВОВ

Щепилина О.В., гр. 51-ИД  
Рук. Мишин В.В.

Результат эндопротезирования зависит не только от материала, от биомеханического взаимодействия между имплантатом и костным ложем, от реакции организма на инородное тело, но и от качества изготовления самого эндопротеза.

Проблема состоит в том, что этапе производства эндопротезов отсутствует универсальная система оценки качества узлов трения, что не позволяет проводить сравнительный анализ существующих конструкций по универсальной методике и заранее определять его параметры надежности, работоспособности и долговечности, что позволило бы уменьшить число повторных операций.

На сегодняшний день для испытаний эндопротезов применяют стандартные, установленные ГОСТом методики и машины трения, но все они направлены лишь на рассмотрение проблем износа, что не позволяет в должной мере решить существующую задачу, т.к. не происходит выделения информации о текущем техническом состоянии зоны трения эндопротеза с учетом условий и режимов работы, свойств смазочного слоя, который разделяет металлические поверхности эндопротеза, а также факторов, которые характеризуют качество изготовления конструкции эндопротеза (отклонения от правильной геометрической формы, шероховатость поверхности) [1].

Цель работы: разработка установки для испытаний эндопротезов тазобедренных суставов, позволяющей реализовать метод диагностирования, который учитывая флуктуацию толщины смазочного слоя в зоне трения, даст возможность определять условия возникновения граничного режима трения при максимально возможной нагрузке и тем самым получить дополнительную информацию о состоянии трибосопряжения.

Проектируемая установка состоит из двух функциональных узлов: узла нагружения и привода (рисунок 1).

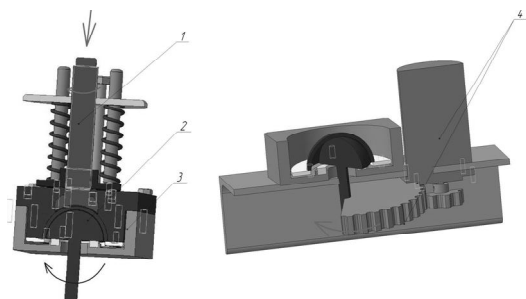


Рисунок 1 – Установка для испытаний эндопротезов тазобедренных суставов

Суставы испытывают очень большие нагрузки, степень которых зависит от массы тела и скорости движения. При наличии дисконгруэнтности во время ходьбы может создаваться контактная область с высоким давлением. Однако этого не происходит, так как в результате деформации двух слоев суставного хряща и подлежащей субхондральной костной ткани увеличиваются как зона контакта, так и конгруэнтность суставных поверхностей, что позволяет тазобедренному суставу распределять нагрузку более эффективно. Основываясь, на этих фактах из биомеханики тазобедренного сустава нами был спроектирован узел нагружения [2].

Узел нагружения 1 состоит из нажимного элемента, внутренняя поверхность которого конгруэнтна и контактирует с внешней поверхностью суставной поверхности эндопротеза, и трех пружин сжатия. Поворачивая плунжер, на который нанесена и отградуирована шкала в единицах силы, по «часовой стрелке» осуществляем нагружение за счет уменьшения расстояния между шайбой и плитой и сжатия пружин. Возникающая противодействующая сила пружин давит на плиту и плунжер опускается, передавая давление на основание узла нагружения и распределяя нагрузку равномерно по поверхности эндопротеза.

Тазобедренный сустав обладает 3 степенями свободы, поскольку допускает движение бедра в переднезаднем направлении, отведение в сторону (перпендикулярно первому направлению) и вращение вокруг вертикальной оси. Для решения узконаправленной задачи диагностики сустава за основное движение было принято вращательное.

Для его имитации в эндопротезе тазобедренного сустава использовали привод 4, который посредством двигателя и зубчатой передачи обеспечивал необходимую кинематику движения. Частота вращения ножки эндопротеза относительно неподвижно закрепленной суставной чашки составляет 60 об/мин.

Значение нагрузки, направление прикладываемой силы и особенности кинематики движения сустава определяют экстремальное состояние (наихудшие условия), котором может находиться эндопротез тазобедренного сустава. Это в свою очередь даст возможность сократить время трибологических испытаний.

Разработанная установка позволит получить дополнительную информацию о фактическом состоянии зоны трения эндопротеза с учетом реальных условий формирования разделяющего диэлектрического слоя, за счет регистрации таких параметров как, среднее значение сопротивления в зоне трения, средняя частота и длительность импульсов контактирования, амплитуда флуктуаций смазочного слоя и время относительного разрушения смазочного материала, что в свою очередь даст возможность изучить процессы, протекающие в зоне трения, при различных условиях эксплуатации.

## ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р 52640-2006. Имплантаты для хирургии. Замещение сустава тотальным эндопротезом. Определение долговечности работы узла трения эндопротеза тазобедренного сустава методом оценки крутящего момента [Текст]. - Введ. 2006-12-27. – М.: Стандартинформ, 2007. – 9 с.
2. Бегун, П.И. Биомеханика: Учебник для вузов [Текст] / П.И. Бегун, Ю.А. Шукейло – С.-Пб.: Политехника, 2000, 463 с.

УДК 681.121.89.082.4

## РАСХОДОМЕР УЛЬТРАЗВУКОВОЙ

**Рыбакова Н.В., гр. 31-П  
Рук. Захаров М.Г.**

Ультразвуковые расходомеры предназначены для измерений, контроля и учета объемного расхода однофазных жидкостей и воды в системах холодного, горячего водоснабжения, теплоснабжения. Возможно их использование для учета расходуемой тепловой энергии в комплекте с тепловычислителем. Ультразвуковой расходомер может применяться на объектах ЖКХ, в химической, нефтедобывающей, металлургической, целлюлозобумажной, пищевой промышленности, так же на энергетических объектах ТЭЦ, АЭС.

Преимущества ультразвуковых расходомеров: малое гидравлическое сопротивление, надежность, высокая точность, быстроедействие, помехозащищенность – определили их широкое распространение.

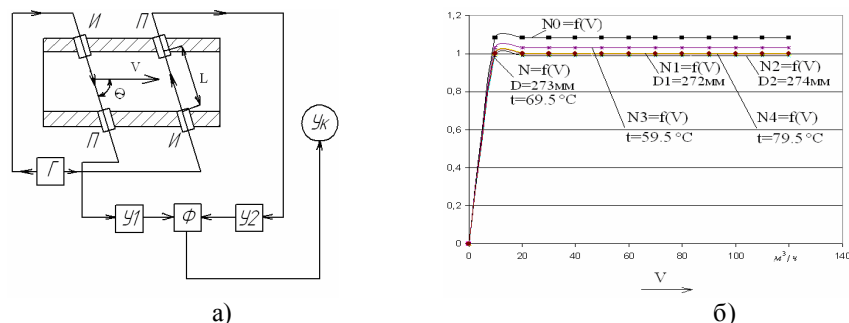


Рисунок 1 - Структурная схема (а) ультразвукового расходомера и его функция преобразования (б) с учетом влияющих факторов.

Принцип действия прибора поясняет рисунок 1. Ультразвуковые колебания, создаваемые генератором (Г) поступают на источники (И) ультразвуковых колебаний, установленные на трубопроводе. Сигналы с приемников колебаний (П) через усилители (У1, У2), подаются на цифровой фазометр (Ф), показания которого пропорциональны расходу [1].

Выражение для функции преобразования прибора имеет вид:

$$N = \frac{m \Delta \varphi T}{2\pi T_0} = \frac{m \cdot \omega L V \cos \theta T}{\pi T_0 \cdot 3600 S a^2}, \quad (1)$$

где  $\Delta \varphi$  – разность фаз,  $L$  – расстояние между приемником и излучателем,  $a$  – скорость ультразвука в жидкости,  $\theta$  – угол наклона луча по отношению к оси трубы,  $\omega$  – частота колебаний,  $S$  – площадь поперечного сечения трубы,  $T$  – период излучаемых колебаний,  $m$  – количество подсчитываемых пакетов импульсов,  $T_0$  – период колебаний генератора счетных импульсов.

Имеется ряд проблем для ультразвуковых расходомеров, которые требуют серьезного изучения, а именно [2]:

- Неправильный учет профиля скоростей. Эта погрешность возникает от неравенства средней скорости потока жидкости средней скорости по пути перемещения акустических колебаний.

$$v_c = k v_D, \quad (2)$$

где  $v_c$  – скорость потока, усредненная по площади трубы,  $v_D$  – скорость потока, усредненная по диаметру. Значение коэффициента  $k$  зависит от числа Рейнольдса, которое характеризует режим течения жидкости. При  $Re = 2300$  (переход от ламинарного течения к турбулентному)  $k=0,924$ . С учетом поправочного коэффициента, функция преобразования примет вид кривой N0 на рисунке 1 б).

Относительная погрешность, вносимая несимметричностью профиля скоростей потока равна 8%, что неприемлемо. Следует учитывать поправочный коэффициент, для чего применяют преобразователи расхода, в которых акустические колебания направляются по четырем хордам или же устанавливать сопло или конфузор, выпрямляющие эпюру скоростей.

- Изменение скорости ультразвука. Скорость ультразвука в жидкостях и газах зависит от плотности среды, которая изменяется с изменением температуры, давления или концентрации отдельных компонентов. Для учета влияния температуры, рассмотрим расход, соответствующий трем значениям скорости ультразвука, при значениях температуры  $t_1 = 59,5^\circ C$ ,  $t_0 = 69,5^\circ C$ ,  $t_2 = 79,5^\circ C$ :

$$c_1 = 1551,6 \text{ м/с}, \quad c_0 = 1556,2 \text{ м/с}, \quad c_2 = 1555,8 \text{ м/с}$$

Подставляя эти скорости в исходную формулу, получаем кривые N3 и N4. Относительная погрешность, возникающая при изменении температуры на  $10^\circ C$  равна 3%, что ограничивает область применения. Необходимо принимать либо меры по коррекции влияния температуры, либо использовать расходомер для жидкостей, температура которых меняется в более узких пределах.

- Отклонения диаметра трубы от заданного значения. Внешний диаметр трубы определяется по результатам замеров внешней окружности трубы, отклонение от круглости иногда ошибочно не учитывается. Для расчета погрешности, связанной с отклонением диаметра трубы на  $\pm 1 \text{ мм}$ , возьмем значения диаметров  $D_1 = 272 \text{ мм}$ ,  $D_0 = 273 \text{ мм}$ ,  $D_2 = 274 \text{ мм}$ . В результате получим кривые N1 и N2.

Относительная погрешность, вызванная отклонением диаметра трубы на  $\pm 1 \text{ мм}$  равна 1%, что также нежелательно, поэтому необходимо использовать специальные расходомерные участки, которые позволяют снизить погрешность от неравномерности профиля скоростей. Из анализа следует, что основными составляющими погрешности расходомера будут  $\delta k$  и  $\delta s$ , которые могут быть существенно снижены использованием дополнительных коррекционных мер.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Боднер, В.А., Алферов А.В. Измерительные приборы: Учебник для вузов [Текст] / В 2 т. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 244с., ил.
2. Кремлевский, П.П. Расходомеры и счетчики количества: Справочник. – 4-е изд. перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, 1989. – 107с., ил.

УДК 621.822.7

## КВАЛИМЕТРИЯ ПОДШИПНИКОВОГО УЗЛА

Шаталов К.В., гр.-41П  
Рук. Мишин В.В.

Под квалиметрией подшипникового узла (ПУ) понимается методология и проблематика комплексного оценивания качества подшипникового узла на стадии его проектирования, изготовления и эксплуатации. В этом случае объект квалиметрии – подшипниковый узел – представляет собой сложную, много-



компонентную техническую систему, оценка качества которой является весьма сложной и трудоемкой задачей. В настоящее время практически на всех отраслевых производствах отсутствует унифицированная обобщенная методика оценки качества подшипникового узла. Система управления качеством ПУ ориентирована на частные и узкоспециализированные методики диагностирования ПУ отдельными или комплексными (значительно реже) методами.

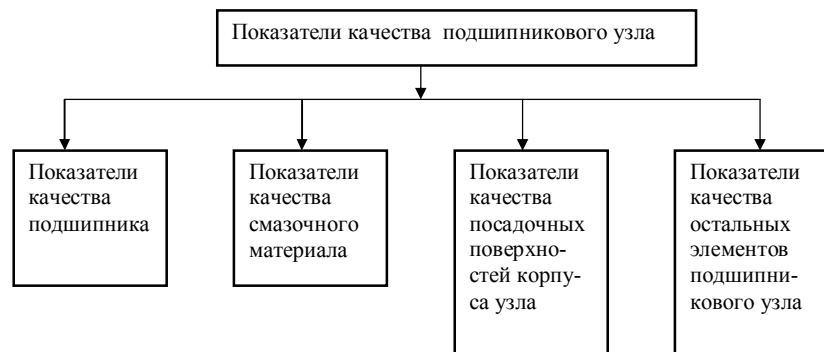


Рисунок 1 – Группы показателей качества

Целью настоящей работы является формирование подхода к комплексной оценке качества ПУ с учетом качества отдельно подшипника, используемого в ПУ, с учетом качества посадочных поверхностей под кольца подшипника, наличия и основных свойств смазочного материала, а так же формированию подхода к квалитетической оценке качества сборки ПУ. Для достижения поставленной цели проведен анализ основных факторов и требований, определяющих показатели качества как подшипника, так и подшипникового узла в целом. При проведении анализа показателей качества и технических требований подшипника использовалась группа межгосударственных стандартов. Термины и определения установлены по ГОСТ 520-02. Анализ показателей и технических требований к посадочным поверхностям проводился по ГОСТ 3325-85. Требования к подшипниковым узлам сформированы на основе справочной литературы. Показатели качества при анализе предлагается представить в виде групп в соответствии с рисунком 1.

Большинство показателей качества подшипника (рисунок 2) поддаются непосредственной оценке или оценке с применением методов диагностирования. Данные показатели необходимо использовать при оценке качества узла, т.к. подшипник является непосредственной частью узла. Однако прямой перенос показателей часто не возможен, т.к. при установке подшипника в узел происходит значительное изменение его технического состояния за счет возникновения дополнительных факторов (перекос, отклонения формы и т.п.).

На рисунке 3 представлены в обобщенном виде показатели качества подшипникового узла. Как видно они по многим позициям соответствуют показателям качества подшипника, но, в то же время имеется группа показателей,



Рисунок 2 – Показатели качества подшипника

предназначенных для оценки качества только узла. Оценка качества проводится базовыми методами квалитетрии.

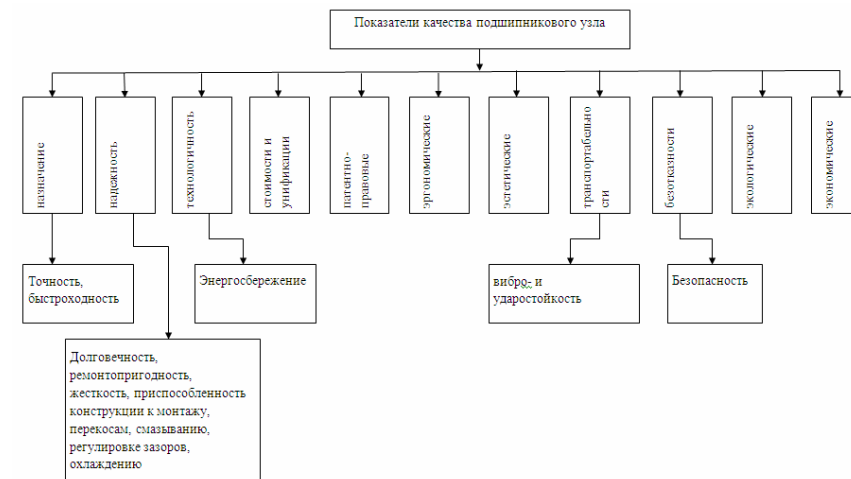


Рисунок 3 – Показатели качества узла

УДК 621.822.6:620.1

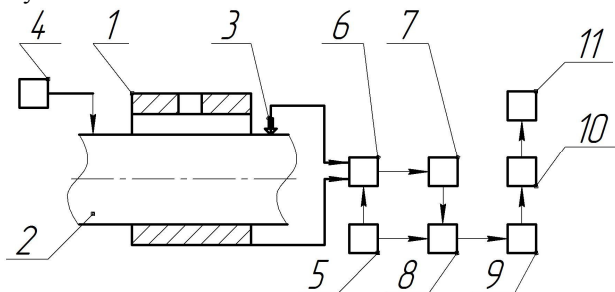
## ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ПОДШИПНИКА СКОЛЬЖЕНИЯ

Селихов А.В., гр. 51-П  
Рук. Мишин В.В.

Вероятность выхода из строя устройства зависит от вероятности поломки самого ненадежного элемента. В устройствах с подвижными частями одним из таких элементов является подшипник, потому диагностирование и предсказание его состояния является важной задачей.

Одним из параметров, позволяющих диагностировать подшипник, является его сопротивление. Для того, чтобы информация о состоянии узла трения была достоверна, требуется проводить измерение с минимальными погрешностями. Наибольшее влияние на точность оказывает ЭДС, генерируемое в узле трения, поэтому стоит задача минимизации этого влияния.

Обзор аналогов показал, что они не обеспечивают высокого быстродействия и достаточной точности измерения, потому была предложена схема, изображенная на рисунке 1.



1 – подшипник; 2 – вал; 3 – токосъемник; 4 – устройство нагружения; 5 – генератор синусоидального напряжения; 6 – фазовый фильтр; 7 – полосовой фильтр; 8 – перемножитель; 9 – фильтр низких частот; 10 – АЦП; 11 – ПЭВМ

Рисунок 1 – Структурная схема

Подшипник 1 включен в цепь фазового фильтра 5 через вал 2 и токосъемник 3. Устройство нагружения 4 создает нужный режим работы. Полосовой фильтр выделяет полезный сигнал из сигнала, поступающего на него с фазового фильтра. Далее сигнал от генератора 5, сигнал от полосового фильтра поступают на перемножитель 8 для выделения сигнала пропорционального сопротивлению подшипника, фильтр низких частот (ФНЧ) выделяет постоянную составляющую полученного сигнала.

Сопротивление узла трения влияет на разность фаз выходных сигнала с фазового фильтра[1]:

$$\phi_{\phi}(R_n) = -2 \arctg(\omega RC); \quad (1)$$

где  $R, C$  – значение сопротивления и ёмкости соответственно.

ЭДС, генерируемое в узле трения влияет на уровень нуля сигнала. Полосовой фильтр выделяет несущий сигнал. Перемножитель позволяет разделить постоянную составляющую сигнала, обусловленную сдвигом фаз, и переменную составляющую, обусловленную измерительным сигналом и сигналом генератора [2]:

$$U_{\text{вых}}(\phi) = \frac{k}{2} U_c U_{\text{оп}} (\cos(2\omega t + \phi) + \cos(\phi)), \quad (1)$$

где  $U_{\text{оп}}$  – амплитуда сигнала, вырабатываемого генератором;

$U_c$  – амплитуда сигнала прошедшего полосовой фильтр,

$k$  – коэффициент усиления перемножителя,

$\phi$  – сдвиг фаз.

ФНЧ выделяет постоянную составляющую, значение которой будет пропорциональной сдвигу фаз, и как следствие, изменению сопротивления.

Расчет полосового фильтра со сложной отрицательной обратной связью для добротности  $Q=116$  показал, что можно ослабить помехи на частоте до 1 МГц до 990 раз, по сравнению с сигналом на резонансной частоте; ФНЧ ослабляет переменную составляющую в  $10^5$  раз. Суммарная погрешность измерения составляет 3,3%.

Таким образом, можно значительно ослабить влияние ЭДС, генерируемого в узле трения и тем самым повысить точность измерения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Схемотехника: учебное пособие: в 2-х ч./В.Н. Ашанин, С.Г. Исаев, В.В. Ермаков.- Пенза: Информационно-издательский центр ПГУ, 2007.- Часть 1: Аналоговая схемотехника.- 268 с.
2. Гусев, В.Г. Электроника и микропроцессорная техника: Учеб. Для вузов / В.Г. Гусев, Ю.М. Гусев. – 4-е изд., доп. – М.: Высш. Шк., 2006. – 799с., ил.

УДК 621.311.2

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕПЛОВОГО ПОЛЯ ОДИНОЧНЫХ СВЕТОДИОДОВ

Бабанков Д.А., гр. 31-П  
Рук. Марков В.В.

С развитием общества затраты на электроэнергию становятся одной из основных статей расходов предприятий и немалую долю в них составляют на освещение. Хотя в последнее время осуществляется переход с ламп накаливания на более экономичные люминесцентные, были разработаны светодиодные лампы, имеющие значительно меньшее энергопотребление, что обуславливает их экономическую эффективность. Но они все еще далеко несовершенны по сравнению со своими предшественниками. Одним из серьезных недостатков, приводящих к выходу ламп из строя, является нарушение теплообмена.

Для исследования нарушения теплообмена были проведены опыты по исследованию теплового режима светодиодов, являющихся компонентами светодиодной лампы ЛПО-18. Производителем исследованных ламп является ЗАО «Протон-Импульс», город Орёл, Россия.

Измерение температуры одиночного светодиода проводилось по схеме, показанной на рисунке 1. Эксперименты по исследованию теплового поля проводились с помощью двух измерительных приборов (измерителей температуры): термоэлектронного термометра типа ТЭС-5 и комбинированного цифрового прибора DT-838, включенного в режиме измерения температуры.

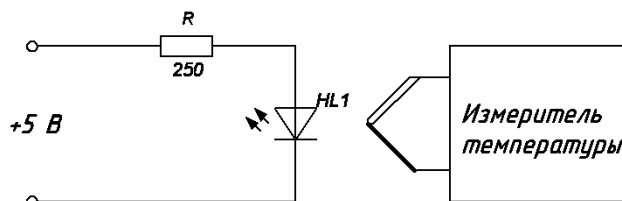


Рисунок 1 – Схема измерения температуры одиночного светодиода

Яркость свечения светодиода зависит от протекающего через него тока, при этом повышение тока выше некоторого номинального значения не приводит к увеличению яркости. Это обусловлено нелинейностью характеристик полупроводниковых приборов. Хотя увеличение тока и не приводит к заметному увеличению яркости, тепловыделение при этом заметно возрастает.

Для измерения температуры светодиоды были выведены на номинальный режим работы, при котором ток, протекающий через них, составляет 20 мА. Температура измерялась на поверхности светодиода прибором ТЭС-5, имею-

щий разрешающую способность 0,1 градус. Измерения проводились при температуре окружающей среды 25 °С.

В ходе эксперимента были исследованы тепловые режимы пяти светодиодов (рисунок 2). Светодиоды №2...№4 были взяты из одной партии и имеют схожие характеристики, светодиод №1 взят из другой контрольной партии. Светодиод №5 предварительно проработал в течении месяца при повышенном токе.

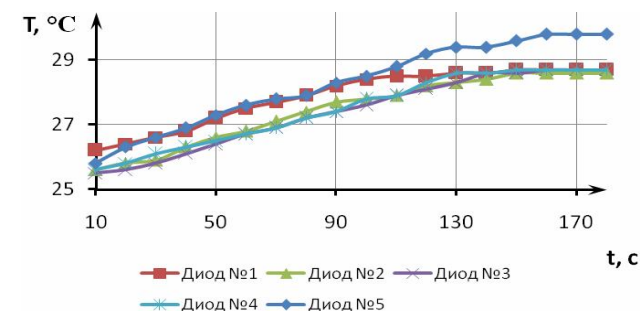


Рисунок 2 – Зависимость температуры одиночного светодиода от периода его функционирования с момента включения

В результате эксперимента было установлено, что при единичном включении при нормальном токе подаваемом на них (20мА) светодиоды нагреваются не более 29 °С, что на четыре градуса выше температуры окружающей среды, но значительно ниже температуры светодиодных ламп. Также диоды №1...№4 имеют схожую температурную характеристику. Температурный баланс у светодиодов наступает после 150 минут работы. Светодиод №5 работавший при перегрузке (30мА) имеет отличную характеристику от предидущих диодов. Его максимальная температура составляет 29,8 °С, что почти на градус выше нормальной температуры светодиодов, его температурный баланс начинается через 160 минут эксперимента. Следовательно, температура и время установления температурного баланса у светодиода при токовой перегрузке выше, чем при его нормальном включении, но эта разница весьма не значительна. В результате получено, что светодиоды перегреваются не более, чем на пять градусов относительно температуры окружающей среды, что намного ниже чем у светодиодных ламп [1]. Следовательно при проектировании ламп были допущены схемотехнические и (или) конструктивные ошибки не связанные со светодиодами.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ковалёв, А.И.. Результаты исследований теплового поля светодиодных ламп [Текст] / А.И. Ковалёв, В.В. Марков // «Неделя науки – 2010». Матер. 43-й студ. науч.-техн. конф. – Орёл: ОрелГТУ, 2010.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕПЛОВОГО ПОЛЯ СВЕТОДИОДНЫХ ЛАМП

Ковалёв А.И., гр. 31-П(б)  
Рук. Марков В.В.

Некоторое время назад в продаже появились новые светодиодные лампы. Сама по себе разработка перспективная. Лампа номинально расходует всего десять ватт энергии, при этом светимостью эквивалентна 100 ваттной лампе накаливания [1]. Кроме того ее ресурс ориентировочно составляет 50000 часов (около пяти с половиной лет). Однако некоторое время назад выяснилось, что светодиодные лампы перегорают в течение 0,5 – 1 года работы. Непосредственной причиной выхода из строя светодиодной лампы являлся отказ одного из светодиодов. Наиболее вероятной причиной выхода из строя светодиода является работа в условиях перегрева. Для проверки этого предположения было проведено исследование теплового поля светодиодных ламп ЛПО-17 (после полугода работы) и лпо-18 (новая). Производителем исследованных ламп является ЗАО «Протон-Импульс», город Орёл, Россия.

Предварительное исследование лампы ЛПО-17 выявило, что при работе в течение полугода расход мощности линейно увеличивался, начиная с 8 Вт (номинальное значение 10 Вт) до 16 Вт. При этом её светимость возрастала соответственно с 430 лк до 600 лк. Эксперименты по исследованию теплового поля проводились с помощью двух измерительных приборов: термоэлектронного термометра типа ТЭС-5 и комбинированного цифрового прибора DT-838, включенного в режиме измерения температуры. Схема расположения щупов представлена на рисунке 1.

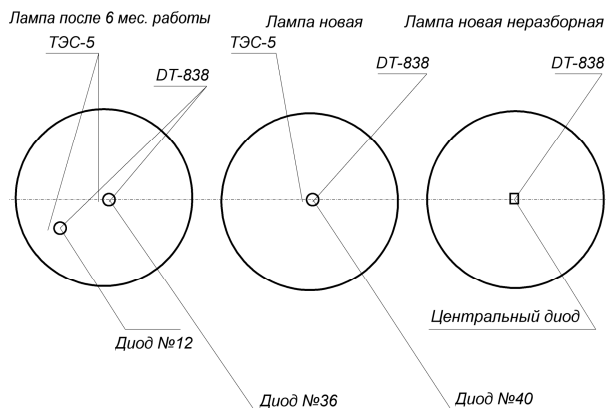


Рисунок 1 – схема расположения теплоизмерительных щупов

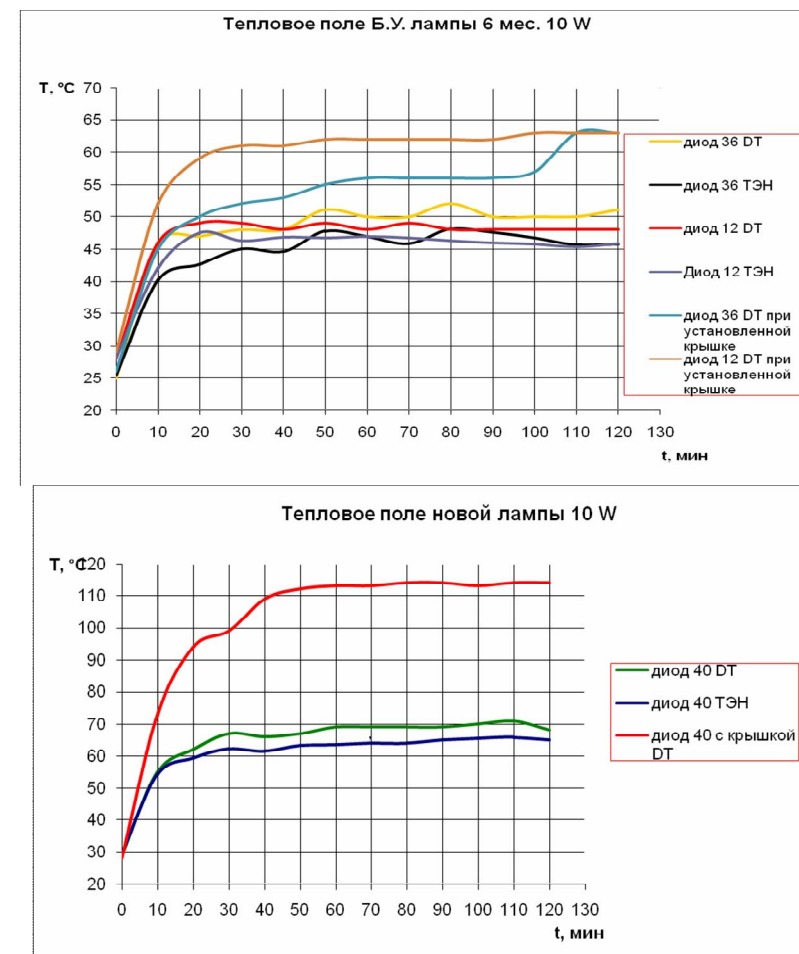


Рисунок 2 – Результаты исследования теплового поля светодиодных ламп

Разумеется, установленные щупы будут частично способствовать отведению тепла, но, учитывая их малые размеры, этим эффектом можно пренебречь. Особенностью ламп ЛПО-17 и ЛПО-18 является наличие прозрачной крышки, которая, вероятно значительно ухудшает охлаждение лампы. Чтобы выяснить, насколько значительна разница температур нагрева, эксперименты проводились в условиях установленной и снятой крышки. Последняя лампа имеет несъемную крышку, по окружности которой расположены отверстия для улучшения охлаждения. Из-за особенности прибора ТЭС-5 им невозможно проводить измерения в условиях установленной крышки, поэтому все измерения закрытых ламп проводились прибором DT-838.

Эксперименты по снятию тепловых полей проводились в течение двух часов (для каждой линии). Результаты для наглядности представлены на графиках, показанных на рисунке 2. Как видно из графиков, при наличии крышки температура лампы увеличивается на 10°-15°.

На графике представлены также характеристики для новой лампы. Расположение диода №40 аналогично расположению диода №36 на старой лампе. При сравнении видно, что температура новой лампы при снятой крышке приблизительно на 20° выше старой. Если же крышка установлена, температура резко увеличивается. При этом разница температур на новой лампе гораздо существеннее чем на старой (до 42°). Максимальная разность температур между новой и старой лампами составляет 50°. Поскольку наиболее значительные изменения температуры происходят в первые 20-25 минут работы, было решено снять тепловое поле старой лампы для первых 25 минут работы. При этом данные снимались каждые две минуты.

По результатам исследования можно сделать следующие выводы. Во-первых, светодиоды в лампах работают с постоянным перегревом. Нормальная температура работы диодов, как правило, не превышает 30°-40°. Объясняется это может либо непосредственным перегревом светодиодов, либо косвенным нагревом диодов в результате нагрева элементов обеспечивающих их работу. Кроме того, возможно, существует взаимное влияние излучения соседних светодиодов. Во-вторых, в результате исследования возник еще один вопрос. В течение полугода расход мощности увеличился вдвое. При этом температура лампы при закрытой крышке упала на 50° т.е. расход энергии на нагревание лампы уменьшился. Поскольку, согласно закону сохранения энергии, она не может просто исчезать, ее избыток должен переходить в какой-то другой ее вид. Однако, на что расходуется избыток энергии в лампе неизвестно. Частично увеличение мощности объясняется увеличением светимости лампы. Но за полгода светимость возросла только на 30% и не может объяснить такой расход энергии.

В результате исследования было установлено, что по крайней мере одной из причин выхода ламп из строя является их перегрев. В связи с этим вероятно следует пересмотреть конструкцию ламп, для обеспечения лучшего охлаждения светодиодов. Кроме того, целесообразно продолжать исследование, для выяснения конкретных причин перегрева и увеличения расхода мощности, при работе светодиодной лампы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Марков, В.В. Результаты исследования мощности ламп накаливания и энергосберегающих ламп после их длительной эксплуатации [Текст] / В.В. Марков, А.Н. Шаменков // Матер. V междунар. науч.-практ. интернет-конф. «Энерго-и ресурсосбережение – XIX век». – Орёл: ОрелГТУ, 2007.

УДК 621.311.2

#### ОБЗОР СОСТОЯНИЯ МИРОВОГО ПРОИЗВОДСТВА СВЕТОДИОДНЫХ ЛАМП

Рыбакова Н.В., гр. 31-П

Рук. Марков В.В.

На сегодняшний день существуют следующие группы производителей светодиодного осветительного оборудования. *Европейские корпорации*, выпускающие продукцию под брендами, хорошо известными потребителю по осветительному оборудованию с традиционными источниками света. *Китайские производители светотехнической продукции*. Часть производств в КНР рассчитаны на рынки США, Европы и выпускают достаточно качественную продукцию. В Россию поступает в основном продукция китайских производителей, которые идут по пути постоянного уменьшения себестоимости. Экономия на компонентах приводит к низкому качеству изделий. *Российские производственные компании*, выпускающие светодиодное оборудование, производители с полным ассортиментом светотехнической продукции, включившие в свой ассортимент LED-светильники.

В России, к сожалению, в настоящее время нет производства своих чипов и гетероструктур на достаточном уровне энергетической эффективности. Ряд компаний – КБ Автоматики, Corvette Lights, Уральский оптико-механический завод и др. – используют импортируемые структуры и чипы. Технология OLED развивается в нашей стране ещё медленнее, отсутствует не только серийное производство устройств освещения, но и производственная и технологическая базы.

В целом, для использования перспектив данной отрасли в России необходима поддержка разработок по светодиодам государством. Корпорацией РОСНАНО сделан первый шаг к созданию в России нового производства: совместно с группой компаний ОНЭКСИМ и Уральским оптико-механическим заводом создана компания по производству светотехники на неорганических гетероструктурах. В то же время, РОСНАНО будет стремиться развивать и модифицировать дорожную карту, в результате чего в России к началу 2013 г. может заработать производство неорганических светодиодов.

Примерами зарубежных производителей являются следующие фирмы.

1. Philips Lighting – компания №1 на мировом рынке осветительного оборудования. Эта позиция обеспечивается сочетанием передовых технологий и системного подхода к поиску новых рыночных возможностей. Продукция Philips Lighting представлена широким ассортиментом ламп, светильников и светодиодов как для домашнего, так и для профессионального освещения. 30% офисов, 65% аэропортов, 30% больниц, 35% автомобилей и 55% футбольных стадионов во всем мире оборудованы светотехникой Philips.

2. GE Lighting производит широкий спектр светотехнического оборудования - более 6000 наименований для реализации в розничной и оптовой торговле, применения в промышленности и автопроизводстве, а также для световых решений в спортивной и театральной областях. GE Lighting ведет активную деятельность в России и СНГ с 1993 года. Электрические лампы GE Lighting освещают центральные улицы и магистрали Москвы, Санкт-Петербурга, Киева и других городов России и СНГ.

3. Производитель финских светильников LIVAL разрабатывает и производит эффективные и экономичные осветительные системы для предприятий торговли: супермаркеты, магазины, торговые центры.

4. Шведская компания CRONER была образована в Гетеборге в середине 90-х годов на базе архитектурно-дизайнерского бюро. Реализация проектов по освещению стала основным направлением в деятельности компании CRONER. Light Imagination – неизменный лозунг компании, подчеркивающий две основные составляющие ее деятельности - свет и креатив.

5. Начиная со дня основания компании в 1968 году фирма BLV постоянно развивала технологии производства источников света и благодаря этому стала известна во всем мире. Несколько лет назад BLV стала дочерним предприятием японского концерна USHIO Inc., Токио. Высокотехнологичные лампы BLV разрабатываются и производятся на заводе в Германии в городе Штайнхёринге. Компания BLV стала первым в мире производителем ламп, награжденным международным сертификатом качества DIN EN ISO 9001.

Отечественные производители:

1. Завод «Светорезерв» (г. Москва) - производитель светодиодных ламп, светильников, прожекторов и фонарей для внутреннего и наружного освещения. Завод предлагает светотехнические изделия для освещения офисных и складских помещений, улиц и автодорог, парков и общественных мест. Использование продукции компании позволяет достигать экономии электроэнергии до 75%, высвобождая мощности энергосистем и денежные потоки.

2. ЗАО «Протон-Импульс» (г. Орел) является крупнейшим производителем изделий оптоэлектронной техники, светодиодов и светотехнической продукции в России. ЗАО «Протон-Импульс» поставляет производимую продукцию во все регионы России, а также во многие страны зарубежья. На сегодняшний день предлагает широкий спектр оптронов и твердотельных реле с оптической развязкой, полупроводниковых светоизлучающих диодов, светодиодного оборудования для организации дорожного движения.

3. Компания «Диодные лампы» (г. Санкт-Петербург) - занимается производством и реализацией осветительных приборов, основанных на светодиодных технологиях (LED-технологиях) для внутреннего и внешнего освещения зданий и сооружений жилого, коммерческого и промышленного назначения.

4. Компания «Ресанта» (г. Москва) на электротехническом рынке более 15 лет и завоевала доверие потребителей и партнеров своей продукцией, качеством изделий и надежным сотрудничеством как в России, так и за ее пределами. Завод фирмы располагается в городе Рига, в Латвии.

Вышеперечисленные компании не только достигли в сфере светодиодного освещения значительных успехов, но и продолжают развиваться, обеспечивая нам тем самым, «светлое» будущее.

УДК 681.2(062):621.9.048.6(062)

## УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ

Егорова А.И., гр. 41-ИД  
Рук. Козлова Л.Д.

Широкое использование материалов со специальными свойствами, высокие требования к точности размеров и геометрической формы, сложность конструкции деталей часто приводят к тому, что традиционные методы формообразования поверхностей деталей оказываются малоэффективными, а иногда и неприменимыми [1]. Разрешить данные трудности позволяют физико-химические методы обработки, к которым, в частности, относятся ультразвуковые.

Ультразвуковые методы обработки основаны на использовании в зоне обработки энергии ультразвуковых колебаний частотой  $f = 18...44$  кГц и интенсивностью 10 Вт/см<sup>2</sup>. Источником ультразвуковых колебаний служат пьезокерамические или магнитострикционные преобразователи, возбуждаемые от ультразвукового генератора [2].

Ультразвуковая обработка развивается преимущественно в двух направлениях: 1) размерная ультразвуковая обработка материалов в среде абразивной суспензии; 2) наложение ультразвуковых колебаний на режущий инструмент при обычных процессах обработки резанием.

Ультразвуковая размерная обработка в среде абразивной суспензии. Под размерной ультразвуковой обработкой понимают управляемое разрушение обрабатываемого материала в результате импульсного ударного механического воздействия инструмента на материал в абразивной среде.

Области применения ультразвуковой размерной обработки довольно обширны. Успешно выполняются такие технологические операции, как изготовление и доводка вырубных, высочных и чеканочных матриц, обработка твердосплавных фильер, деталей из стекла, кремния, германия, алмаза, рубина, сапфира и других твердых и хрупких материалов, клеймение, гравирование деталей и т.п.

Наложение ультразвуковых колебаний на режущий инструмент. Наложение ультразвуковых колебаний на процесс резания вызывает дополнительные циклические перемещения контактных поверхностей инструмента, что может значительно уменьшить сопротивление сходу стружки (облегчить процесс



стружкообразования), снизить силы трения, а также изменить характер трения инструмента и заготовки. Это способствует уменьшению сил резания и, таким образом, облегчает процесс резания.

Разновидностью данного направления можно назвать шлифование с наложением ультразвуковых колебаний. Этот метод дает возможность увеличить стойкость круга почти в 3 раза. Устранение засаливания позволяет применить более твердые и мелкозернистые круги [3].

Перспективно также использование ультразвука для чистовой поверхностно-упрочняющей обработки деталей [2].

Применение ультразвуковых технологий в приборостроении не ограничивается обработкой материалов. Широко используются ультразвуковая очистка, сварка, пайка.

Ультразвуковая очистка. При данном способе очистки поверхности твердых тел в моющий раствор вводятся ультразвуковые колебания, что позволяет не только ускорить процесс очистки, но и получить высокую степень чистоты поверхности, а также заменить ручной труд, исключить пожароопасные и токсичные растворители, значительно уменьшить расход технологических жидкостей. В процессе очистки происходит разрушение поверхностных пленок загрязнений, отслаивание и удаление загрязнений, их эмульгирование и растворение [4].

Ультразвуковая сварка. При этом методе сварки колебательные движения ультразвуковой частоты разрушают неровности поверхности и оксидный слой. Совместное воздействие на соединяемые детали механических колебаний и относительно небольшого давления сварочного волновода-инструмента обеспечивает течение металла в зоне соединяемых поверхностей без внешнего подвода теплоты. В результате трения, вызванного возвратно-поступательным движением сжатых контактирующих поверхностей, нагреваются поверхностные слои материалов. Ультразвуковая сварка может применяться для соединения металла небольших толщин, широко применяется для сварки полимерных материалов [5].

Ультразвуковая пайка. Альтернативной техникой пайки, заменяющей химическую активность флюса для удаления оксидов, является энергия в форме ультразвуковых волн [6]. Процесс пайки заключается в соединении материалов путем образования молекулярного контакта припои с трудно металлизирруемыми материалами под воздействием ультразвуковых колебаний [4].

Резюмируя вышесказанное, можно сказать, что, обладая огромными возможностями и целым рядом неоспоримых преимуществ, ультразвуковые технологии могут помочь в решении широкого круга весьма сложных приборостроительных задач.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Марков, А. И. Ультразвуковая обработка материалов [Текст] / А.И. Марков. – М.: Машиностроение, 1980. – 237 с.: ил. – (Библиотека технолога).

2. Корягин, С.И. Способы обработки материалов [Текст]: учебное пособие / С.И. Корягин, И.В. Пименов, В.К. Худяков. – Калининград: Калинингр. ун-т, 2000. – 448 с.: ил.

3. Коваленко, В.С. Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов [Текст] / В.С. Коваленко. – Киев: Высшая школа, 1975. – 236 с.: ил.

4. Ультразвук. Маленькая энциклопедия [Текст] / Глав. ред. И.П. Голямина. – М.: Советская энциклопедия, 1979. – 400 с.: ил.

5. Холопов, Ю.В. Ультразвуковая сварка пластмасс и металлов [Текст] / Ю.В. Холопов. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1988. – 224 с.: ил.

6. Ланин, В.Л. Бесфлюсовая ультразвуковая пайка в электронике [Текст] / В.Л. Ланин // Технологии в электронной промышленности. – 2007. – №4. – С. 23-27. – Библиогр.: с. 27.

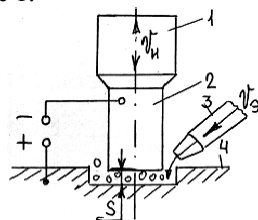
УДК 57.08: 62-868.8

#### КОМБИНИРОВАННЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ В БИОМЕДИЦИНСКОЙ ТЕХНИКЕ

Некрасов В.И., гр. 41-ИД  
Рук. Козлова Л.Д.

В настоящее время существует большое количество методов обработки материалов: механическая, плазменная, ультразвуковая, лучевая и многие другие. Тем не менее каждый метод имеет свои преимущества и недостатки. Так например, согласно [1], с помощью электрохимической обработки (ЭХО) можно обрабатывать все металлы и сплавы, независимо от их физико-механических свойств, а также изготавливать сложнопрофильные детали с высокой степенью точности, достигающей 0,5 мкм. Вместе с тем широкое применение электрохимической обработки сдерживается ее недостатками, к числу которых относят высокую стоимость оборудования, сложность изготовления электродов-инструментов, ограничения на форму деталей, экологические проблемы и большая энергоемкость процесса. Комбинированные методы обработки – это методы обработки, основанные на использовании сочетания методов, отличающихся используемыми физическими принципами, рабочим процессом, и объединенные в едином устройстве. Таким образом возможно объединить достоинства различных методов обработки и/или компенсировать их отдельные недостатки. Согласно экспериментальным исследованиям [2] использование ЭХО с наложением ультразвуковых колебаний повышает производительность производственного процесса в 1,5-1,8 раза, уменьшает высоту микронеровностей в 1,5-2 раза и снижает износ инструмента, время и энергоемкость процес-

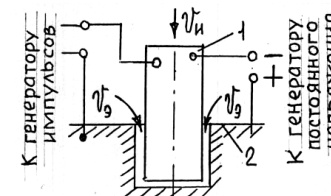
са. Процесс комбинированной электрохимической и ультразвуковой обработки показан согласно [3] на рисунке 1.



1 – ультразвуковой преобразователь; 2 – инструмент-электрод; 3 – сопло для подачи суспензии; 4 – заготовка

Рисунок 1 - Процесс комбинированной электрохимической и ультразвуковой обработки

Съем металла с заготовки 4 происходит в среде электролита с абразивными зернами. Суспензия поступает из сопла 3 со скоростью  $V$ , в межэлектродный зазор  $S$ , который регулируется размерами зерен. Инструмент 2 кроме поступательного перемещения к заготовке 4 колеблется вдоль оси с ультразвуковой частотой. Эти колебания передаются инструменту от ультразвукового преобразователя 1. Процесс удаления материала происходит как за счет скалывания частиц заготовки 4, так и за счет анодного растворения припуска. При небольшой глубине отверстий, до 30 мм, погрешности не превышают 0,1...0,3 мм. При применении комбинированного метода обработки (ЭХО+УЗ) погрешность размеров составляет 0,1...0,15 мм. Это значительно хуже, чем при обычной ультразвуковой обработке, где погрешности не превышают 0,05 мм. Тем не менее износ инструмента в 8..10 раз ниже, чем при ультразвуковом прошивании. Данный комбинированный метод обработки может применяться для размерной обработки, прошивания отверстий, точения наружных и внутренних поверхностей, протягивания наружных и внутренних поверхностей. В настоящее время ЭХО позволяет получить согласно [4]: при обработке неподвижными электродами со съемом по глубине до 0,2 мм-погрешность не более 0,5 мкм, при большей глубине - 0,03...0,050 мм; при прошивании мелких отверстий (О до 2 мм) – точность по 9...10-му качеству; при обработке полостей и разрезании - по 12...14-му качеству; для схем точения точность - 8...10-му качеству; Шероховатость поверхности составляет  $R_a=0,1...2,5$  мкм. В настоящее время существует оборудование, реализующее данный комбинированный метод, например станки модели 4Д772Э-М, ЭС-4000 и другие [5]. К комбинированным методам относится также электроэрозионно-химическая обработка, схема которой представлена на рисунке 2.



1 – электрод -инструмент; 2 – заготовка

Рисунок 2 - Схема комбинированного электроэрозионно-химического метода

В данной схеме электрод инструмент 1 и заготовку 2 подключают к двум источникам: генератору постоянного напряжения, применяемому для размерной электрохимической обработки; генератору импульсов, применяемому для электроэрозионной обработки (ЭЭО). Иногда используют один источник питания, в котором формируется требуемая форма напряжения. В качестве рабочей среды применяют электролит. С помощью этого метода получают отверстия, углубления пазы. Скорость подачи электрода- инструмента  $V_H$  в несколько раз выше, чем при ЭЭО и ЭХ прошивании [6]. Электроэрозионно-химический метод позволяет получить такую же точность размеров, как ЭЭО и ЭХО, но он более производительен. При небольшой глубине отверстий погрешности не превышают 0,1...0,3 мм. Электроэрозионно-химический метод дает возможность получить у стальных деталей закаленный поверхностный слой, благодаря которому повышается их износостойкость.

На сегодняшний день комбинированные методы обработки применяются при производстве довольно ограниченно. Тем не менее дальнейшее развитие биомедицинской техники и техники вообще будет предъявлять все более жесткие требования к методам обработки материалов, которым могут уже не соответствовать стандартные методы обработки. В этом случае комбинированные методы обработки найдут более широкое распространение и развитие.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Байсупов И.А. Триборлогия. Электрохимическая обработка металлов [Текст]: учебник для СПТУ / И.А. Байсупов - М.: Высшая школа, 1988. - 184 с.: ил.
2. Глебов В.В., Кирсанов С.В. Комбинированные электрохимические методы обработки деталей [Текст] / В.В. Глебов, С.В. Кирсанов - Академия естествознания, №2, 2005. – 119 с. - ISSN - 1817-6321
3. Артамонов, Б.А., Волков, Ю.С., Дрожалова, В.И. и др. Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов [Текст]: учебное пособие (в 2-х томах). / под ред. В. П. Смоленцева. - М.: Высшая школа, 1983 – 247 с.

4. Попилов Л.Я. Электрофизическая и электрохимическая обработка материалов [Текст] / Л.Я. Попилов. Справочник. 2 - е изд. доп. и перераб. - М.: Машиностроение, 1982.- 297 с.: ил.

5. Станок комбинированный прошивочный 4Д772Э [Электронный ресурс]:- режим доступа: <http://mirprom.ru/Machines/MachineDetails.aspx?id=3993>

6. Горохов В. А. Технология обработки материалов [Текст]: учебное пособие / В. А. Горохов - Минск, Беларуская наука, 2000.- 430 с.: ил.

УДК 658.018

## МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ГЕНИТИ ТАГУТИ

**Ананьева И.В., гр. 21-УК  
Рук. Марков В.В.**

Генисти Тагути (Genichi Taguchi, родился в 1924 г.) – известный японский статистик, лауреат самых престижных наград в области качества (премия им. Деминга присуждалась ему 4 раза). Согласно Тагути, экономический фактор (стоимость) и качество анализируются совместно. Оба фактора связаны общей характеристикой, называемой функцией потерь. Заслуга Тагути заключается в том, что он сумел найти сравнительно простые и убедительные аргументы и приемы, которые сделали планирование эксперимента в области обеспечения качества реальностью. Именно в этом видел Тагути главную особенность своего подхода.

Известный японский учёный Генисти Тагути в 1950...1980-е годы предложил ряд методов оптимизации проектирования продукции и производства, которые позволяют существенно улучшить их качество и широко используются в ряде стран, особенно в Японии и США. К числу наиболее авторитетных фирм, использующих методы Тагути, относятся Toyota, Ford, General Electric, AT&T. В основе методов Тагути лежат известные статистические методы: статистическое планирование эксперимента, метод оптимума номинала и другие [1].

Главная целевая направленность концепции или, как ее часто называют философии Тагути – это повышение качества с одновременным снижением его стоимости. Заслуга Тагути заключается в том, что он сумел найти сравнительно простые и убедительные аргументы и приемы, которые сделали планирование эксперимента в области обеспечения качества реальностью. Именно в этом видит сам Тагути главную особенность своего подхода.

Основные методы, разработанные или адаптированные Г. Тагути: планирование экспериментов; управление процессами посредством отслеживания расходов с помощью функции потерь качества; развитие и реализация робаст-

ного управления процессами; целенаправленная оптимизация продукции и процессов до производства (контроль до запуска процесса); применение обобщенной философии качества Тагути для обеспечения оптимального качества продукции, услуг, процессов и систем.

Достоинства методов Тагути: обеспечение конкурентных преимуществ за счет одновременного улучшения качества и снижения себестоимости продукции.

Недостатки методов: широкое применение методов Тагути в управлении процессами, на базе вероятностно-статистических методов, не всегда корректно в условиях высокой динамики требований к объектам оценивания и отсутствия аналогов.

Суть методов Тагути состоит в том, что они позволяют оценивать показатели качества продукции и определять потери качества, которые по мере отклонения текущих значений параметра от номинального, увеличиваются, в том числе и в пределах допуска. Методы Тагути используют новую систему назначения допусков и вводят управление по отклонениям от номинального значения с использованием упрощенных методов статистической обработки.

Говоря об особенностях методов Тагути, стоит сказать, что качество продукции не может быть улучшено до тех пор, пока не будут определены и измерены показатели качества. В основе введенного Г. Тагути трехстадийного подхода к установлению номинальных значений параметров продукции и процесса, а также допусков на них, лежит понятие об идеальности целевой функции объекта, с которой сравниваются функциональные возможности реального объекта.

Тагути разбивает допроизводственное управление качеством на три стадии: проектирование конструкции, определение параметров (показателей качества), определение допусков для параметров. На основе методов Тагути вычисляют разницу между идеальным и реальным объектами и стремятся сократить ее до минимума, обеспечивая тем самым улучшение качества.

Согласно традиционной точке зрения все значения в пределах допусков одинаково хороши. Тагути считает, что каждый раз при отклонении характеристики от целевого значения, происходят некоторые потери. Чем больше отклонение, тем большие потери. Г. Тагути предложил разделять переменные, влияющие на рабочие характеристики продукции и процесса, на две группы так, чтобы в одной из них оказались факторы, ответственные за основной отклик (номинал), а во второй - ответственные за разброс. Для выявления этих групп Г. Тагути вводит новый обобщенный отклик - "отношение сигнал/шум". Задача заключается в том, чтобы уменьшить чувствительность продукции и процессов к неконтролируемым факторам, или шумам. Концепция Тагути включает принцип робастного (устойчивого) проектирования и функцию потерь качества. Функция потерь по Тагути различает изделия внутри допуска в зависимости от их близости к номиналу (целевому значению). Технологической основой робастного проектирования служит планирование эксперимента.

План действий по внедрению методов Тагути состоит из следующих этапов:

1. Изучение состояния дел с качеством и эффективностью продукции.
2. Определение базовой концепции работоспособной модели объекта или схемы производственного процесса (системное проектирование).
3. Устанавливаются исходные значения параметров продукции или процесса.
4. Определение уровней управляемых факторов, которые минимизируют чувствительность ко всем факторам помех (параметрическое проектирование). На этом этапе допуски полагаются столь широкими, что производственные затраты оказываются малыми.
5. Расчет допустимых отклонений вблизи номинальных значений, достаточных для уменьшения отклонений продукции (проектирование допусков).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кане, М.М. Системы, методы и инструменты менеджмента качества [Текст]: Учебник для вузов / М.М. Кане, В.Б. Иванов, В.Н. Корешков, А.Г. Схиртладзе; под ред. М.М. Кане. – СПб.: Питер, 2009. – 560 с.

УДК 658.018

#### ОРГАНИЗАЦИЯ МЕТОДА «ВСЕОБЩЕЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ» В СООТВЕТСТВИИ С ЦИКЛОМ ШУХАРТА-ДЁМИНГА

Базин С.А., гр. 21-УК  
Рук. Марков В.В.

TPM (Total Productive Maintenance) – это один из методов, которые в совокупности образуют концепцию «Бережливое производство». Целью внедрения метода «Всеобщее обслуживание оборудования» (TPM) является: создание такого предприятия, в принципы действия которого было бы заложено стремление к предельной эффективности производственной системы; создание механизма предотвращения любых потерь (отсутствие травматизма, брака, аварий и т.д.) объектом которого стал бы весь жизненный цикл производственной системы; внедрение системы производительного обслуживания, в первую очередь на производстве, а затем в службе развития коммерческой службе, административных подразделениях; в работе принимает участие весь персонал промышленного предприятия; отсутствие потерь достигается командной работой малых групп всего предприятия.

Развертывание метода TPM предоставляет возможность добиться кардинального улучшения деятельности по следующим группам показателей: уменьшение себестоимости продукции на 30%; сокращение количества брака и рекламаций в 10 раз; предотвращение производственного травматизма, результатом которого могут быть невыходы на работу, и превышение нормативов воздействия на окружающую среду; увеличение производительности труда по добавленной стоимости в 1,5-2 раза, повышение занятости оборудования во столько же раз, уменьшение количества поломок и аварий в сотни раз; полное исключение случаев нарушения сроков поставок и уменьшение объема незавершенного производства до 50%; многократное увеличение инициативности персонала, которая измеряется количеством поданных рационализаторских предложений.

Убедившись в необходимости внедрения TPM, перейдем к циклу Шухарта-Деминга, в интерпретации Каоро Исикавы. В соответствии с первым пунктом определим для себя цели и задачи. Наша цель совпадает с целями TPM, а чтобы определить задачи, необходимо ознакомиться с объектом нашей деятельности – оборудованием и системой его обслуживания. Жизненный цикл оборудования состоит из последовательного чередования двух фаз: эксплуатации и обслуживания. Ответственность за реализацию этих фаз обычно возлагается на разные службы. Технологический персонал задействован в эксплуатации оборудования, а службы обслуживания (механики, электрики, программисты и т.п.) занимаются профилактикой и ремонтом. Подобное разделение обязанностей вполне естественно, поскольку эксплуатация и обслуживание требуют специфических навыков. Эксплуатационный персонал контролирует технологию изготовления продукции, следит за качеством, обеспечивает выполнение плановых показателей. Обслуживающий персонал осуществляет деятельность по контролю состояния оборудования, профилактическому обслуживанию и устранению неисправностей. К сожалению, подобное разделение функций зачастую служит причиной взаимного непонимания эксплуатационной и ремонтной служб и, как следствие, приводит к неэффективному обслуживанию оборудования в целом.

Налицо конфликт, но в чем же его причина? Для многих предприятий вполне обычной является ситуация, когда ремонтная и эксплуатационная службы имеют различные, не связанные друг с другом цели, и как следствие, различные показатели, характеризующие результативность их деятельности. Для эксплуатационников главное – выполнение плановых показателей. Зачастую это понимается как выполнение плана любой ценой и приводит к нещадной эксплуатации оборудования требующего профилактики или, что еще хуже, требующего немедленного ремонта. Для ремонтных служб главное – выполнение задач по приведению неисправного оборудования в работоспособное состояние. Однако когда оборудование раз за разом выходит из строя по причине неправильной эксплуатации, в среде служб поддержки возникает естественное ощущение, что труд ремонтника не ценится, а достижение запланированных показателей результативности не зависит от прикладываемых усилий.

Теперь можно определить наши задачи. Идеальным представляется случай, когда состояние оборудования (эксплуатация-обслуживание) может быть спрогнозировано в любой обозримый момент времени. Подобная предсказуемость может быть достигнута лишь в том случае, когда удастся полностью избавиться от форс-мажорных остановов оборудования по причине его выхода из строя. Вполне естественно, что любое оборудование подвержено износу и рано или поздно наступает такой момент, когда изношенные детали разрушаются, приводя к неполадкам оборудования в целом. Важно не допустить подобного развития событий, вовремя предугадать наступление критической ситуации и принять меры по ее предотвращению. Таким образом, из фазы обслуживания полностью должно быть устранено время, необходимое для внеочередного ремонта. В этом случае, оборудование может находиться в фазе эксплуатации или планового обслуживания.

Для того чтобы получить полный контроль над работоспособностью производственного оборудованием, необходимо коренным образом пересмотреть отношение к нему. Прежде всего, забота об оборудовании должна касаться не только ремонтную службу, но и производственный персонал. Это значит, что показатель эффективности использования оборудования должен стать определяющим для обеих структурных единиц. Несложные работы по профилактическому обслуживанию, мониторингу состояния, регистрации проблем оборудования могут быть возложены на эксплуатационных работников. Ведь кто, как не они, большую часть времени используют оборудование по его прямому назначению. Именно работники имеют возможность непрерывно наблюдать за состоянием оборудования и своевременно предпринимать меры для предотвращения критических ситуаций. Вместе с тем, задача ремонтных служб – так производить обслуживание, чтобы минимизировать вероятность его поломки во время эксплуатации. Для этого следует непрерывно анализировать возникающие технические проблемы и использовать результаты анализа для планирования планово-предупредительных ремонтов в соответствии с потребностями обслуживания, а также для создания инструкций по обслуживанию оборудования в процессе эксплуатации.

После установления целей и задач внедрения метода ТРМ, определяется способ их достижения. В общем случае на предприятии метод ТРМ разворачивается в 5 этапов: оперативный ремонт; обслуживание на основе прогнозов; корректирующее обслуживание; автономное обслуживание; непрерывное улучшение.

Следует отметить, что этапы 4 и 5 совпадают с пунктами 5 и 6 цикла Шухарта-Деминга. В рамках реализации метода ТРМ разработана схема развертывания самостоятельного обслуживания оборудования операторами из 7 шагов (этапов): чистка-проверка; принятие мер по устранению источников загрязнения и труднодоступных мест; разработка временных норм чистки-проверки и смазки; общая проверка; самостоятельная проверка; стандартизация (поддерживающий контроль); самоуправление и самоорганизация.

Рассмотрим этапы внедрения ТРМ на предприятии. На первом этапе внедрения ТРМ следует «выжать» всё, что только возможно из существующей системы обслуживания. Это приводит к тому, что проявляются её недостатки и становится очевидной необходимость перемен. Начать следует с всеобщей ревизии документов, регламентирующих деятельность по эксплуатации и ремонту. Попутно следует обратить внимание на то, какие виды работ выполняются стихийно или необоснованно, а какие возникли под воздействием объективной необходимости. Все виды работ следует регламентировать, указав ответственных лиц, временные рамки и основания для осуществления соответствующей деятельности.

Деятельность по непрерывному улучшению – это один из базовых принципов бережливого производства. Применительно к ТРМ это означает мотивацию работников на непрерывное повышение квалификации, поиск возможностей модернизации оборудования, повышение его ремонтпригодности и надежности. Метод ТРМ не должен вступать в противоречие с нормами техники безопасности, охраны труда и экологии. Исходя из этих соображений, следует наметить общие направления совершенствования метода ТРМ и следовать им при определении задач для отдельных участков и подразделений.

Эффективность метода ТРМ подтверждена временем и большим количеством компаний, выбравших этот путь. В области ТРМ существует даже премия для наиболее результативных предприятий, внедривших методику. Основная сложность – скоординированное объединение усилий всех сотрудников. Однако не следует забывать, что результативность и эффективность хозяйственной деятельности предприятия в целом зависит от скоординированного действия всех подразделений. И чем более сложные условия будет предлагать рыночная экономика, тем более актуальной будет становиться задача сплочения коллектива [1].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Итикава, А. ТРМ в простом и доступном изложении [Текст] / А. Итикава, И. Такаги, Ю. Такэбэ, К. Ямасаки, Т. Идзуми, С. Синоцука // Пер. с яп. А.Н. Стерляжникова; Под науч. ред. В.Е. Растимешина, Т.М. Куприяновой. – М.: РИА «Стандарты и качество», 2008. – 128 с.

## РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КЛЮЧЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ ЕЁ ПРОИЗВОДСТВА

Власов И.Ю., гр. 51-УК  
Рук. Киселева Т.П.

Ключевые показатели изделия – это показатели, которые отражают потребительскую ценность изделия, сформированную ключевыми компонентами конструкции. Процессы, оказывающие сильное влияние на добавление потребительской ценности ключевым компонентам конструкции будут являться ключевыми процессами, в которых необходимо определить контрольные точки для отслеживания эффективности этих процессов [1]. Все выделенные ключевые характеристики должны подлежать особому вниманию в производстве, для этого они должны быть занесены в план управления, который определяет методы контроля, а также предупреждающие и корректирующие действия.

Для определения ключевых показателей системы досмотра необходимо произвести анализ требований, которые предъявляют потребители. Такие требования выдвигают с одной стороны пассажиры, с другой стороны руководитель авиакомпании. Основные требования, выдвигаемые пассажиром к системе досмотра: безопасность прохождения досмотра, комфорт и деликатность при проведении досмотра, скорость прохождения процедуры досмотра, дизайн. Основные требования, выдвигаемые руководителем авиакомпании к системе досмотра: безопасность использования, наличие программного обеспечение, высокое качество получаемого снимка, большая пропускная способность, стоимость.

Требования руководителя авиакомпании шире, чем требования пассажира, поэтому для выполнения требований руководителя авиакомпании необходимо, чтобы ключевые компоненты конструкции ориентировались на него. Выполнение требований пассажира будет реализовано за счет взаимосвязи между ключевыми компонентами конструкции и его требованиями.

Взаимодействие между пассажиром и руководителем авиакомпании представлено на рисунке 1, на котором: синие стрелки обозначают требования руководителя авиакомпании, красные стрелки обозначают требования пассажира, черные стрелки указывают на требования к ключевым компонентам конструкции, зеленые стрелки указывают на выполнение основных требований пассажира за счет ключевых компонентов конструкции. Например, одним из важных требований пассажира является скорость прохождения досмотра, с другой стороны, требованиями руководителя авиакомпании являются: наличие программного обеспечения, большая пропускная способность и высокое качество получаемого снимка. В данном случае реализация требований пассажира и руководителя авиакомпании происходит следующим образом, наличие программного

обеспечения позволяет выбрать необходимый режим сканирования (астеник, нормастеник и гиперстеник). Одновременно с выбором режима, ряд параметров, отвечающих за качество снимка, настраивается автоматически, что позволяет получить снимок нужного качества и сократить время на его обработку, а так же повысить пропускную способность, на которую влияет скорость сканирования.

При конечном формировании ключевых показателей изделия необходимо, чтобы они не только удовлетворяли требованиям руководителя авиакомпании и пассажира, но и превосходили их. Для этого необходимо, чтобы система обладала лучшими, по сравнению с аналогичными приборами характеристиками (разрешение, время сканирования, динамический диапазон, пропускная способность, безопасность обследования, удобство при использовании, как для пассажира, так и для обслуживающего персонала, низкая стоимость системы).

Рассмотрим взаимосвязь между ключевыми показателями системы досмотра на примере требования руководителя авиакомпании к высокому качеству снимка. Ключевой показатель «высокое качество снимка» реализуется за счет ключевых компонентов: штатив сканирующий, источник питания и программное обеспечение. В свою очередь, каждый из ключевых компонентов характеризуется определенными показателями.

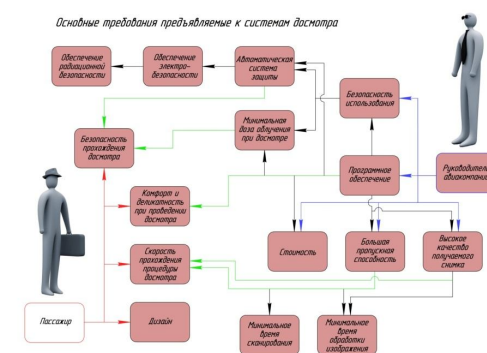


Рисунок 1 – Схема взаимодействия между потребителями

Так, для ключевого компонента «Штатив сканирующий», в состав которого входят: излучатель, коллиматор и детектор, ключевыми показателями компонентов будут являться «параметры преобразования изображения», а именно контрастная чувствительность, пространственное разрешение, динамический диапазон.

Для обеспечения заданных показателей необходимо выбрать ключевые процессы. В данном случае, такими процессами являются процессы регулировки и входного контроля. Для процесса регулировки контрольными точками являются настройка рентгенооптической схемы и регулировка анодного напряжения рентгеновской трубки. Для процесса входного контроля контрольной точкой является контроль рентгеновских трубок, получаемых от поставщика.

Для обеспечения заданного уровня качества ключевых показателей изделия необходимо, внедрить план управления ключевыми показателями, который регламентирует способы проверки, их периодичность, а также систему мероприятий по устранению выявленных отклонений.



Данная методика позволит обеспечивать заданный уровень качества изделия в процессе его изготовления, а качество продукции является определяющим фактором в общественной оценке результатов деятельности каждого предприятия.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Розно, М.И. От «голоса потребителя» до «производства без проблем» [Текст] – / М.И. Розно // Методы менеджмента качества. – 2006. – № 3. – С. 8-11.

УДК 658.018

#### **УЛУЧШЕНИЕ ПРОЦЕССА «ОПЕРАЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ» ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СВЕТОДИОДНЫХ КОММУТАТОРНЫХ ЛАМП (СКЛ) НА ЗАО «ПРОТОН – ИМПУЛЬС»**

**Воробьева И.Д., гр. 51-УК  
Рук. Марков В.В.**

Базовым предприятием для выполнения данной работы является ЗАО «Протон-Импульс». Закрытое Акционерное Общество «Протон-Импульс» образовано в мае 1995 года, на базе ряда подразделений ОАО «Протон» как дочернее предприятие. В 2003 году ЗАО «Протон-импульс» успешно прошло сертификацию своей системы менеджмента качества на соответствие международному стандарту ИСО 9001:2000 в отношении проектирования, производства и реализации электронных компонентов и устройств, систем ограничения доступа, устройств управления и регулирования для бытовой техники. В 2006 г. и 2009 г. ЗАО «Протон-Импульс» прошло ресертификацию системы менеджмента качества. Основным направлением деятельности предприятия является производство СКЛ (светодиодных коммутаторных ламп) на основе оптоэлектронных компонентов, твердотельных реле и силовых модулей (ТТР), а также систем ограничения доступа в помещения (СОД), т.е. домофонов, кодовых замков, переговорных устройств.

Завод выпускает различные виды оборудования, в том числе: твердотельные оптоэлектронные реле; светодиодные индикаторные и осветительные лампы; входные и выходные модули устройств связи с объектами; силовые модули; электромагнитные замки и кодовые устройства; домофонные системы для подъездов жилых зданий, офисов и коттеджей; лифтовое оборудование; таймеры и блоки управления для холодильного оборудования, автоматических устройств отключения нагревательных приборов от электросети.

Структура предприятия построена на основе четырех бизнес-единиц, которые представляют собой самостоятельные производственные единицы, имеющие собственный бюджет и включающие в себя подразделения, обеспечивающие полный производственный цикл от разработки изделия до его реализации.

ЗАО «Протон-Импульс» имеет систему менеджмента качества, сертифицированную ассоциацией по сертификации "Русский Регистр" г. Санкт-Петербург. СКМ предприятия имеет все необходимые документы, в том числе миссию, политику, цели в области качества, руководство и т.д.

При рассмотрении процедуры «Операционный контроль при производстве СКЛ», состоящем из одиннадцати этапов, сразу нужно отметить, что в нем имеются этапы, не относящиеся к данной процедуре. Такими этапами являются: действия с несоответствующей продукцией, отгрузка готовой продукции, периодический анализ результатов контроля и испытаний в процессе производства.

Необходимо рассмотреть нормативную базу при реализации процедуры. В качестве такой базы выступают международные стандарты серии ИСО 9000, 9001 и 9004, а так же отраслевой стандарт ГОСТ 16504 – 81 «Испытания и контроль качества продукции. Термины и определения».

Для улучшения процесса «Операционный контроль при производстве СКЛ» необходимо составить модель качества, где отражены показатели качества, такие как функциональные, организационные и нормативные, для каждой контрольной точки процесса. Так как контрольные точки отмечены на этапах: организация контроля в процессе производства, контроль качества изготовления деталей, предъявление продукции в ОТК сборочного цеха, анализ методов контроля, следовательно, для них назначались единичные показатели качества, информация которых должна быть отражена в улучшенном процессе.

При рассмотрении процедуры и его модели можно предложить следующие рекомендации для его улучшения:

- этапы, касающиеся действий с готовой продукцией исключить, а именно: «Передача продукции на СГИ» и «Отгрузка готовой продукции»;
- этап «Действия с несоответствующей продукцией» так же исключить;
- этап «Анализ методов контроля и измерений» должен быть описан в соответствии с ПК и нормативными требованиями. В стандарте предприятия описания данного этапа нет.

На основании улучшенного процесса в дипломной работе предлагается разработать паспорт процесса «Операционный контроль при производстве СКЛ». Основными разделами являются: область применения, нормативные ссылки, термины и определения, обозначения, описание процесса, технология выполнения процесса, алгоритм выполнения процесса, критерии результативности процесса и показатели их достижения; мероприятия по улучшению процесса, записи.

Улучшенный процесс «Операционный контроль при производстве СКЛ» состоит из восьми этапов: организация контроля в процессе производства, кон-

троль качества изготовления деталей, принятие решения по результатам контроля и регистрация данных контроля, передача годных деталей в сборочные цеха, сборка СКЛ, предъявление продукции в ОТК сборочного цеха, принятие решения о приемке или забракованию партии СКЛ и регистрация данных контроля, анализ методов контроля.

В качестве мероприятий по улучшению предлагается на предприятии внедрить систему 5S с целью улучшения качества на рабочем месте технолога ОТК цехов, в частности заготовительного и сборочного. Так же для повышения уровня профессионализма предлагается приглашать на лекции и семинары специалистов по качеству из других организаций и университета.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р ИСО 9000 – 2008 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь.
2. ГОСТ Р ИСО 9001-2008 Системы менеджмента качества. Требования.
3. ГОСТ Р ИСО 9004-2009 Системы менеджмента качества. Рекомендации по улучшению деятельности.
4. ГОСТ 16504-81 Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения.

УДК 658.018

#### РАЗРАБОТКА СХЕМЫ МАРКЕТИНГОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА БАЗЕ «ПОЛИТИКИ КАЧЕСТВА»

Гаврючин Е.Ю., гр. 51-УК  
Рук. Киселева Т.П.

**Политика в области качества** - это общие намерения и направления деятельности организации в области качества, официально сформулированные высшим руководством. Политика в области качества является основой для постановки долгосрочных целей развития компании, а, следовательно, и для разработки стратегии, ориентированной на будущее. Политика в области качества должна убеждать заказчика в том, что на предприятии определены направления работ и цели в области качества, выбраны реальные средства для их достижения, которые позволят предприятию поставлять продукты и услуги требуемого качества.

**Политика в области качества обеспечивается за счет:**

- разработки, внедрения и сертификации системы менеджмента качества в соответствии с принципами и требованиями стандартов ИСО серии 9000;

- постоянного анализа современных и перспективных требований к защищенной продукции, тенденций и достижений в области защитных технологий;
- технического перевооружения предприятия, применения новейшего оборудования;
- проведения **маркетинговых исследований**;
- выбора надежных поставщиков качественного сырья, материалов, комплектующих изделий и развития творческого сотрудничества с основными поставщиками на взаимовыгодной основе;
- рациональной расстановки кадрового потенциала предприятия и непрерывного повышения квалификации работников;
- стабильного качества продукции путем предупреждения и выявления несоответствий с устранением причин их возникновения;
- конфиденциальности информации, безопасности производства и сохранности продукции;
- непрерывного совершенствования системы менеджмента качества с учетом рекомендаций стандартов ИСО серии 9000 и особенностей производства.

**Политика в области качества** формулируется в виде направления деятельности или стратегической цели, которые выражаются в реализации маркетинговой деятельности предприятия и могут предусматривать: улучшение экономического положения предприятия; расширение или завоевание новых рынков сбыта; достижение нового технического уровня продукции; ориентацию на удовлетворение требований потребителей отдельных отраслей или регионов; освоение изделий, функциональные возможности которых реализуются на новых принципах; улучшение важнейших показателей качества продукции; снижение уровня дефектности изготавливаемой продукции; увеличение сроков гарантии на продукцию; развитие сервиса.

**Маркетинговая деятельность** представляет собой комплекс мероприятий, ориентированных на исследование таких вопросов, как:

- анализ внешней (по отношению к предприятию) среды, в которую входят рынки, источники снабжения и многое другое. Анализ позволяет выявить факторы, содействующие коммерческому успеху или создающие препятствие этому. В результате анализа формируется банк данных для принятия обоснованных маркетинговых решений;
- анализ потребителей, как актуальных (действующих, покупающих продукцию предприятия), так и потенциальных (которых еще требуется убедить стать актуальными). Данный анализ заключается в исследовании демографических, экономических, географических и иных характеристик людей, имеющих право принимать решение о покупке, а также их потребностей в широком смысле этого понятия и процессов приобретения как нашего, так и конкурирующего товаров;
- изучение существующих и планирование будущих товаров, то есть разработка концепций создания новых товаров и или модернизации старых, вклю-

чая ассортимент их и параметрические ряды, упаковку и т.д. Устаревшие, не дающие заданной прибыли товары, снимаются с производства и экспорта;

- планирование товародвижения и сбыта, включая создание, если это необходимо, соответствующих сбытовых сетей со складами и магазинами, а так агентских сетей;

- обеспечение формирования спроса и стимулирования сбыта (ФОС-СТИС) путем комбинации рекламы, личной продажи, престижных некоммерческих мероприятий и разного рода экономических стимулов, направленных на покупателей, агентов и непосредственных продавцов;

- обеспечение ценовой политики, заключающейся в планировании систем и уровней цен на экспортируемые товары, определении "технологии" использования цен, сроков кредита, скидок и т.д.;

- удовлетворение технических и социальных норм страны, импортирующей товары предприятия, что означает обязанность обеспечить должные уровни безопасности использования товара и защиты окружающей среды; соответствие морально-этическим правилам, должный уровень потребительских свойств товара;

- управление маркетинговой деятельностью (маркетингом) как системой, т.е. планирование, выполнение и контроль маркетинговой программы и индивидуальных обязанностей каждого участника работы предприятия, оценка рисков и прибылей, эффективности маркетинговых решений.

Степень устойчивости функционирования промышленного предприятия определяется качеством осуществляемых им видов деятельности: производственной, финансовой, инвестиционной, социальной и маркетинговой.

С переходом к рыночным условиям, формированием изменчивой внешней конкурентной среды, все большее значение приобретает маркетинговая деятельность предприятия. Эффективность управленческих решений, принимаемых в рамках маркетинговой деятельности предприятия, во многом определяется результатами ее анализа и оценки.

УДК 658.018

## **ОРГАНИЗАЦИЯ МЕТОДА АНАЛИЗА ПРИЧИН И ПОСЛЕДСТВИЙ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ДЕФЕКТОВ ПО ЦИКЛУ ШУХАРТА-ДЁМИНГА**

**Филиппова Л.А., гр. 21-УК  
Рук. Марков В.В.**

Анализ видов и последствий потенциальных дефектов (Potential Failure Mode and Effects Analysis, а сокращённо – FMEA) – это формализованная процедура анализа и доработки проектируемого технического объекта, процесса изготовления, правил эксплуатации и хранения, системы технического обслу-

живания и ремонта данного технического объекта, основанная на выделении возможных (наблюдаемых) дефектов разного вида с их последствиями и причинно-следственными связями, обуславливающими их возникновение, и оценках критичности этих дефектов [1].

Метод анализа видов и последствий потенциальных дефектов – это эффективный инструмент повышения качества разрабатываемых технических объектов, направленный на предотвращение дефектов или снижение негативных последствий от них. Это достигается благодаря предвидению дефектов и (или) отказов и их анализу, проводимому на этапах проектирования конструкции и производственных процессов. Метод может быть также использован для доработки и улучшения конструкций и процессов, запущенных в производство.

Метод FMEA позволяет проанализировать потенциальные дефекты, их причины и последствия, оценить риски их появления и необнаружения на предприятии и принять меры для устранения или снижения вероятности и ущерба от их появления. Это один из наиболее эффективных методов доработки конструкции технических объектов и процессов их изготовления на таких важнейших стадиях жизненного цикла продукции, как ее разработка и подготовка к производству.

На этапе доработки конструкции технического объекта перед утверждением конструкции или при улучшении имеющейся конструкции методом FMEA решают следующие задачи:

- 1) определение «слабых» мест конструкции и принятие мер по их устранению;
- 2) получение сведений о риске отказов предложенного и альтернативных вариантов конструкции;
- 3) доработка конструкции до наиболее приемлемой с различных точек зрения: технологичности, удобства обслуживания, надежности и т.д.;
- 4) сокращение дорогостоящих экспериментов.

На этапе доработки производственного процесса перед его запуском или при его улучшении методом FMEA решают следующие задачи:

- 1) обнаружение «слабых» мест технологических процессов и принятие мер по их устранению при планировании производственных процессов;
- 2) принятие решений о пригодности предложенных и альтернативных процессов и оборудования при разработке технологических процессов;
- 3) доработка технологического процесса до наиболее приемлемого с различных точек зрения, а именно: надежности, безопасности для персонала, обнаружения потенциально дефектных технологических операций и т.д.;
- 4) подготовка серийного производства.

Метод FMEA рекомендуется применять при изменении условий эксплуатации технического объекта, требований заказчика, при модернизации конструкций или технологических процессов. Метод FMEA может применяться при принятии решений в отношении несоответствующей продукции (материалов, деталей, комплектующих изделий) в экономически обоснованных случаях. Данный метод также может быть использован при разработке и анализе любых

других процессов, например таких, как процессы продаж, обслуживания, маркетинга и другие.

Рассмотрим порядок организации метода FMEA по известному циклу Шухарта-Деминга (широко известен также, как цикл PDCA).

Первый этап «Plan» или «Планирование». Для конкретного технического объекта и (или) производственного процесса с его конкретной функцией определяют все возможные виды дефектов. Описание каждого вида дефекта заносят в протокол анализа видов, причин и последствий потенциальных дефектов. Для каждого дефекта определяют потенциальные причины. Для одного дефекта может быть выявлено несколько потенциальных причин, все они должны быть по возможности полно описаны и рассмотрены отдельно.

Второй этап «Do» или «Выполнение». Для каждой потенциальной причины дефекта экспертно определяют балл возникновения данной причины (балл значимости S, возникновения O и обнаружения D).

Третий этап «Check» или «Проверка». После того, как действия по доработке определены, необходимо оценить и записать значения баллов значимости S, возникновения O и обнаружения D для нового предложенного варианта конструкции и (или) производственного процесса. Следует проанализировать новый предложенный вариант и подсчитать и записать новые данные. В конце работы FMEA-команды должен быть составлен и подписан протокол, в котором отражают основные результаты работы команды.

Четвёртый этап «Act» или «Действия по улучшению». С учётом всех полученных данных вариант конструкции и (или) производственный процесс дефекты должны быть устранены.

Метод FMEA служит инструментом повышения качества разрабатываемых технических объектов. Он направлен на предотвращение дефектов и снижение их негативных последствий. Это один из наиболее эффективных методов доработки конструкции технических объектов и процессов их изготовления [2].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р 51814.2-2001. Системы качества в автомобилестроении. Метод анализа видов и последствий потенциальных дефектов [Текст]. – М.: Издательство стандартов, 2001. – 18 с.

2. FMEA при проектировании и совершенствовании продукции и процессов [Текст]: Методическое пособие. – Выпуск 12, 2001. – М.: НТК «Трек», 2002 – 24 с.

УДК 006.83.032:728](062)

#### МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Мингалеева Ю.М., гр. 21-СК

Рук. Петрова О.С.

Качество бетонных и железобетонных изделий и конструкций в значительной степени зависит от эффективности и действенности контроля прочности и однородности бетона, защитного слоя бетона и расположения арматуры, напряжений в арматуре предварительно напряженных железобетонных конструкций.

В статье представлен обзор современных методов и средств контроля качества, используемых при производстве, описаны особенности и рекомендуемые области применения для каждого из методов.

По данным лаборатории прочность бетона контрольных кубов на момент распалубки соответствовала нормируемой отпускной прочности 14,8 МПа. Расследование аварийной ситуации показало, что причиной является пониженная прочность бетона в зоне анкеровки монтажных петель (конструкция петель и длина зоны анкеровки соответствовали проекту).

Проверку прочности бетона отдельных участков производили в верхней, нижней и средней частях каждого изделия приборами Бетон-12 (при поверхностном прозвучивании) и ИПС-МГ4 (градуировочная зависимость прибора уточнялась по контрольным кубам). В результате было установлено, что средняя прочность бетона участков по высоте изделий составила 9,2 МПа (верх), 13,7 МПа (середина) и 16,4 МПа (низ), а скорость распространения УЗК составила от 3270 м/сек (верх) до 3820 м/сек (низ). Очевидно, что прочность бетона в изделиях кассетного производства, определяемая по контрольным образцам, существенно отличается от фактической прочности наиболее ответственных участков изделий, что может приводить к выпуску некачественной продукции и аварийным ситуациям

Для неразрушающего контроля прочности бетона используются приборы, основанные на следующих методах:

- местных разрушений (отрыв со скалыванием, скалывание ребра, отрыв стальных дисков),
- ударного воздействия на бетон (ударный импульс, упругий отскок, пластическая деформация)
- и ультразвукового прозвучивания.

При обследовании монолитных конструкций и больших массивов бетона применение ударно-импульсных и ультразвуковых приборов должно сочетаться с испытаниями бетона методами отрыва со скалыванием, скалывания ребра или отбора образцов.

При выборе методов НК и приборов для проведения испытаний бетона пользователь должен знать их особенности и рекомендуемые области применения.

Особого внимания заслуживают методы отрыва со скалыванием, скалывания ребра и отрыва стальных дисков, которые часто называют методами местных разрушений. Эти методы характеризуются большей точностью по сравнению с другими методами неразрушающего контроля.

Они применяются в основном в монолитном домостроении и при обследовании конструкций зданий и сооружений. Недостатки этих методов, обусловленные повышенной трудоемкостью и необходимостью определения оси арматуры и глубины ее залегания, ограничивают их применение определением прочности бетона отдельных конструкций или их участков, а также уточнением градуировочных зависимостей ультразвуковых и ударно-импульсных приборов.

В отличие от методов местных разрушений, приборы, основанные на ударно-импульсном воздействии на бетон, имеют значительно большую производительность, однако, контроль прочности бетона ведется в поверхностном слое толщиной 25...30 мм, что ограничивает их применение.

Прочность и долговечность железобетонных конструкций во многом зависят от обеспечения проектных значений защитного слоя бетона и диаметра арматуры.

Наиболее сложными для контроля бетона конструкций являются случаи воздействия на него агрессивных факторов: химических (соли, кислоты, масла и др.), термических (высокие температуры, замораживание в раннем возрасте, либо переменное замораживание и оттаивание в водонасыщенном состоянии), атмосферных (карбонизация поверхностного слоя).

Влияние возраста (до 100 суток) и условий твердения бетона не столь существенны и могут составлять 4-6% измеряемого значения прочности.

Контроль влажных поверхностей (для тяжелых бетонов с влажностью более 2-3%) может приводить к занижению показаний приборов до 10-15%.

Все приборы имеют автономное питание, связь с ПК и энергонезависимую память.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 ГОСТ 10180. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам.

2 ГОСТ 22690. Бетоны. Определение прочности бетона методами неразрушающего контроля.

3 ГОСТ 28570. Бетоны. Методы определения прочности по образцам, отобраным из конструкции.

4 Скрамтаев Б.Г., Лещинский М.Ю. Испытание прочности бетона. М., 1964, с.144-150.

5 Коревицкая М.Г. Неразрушающие методы контроля качества железобетонных конструкций. М., 1989.

6 Лещинский М.Ю. Испытание бетона. М., 1980, с.135-146.

УДК 006.83.032:728](062)

#### МЕЖДУНАРОДНАЯ СТАНДАРТИЗАЦИЯ В СТРОИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ

Парашутина Е.Д., гр. 21-СК  
Рук. Петрова О.С.

Стандартизация – деятельность, направленная на достижение упорядочения в определенной области посредством установления положений для применения в отношении реально существующих и потенциальных задач. Стандартизация осуществляется на разных уровнях [1]:

международная стандартизация;

региональная стандартизация;

национальная стандартизация – в одном конкретном государстве;

административно-территориальная стандартизация.

Международная стандартизация – это совокупность международных организаций по стандартизации и продуктов их деятельности – стандартов, рекомендаций. Таких организаций три: Международная организация по стандартизации – ИСО (ISO), Международная электротехническая комиссия-МЭК(IEC), Международный союз электросвязи-МСЭ(ITU) [2].

Основное назначение международных стандартов – это создание на международном уровне новых и совершенствование действующих систем качества и их сертификации.

Появление ISO 14000 – называют одной из наиболее значительных международных природоохранных инициатив. Основным предметом ISO 14000 является система экологического менеджмента [2].

Федеральный закон о безопасности зданий и сооружений на этапе строительства [3]

1) закон распространяется на жилые и общественные здания и сооружения, но закон не распространяется на здания, предназначенные для производства и хранения взрывчатых веществ и средств взрывания.

2) закон устанавливает требования безопасности зданий и сооружений: механической безопасности; пожарной безопасности; безопасности в сложных природных условиях; безопасных для здоровья человека условий проживания, труда, быта и отдыха; безопасности пользования зданиями, сооружениями;

безопасного уровня воздействий зданий и сооружений на окружающую среду в процессе строительства.

3) закона обязательны для физических и юридических лиц, являющихся застройщиками, заказчиками, осуществляющими инженерные изыскания, проектирование, строительство, эксплуатацию, снос и утилизацию зданий и сооружений.

4) Лицо, осуществляющее строительство должно выполнять контроль за соответствием строительных материалов, изделий, конструкций, а также складирование и хранение материалов и изделий

5) Замена лицом, осуществляющим строительство должна быть документально оформлена, допускаются только в случаях, если они не приводят к нарушению принятой конструктивной схемы

6) В процессе строительства лицом, осуществляющим строительство должен осуществляться строительный контроль, предусмотренный законодательством Российской Федерации о градостроительной деятельности.

7) Лицо, осуществляющее строительство, обязано обеспечивать доступ на строительную площадку представителей застройщика (заказчика) и органов государственного строительного надзора, предоставлять им необходимую документацию.

8) Лицо, осуществляющее строительство, должно обеспечивать ведение исполнительной документации – комплекта рабочих чертежей, геодезических исполнительных схем.

9) При необходимости прекращения или приостановки строительства на срок более 6 месяцев застройщиком должна быть осуществлена консервация объекта – приведение его и строительной площадки в состояние, обеспечивающее прочность, устойчивость и сохранность основных конструкций и безопасность для граждан и окружающей среды. Мероприятия по консервации должны быть согласованы в соответствии с требованиями проектной организации.

Международная стандартизация позволяет сэкономить время и средства необходимые для разработки национальных стандартов. Таким образом, развитие международной стандартизации предопределяет развитие мировой торговли.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Медведев А. М. Международная стандартизация — М.: Издательство стандартов, 1988

2 Лоппинэ А. Глобальные стандарты, используемые на местах по всему миру. - 2005. - №5. - С. 124-127.

3 ГОСТ 1.3-2002 Межгосударственная система стандартизации. Правила и методы принятия международных и региональных стандартов в качестве межгосударственных стандартов.

УДК 006.83.032:728](062)

#### ИЗМЕРЕНИЕ ЛИНЕЙНЫХ РАЗМЕРОВ В СТРОИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ

Носкова Е.А., гр. 21-СК  
Рук. Петрова О.С.

Измерение линейных размеров требуется выполнять в значительно большом диапазоне – от долей микрометра, например, при измерении микрогеометрии шероховатостей в процессе производственного контроля чистоты отделки поверхностей в точном машиностроении до многих сотен и тысяч километров при измерении расстояний в геодезии, навигации, строительстве. Линейный размер (linear dimension)- расстояние между двумя точками, параллельными линиями или параллельными плоскостями, определяемыми углами, кромками или гранями образцов, предназначенных для испытания [1].

Измеряют линейные размеры образцов при помощи средств измерений, обеспечивающих требуемую погрешность. Одним из широко используемых методов измерения расстояний является метод радиолокации. Этот метод состоит в том, что мощным передатчиком в направлении объекта, расстояние до которого должно быть измерено, излучается короткий (например, 1 мкс) радиоимпульс. Достигнув объекта, этот импульс отражается от него, и через некоторое время отраженный импульс возвращается обратно и воспринимается чувствительным приемником. Естественно, что время, прошедшее с момента излучения импульса до момента его возвращения, тем больше, чем больше расстояние до отразившего его объекта, так как скорость распространения электромагнитных колебаний есть величина постоянная. Эта скорость, как известно, равна  $c = 300\,000$  км/с, и если расстояние до объекта равно, например, 30 км, то ему соответствует затрата времени 200 мкс. Наблюдение таких малых отрезков времени обычно производится на экране электроннолучевой трубки. Приемник вместе с контролирующим программным обеспечением – это передовая система для сбора географических данных. Эти системы GPS разработаны для точной картографии, создания и современного составления баз данных Географической Информационной Системы. Описанный метод не пригоден для измерения малых расстояний (меньше нескольких километров), так как в этом случае затрачиваемое время становится слишком малым [2].

Средства измерений выбирают с учетом требуемой точности измерений образцов, указанной в стандарте на конкретный метод испытания. Средства измерений выбирают в соответствии с таблицей выбора средств измерений, если погрешность измерений образца выражают в миллиметрах. Средства измерения выбирают в соответствии с подобной таблицей выбора средств измерений, если погрешность измерений образца выражают в процентах.



При выборе конкретного средства измерений учитывают требуемую погрешность измерений и размеры образцов, предназначенных для испытания.

В настоящее время существует много методов и средств измерений размеров, но в данном докладе рассмотрены лишь некоторые из них.

Измерение является важнейшим понятием в метрологии. Это организованное действие человека, выполняемое для количественного познания свойств физического объекта с помощью определения опытным путем значения какой-либо физической величины. Измерения производят как с целью установления действительных размеров изделий и соответствия и требованиям чертежа, так и для проверки точности технологической системы и подналадки ее для предупреждения появления брака [3].

Измерительная техника является неотъемлемой частью материального производства. Без системы измерений, позволяющей контролировать технологические процессы, оценивать свойства и качество продукции, не может существовать ни одна область техники. Совершенствование методов средств и измерений происходит непрерывно. Их успешное освоение и использование на производстве требует глубоких знаний основ технических измерений, знакомства с современными образцами измерительных приборов и инструментов. Без системы измерений, позволяющей контролировать технологические процессы, оценивать свойства и качество продукции, не может существовать ни одна область техники.

Совершенствование методов средств и измерений происходит непрерывно. Их успешное освоение и использование на производстве требует глубоких знаний основ технических измерений, знакомства с современными образцами измерительных приборов и инструментов [3].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. «Метрология и стандартизация» электронное издание. Каллиников П.Ю., Петров А.М., Лещенко А.М., Баринаева Е.В., Соловьева А.В., Соловьева А.В.
2. «Метрология, стандартизация и технические средства измерений», Тартовский Д.Ф., Ястребов А.С., - М.: Высш. Шк., 2001.
3. Основы метрологии. Г.Д.Бурдун, Б.Н.Марков Издательство стандартов. М:1975

УДК 006.83.032:728](062)

#### ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕНЕНИЯ УРОВНЯ

Толпекина А.В., гр. 21-СК  
Рук. Петрова О.С.

Уровнемер — прибор, предназначенный для определения уровня содержимого в открытых и закрытых резервуарах, хранилищах. Под содержимым подразумеваются разнообразные виды жидкостей, в том числе и газообразующие, а также сыпучие и другие материалы. Уровнемеры так же называют датчиками/сигнализаторами уровня. Главное отличие уровнемера от сигнализатора уровня — это возможность измерять градации уровня, а не только его граничные значения.

1. Контактные методы.

- Поплавковый.

При поплавковом методе индикатором уровня служит поплавок. Для передачи информации от чувствительного элемента используются различные виды связи. Как правило, поплавок снабжен магнитом и заключен в измерительную трубу либо скользит по направляющему стержню. Магнит может влечь за собой ползунок реостата.

Важной характерной особенностью поплавковых уровнемеров, является высокая точность измерений (+/- 1...5 мм.). Достаточно широка область применения этого метода. Метод явно неприменим только в средах, образующих налипание, отложение осадка на поплавок, а также коррозию поплавка и конструкции чувствительного элемента (ЧЭ). Температура рабочей среды: - 40...120 градусов, избыточное давление: до 2 МПа, для преобразователей с гибким ЧЭ - до 0,16 МПа. Плотность среды: 0,5...1,5 г/куб.см. Диапазон измерений — до 25 м. Поплавковый метод может с успехом применяться в случае пенящихся жидкостей. Типичным применением поплавковых уровнемеров является измерение уровня топлива, масел, легких нефтепродуктов в относительно небольших емкостях и цистернах в процессе коммерческого учета [1].

- Емкостной.

Емкостной метод — более простой и дешевый. Он обеспечивает хорошую точность порядка 1,5 %, имеет те же ограничения, что и поплавковый — среда не должна налипать и образовывать отложения на ЧЭ. Вместе с тем, в отличие от поплавкового, он применим как для жидких, так и для сыпучих сред (размер гранул — до 5 мм.). Характерным принципиальным ограничением для емкостного метода является — однородность среды, среда должна быть однородной, по крайней мере, в зоне расположения ЧЭ.

Условия применения емкостных датчиков по характеристикам рабочей среды: температура -40...+200 градусов, давление — до 2,5 МПа, диапазон измерения — до 3м. (30 м. — для гибких и тросовых ЧЭ) [2].

- Гидростатический.

Гидростатические уровнемеры измеряют давление столба жидкости и преобразуют его в значение уровня, поскольку гидростатическое давление зависит от величины уровня и плотности жидкости и не зависит от формы и объема резервуара.

Гидростатические уровнемеры применяются для однородных жидкостей в емкостях без существенного движения рабочей среды. Они позволяют производить измерения в диапазоне до 250 КПа, что соответствует (для воды) 25-и метрам, с точностью до 0,1% при избыточном давлении до 10 МПа и температуре рабочей среды: – 40...+120 градусов. Гидростатические уровнемеры могут использоваться для вязких жидкостей и паст. Важным достоинством гидростатических уровнемеров является высокая точность при относительной дешевизне и простоте конструкции [2].

- Буйковый.

Метод определения уровня по выталкивающей силе действующей на погруженный в рабочую жидкость буюк используют буйковые уровнемеры. На тонущий буюк действует в соответствии с законом Архимеда выталкивающая сила, пропорциональная степени погружения и, соответственно, уровню жидкости. Действие этой силы воспринимает тензопреобразователь, либо индуктивный преобразователь, либо заслонка, перекрывающая сопло.

Буйковые уровнемеры предназначены для измерения уровня в диапазоне – до 10 м. при температурах – 50...+120 градусов (в диапазоне +60...120 градусов при наличии теплоотводящего патрубка, при температурах 120...400 градусов приборы работают как индикаторы уровня) и давлении до 20 МПа, обеспечивая точность 0,25...1,5%. Плотность контролируемой жидкости: 0,4...2 г/куб.см.

Буйковые уровнемеры часто применяются для измерения уровня раздела фаз двух жидкостей. Возможно, также, их использование для определения плотности рабочей среды при неизменном уровне.

2. Бесконтактные.

- Зондирование электромагнитным излучением.

Микроволновые радарные уровнемеры – наиболее сложные и высокотехнологичные средства измерения уровня. Для зондирования рабочей зоны и определения расстояния до объекта контроля здесь используется электромагнитное излучение СВЧ диапазона [1,2].

Обычно, рабочая частота радарных уровнемеров независимо от типа варьирует от 5,8 до 26 ГГц. Чем более высока частота, тем более узок луч и тем выше энергия излучения, а, следовательно, сильнее отражение.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бирюков С.В. Разработка метода определения нормы потребления тепловой энергии системами отопления и вентиляции общественных зданий (на примере учебных корпусов вузов). Автореф. дис. на соискание уч. степени канд. техн. наук. - М.: изд. МГСУ, 2002. - 19 с.

2. Малявина Е.Г., Бирюков С.В., Самарин О.Д. Отчет по теме «Расчеты воздушного режима жилого высотного здания и анализ результатов». - М.: изд. МГСУ, 2004.

УДК 004.35

## ПРИМЕНЕНИЕ КЛАССА HID ДЛЯ РАЗРАБОТКИ USB УСТРОЙСТВ

**Бабанков В.А., гр. 51-Р  
Рук. Тугарев А.С.**

В современных условиях отказа многих производителей компьютерной техники от устаревших разъемов COM и LPT, разработка устройств на их базе нерациональна, поскольку требует введения дополнительных преобразователей в современный интерфейс USB, которые не могут обеспечить полной функциональности интерфейса. Но с другой стороны, разработка устройства USB сильно отличается от COM и LPT и значительно смещена в сторону программирования.

USB (Universal Serial Bus – универсальная последовательная шина) является промышленным стандартом расширения архитектуры PC, ориентированным на интеграцию с телефонией и устройствами бытовой электроники [1]. Шина USB является хост-центрической, это значит, что единственным ведущим устройством является хост-компьютер, а все остальные исключительно ведомые. Физическая топология шины – многоярусная звезда до пяти уровней в глубину, а логическая – просто звезда [1, 2]. Одним из преимуществ USB шины является возможность подключения устройств, питающиеся от шины (Bus-powered devices), что позволяет обойтись без дополнительных блоков питания для устройств с потреблением тока не более 500 мА [2].

Передача данных в USB происходит через пакеты. Пакеты имеют четкую структуру, причём для различных запросов хоста есть свои типы пакетов. Хост-контроллер собирает несколько пакетов в транзакции, которые посылаются через фиксированные временные интервалы, называемые кадрами [1, 2]. Передача кадров осуществляется по адресу устройства (тот, который устройство получило в процессе нумерации при подключении к шине) и номеру его конечной точки (Endpoint), причём для управления используется только конечная точка 0, которая обязана быть на всех устройствах. Существует четыре типа передачи данных: управляющие послышки (control transfers), передачи массивов данных (bulk data transfers), прерывания (interrupt), изохронные передачи (isochronous transfers) [1, 2, 3].

Все параметры USB устройства задаются при его программировании, а хост распознаёт их в процессе процедуры нумерации, которая представляет со-

бой обработку стандартных запросов. В процессе нумерации основное, что должно сделать устройство это отправить хосту дескрипторы устройства, конфигурации и интерфейса; проинициализировать все свои конечные точки; получить адрес на шине [2, 3]. Дескрипторы являются ключевым моментом в опделении USB устройства, поскольку в них задаются такие важные параметры как класс устройства, идентификаторы устройства и производителя, количество конфигураций и число конечных точек. Кроме базовых дескрипторов устройства, конфигурации и интерфейса существуют строковые дескрипторы и конечных точек.

После полной инициализации устройства оно отобразится в подключенных к PC устройствах, но для его использования потребуется написание драйвера, либо использование готового системного драйвера для HID устройств. HID (Human Interface Device) – это устройство связи с пользователем [3]. Использование готового драйвера HID значительно ускоряет процедуру разработки USB устройства и обеспечивает возможность его функционирования на многих операционных системах, но такой подход не позволяет передавать данные быстрее 64 кбит/с [2, 3], хотя для многих приложений этого более чем достаточно. Несмотря на то, что класс HID заявлен как устройства связи с пользователем и по спецификации его используют компьютерные мыши, клавиатуры, джойстики, вольтметры, амперметры и т.п., в нём предусмотрена передача данных, отличных от стандартного формата, что позволяет применять класс HID для всех низкоскоростных устройств ввода-вывода.

Обмен данными с HID устройством происходит по каналу прерываний при помощи репортов. Репорты могут быть типа INPUT или FEATURE. INPUT репорты, в отличие от FEATURE, используют, когда время доставки и обработки сообщения не критично. Данные типа INPUT хост запрашивает постоянно, а FEATURE только по запросу от программы.

Примером реализации USB устройства на базе класса HID является лабораторный стенд для исследования перевёрнутого маятника, разработанный автором. Он построен с использованием бесплатной библиотеки V-USB [4], позволяющей эмулировать низкоскоростное устройство на обычном микроконтроллере (например, ATmega16-16PU), при этом используя все возможности устройств USB. Стенд передаёт по два байта данных 64 раза в секунду; этого достаточно для восстановления формы колебания маятника. Программа для обработки использует стандартный драйвер для Windows HID.sys, что позволяет осуществлять взаимодействие с устройством в любых операционных системах Windows, начиная с Windows 98.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гук М. Аппаратные интерфейсы ПК: Энциклопедия. СПб.: Питер, 2002. 528 с.
2. USB 2.0 Specification // USB.org – Documents. URL: [http://www.usb.org/developers/docs/usb\\_20\\_052709.zip](http://www.usb.org/developers/docs/usb_20_052709.zip) (дата обращения: 30.04.2010).
3. Агуров П.В. Интерфейсы USB. Практика использования и программирования. СПб.: БХВ-Петербург, 2004. 576 с.
4. V-USB // Objective Development. – URL: <http://www.obdev.at/products/vusb/index.html> (дата обращения: 30.04.2010).