

ISSN 2079-875X

# УЧЕБНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ В ОБРАЗОВАНИИ

Научно-методический журнал

ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ  
∞  
ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ  
∞  
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

1/2012

# УЧЕБНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ В ОБРАЗОВАНИИ

Научно-методический рецензируемый журнал

№ 1 2012 январь-март

Основан в марте 1997 г.

Выходит 4 раза в год

ISSN 2079-875X

Издание журнала одобрено  
МИНИСТЕРСТВОМ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

---

**Главный редактор**

В. К. Свешников

**Зам. главного редактора**

Г. Г. Зейналов

**Ответственный секретарь**

Т. В. Кормилицына

**Редакционная коллегия**

Х. Х. Абушкин, Ю. Г. Байков,  
С. В. Бубликов, Г. А. Винокурова,  
В. П. Власова, Н. В. Вознесенская,  
П. В. Замкин, Л. С. Капкаева,  
А. Н. Кокинов, С. М. Мумряева,  
В. П. Савинов, М. А. Якунчев,  
С. А. Ямашкин

**Редакционный совет**

В. В. Кадакин, В. В. Майер,  
Н. М. Мамедов, Л. А. Микешина,  
В. М. Коротов, Г. М. Лончин,  
В. С. Сенашенко, Т. И. Шукшина, Н. А. Яценко

**Редактор**

Н. Ф. Голованова

**Компьютерный набор и верстка**

Т. В. Кормилицыной

**Учредители журнала:**

- ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт им. М. Е. Евсевьева»
- ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова»
- ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет им. В. Г. Белинского»

**Адрес редакции:**

430007, г. Саранск,  
ул. Студенческая, 11 а,  
МордГПИ, кабинет 221, редакция журнала  
«Учебный эксперимент в образовании»

**Телефон:** (8342) 33-92-82

**Факс:** (8342) 33-92-67

**E-mail:** edu\_exp@mail.ru

Свидетельство о регистрации  
средства массовой информации  
ПИ № ФС 77-43655

Ответственность за аутентичность цитат, приводимых имен и дат, а также за точность употребляемой терминологии несут сами авторы. При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

# ОТ РЕДАКЦИИ

*Уважаемые читатели!*

**16–18 апреля 2012 г.**

на базе ФГБОУ ВПО «МОРДОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. М. Е. ВСЕВЬЕВА»  
проводится

**VII МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
«ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ФИЗИКИ»**

Организаторы конференции:

ПРАВИТЕЛЬСТВО РЕСПУБЛИКИ МОРДОВИЯ  
АКАДЕМИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ НАУК РФ  
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК  
ФГБОУ ВПО «МОРДОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. М. Е. ВСЕВЬЕВА»  
МОРДОВСКОЕ РЕГИОНАЛЬНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РОССИЙСКОГО СОЮЗА НИО  
САРАНСКИЙ ДОМ НАУКИ И ТЕХНИКИ  
ФГБОУ ВПО «МОРДОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Н. П. ОГАРЕВА»  
ГУБ РМ НИИС ИМ. А. Н. ЛОДЫГИНА  
ОАО «ЭЛЕКТРОВЫПРЯМИТЕЛЬ»  
ФГБОУ ВПО «ПЕНЗЕНСКИЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. В. Г. БЕЛИНСКОГО»  
ФГБОУ ВПО «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. М. В. ЛОМОНОСОВА»  
РЯЗАНСКИЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

В работе конференции предполагается работа секций:

1. *Физика.*
2. *Физика полупроводников и диэлектриков.*
3. *Наноэлектроника.*
4. *Полупроводниковые приборы.*
5. *Источники излучений.*
6. *Техника физического эксперимента.*
7. *Использование современных технических достижений в учебном процессе.*

*Основными задачами конференции являются:*

– *обмен информацией о научно-технических достижениях физики, физики полупроводников и диэлектриков, наноэлектроники источников излучения, техники физического эксперимента и их использование в учебном процессе вузов;*

– *проведение сравнительного анализа и обсуждение результатов работ теоретического и прикладного характера в области физики, физики полупроводников и источников излучений;*

– *установление научных связей и областей взаимодействия для ускорения развития и повышения уровня научных исследований, расширение возможностей внедрения результатов исследований в реальную практику.*

*Рабочий язык конференции: русский.*

С оперативной информацией можно ознакомиться на сайте МордГПИ  
[www.mordgpi.ru](http://www.mordgpi.ru)

и по адресу <http://www.konferencii.ru/info/id/84952>

# ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

УДК 378.62 (470)

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ГОТОВНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗОВ К ФОРМИРОВАНИЮ У СТУДЕНТОВ КОМПЕТЕНТНОСТИ В ИННОВАЦИОННОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Н. И. Наумкин, Н. Н. Шекшаева, Е. П. Грошева,  
В. Ф. Купряшкин, Е. Н. Панюшкина

*ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет  
им. Н. П. Огарева», г. Саранск, Российская Федерация*

Рассматривается уровень готовности технических вузов России к формированию у студентов компетентности в инновационной инженерной деятельности на основе результатов анкетирования 90 преподавателей из 19 вузов России.

*Ключевые слова и фразы:* инновационная инженерная деятельность; компоненты компетентности; анкетирование; инновационные технологии обучения; активное обучение; «мозговой штурм».

Формированию профессиональной компетентности студентов в системе высшего технического образования необходимо уделять особое внимание, а именно формированию компетентности в инновационной инженерной деятельности (ИИД). Под *компетентностью* в данном случае будем понимать совокупность способностей студента, необходимых для реализации ими решения профессиональной задачи в виде инновационного продукта (ИП) [1].

Для оценки уровня готовности технических вузов России к формированию этой компетентности воспользуемся методом анкетирования, используемым ранее Наумкиным Н. И. [2] и Грошевой Е. П. в этих целях [3]. В качестве анкетизируемых в нашем исследовании выступили 90 преподавателей из 19 вузов России – представители команд участников X Всероссийской студенческой олимпиады по механизации сельского хозяйства. Эта олимпиада проводилась в ноябре 2011 г. в г. Саранске на базе ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева».

Анкета состояла из трех основных частей: общие сведения о респонденте; оценка уровня сформированности у студентов того или иного вуза компетентности в ИИД и оценка использования инновационных технологий в преподавательской деятельности.

В общих сведениях о респонденте нас интересовали вузы, в которых работают и которые оканчивали преподаватели, а также их преподаватель-

ский стаж. Кроме этого, мы учитывали ученую степень и ученое звание преподавателей и преподаваемые ими дисциплины. По этим данным были сделаны следующие выводы.

В опросе участвовало 90 преподавателей общетехнических и специальных дисциплин таких вузов, как: МГУ им. Н. П. Огарева, Марийский ГТУ, Рязанский ГАТУ, Тамбовский ГТУ, Башкирский ГАУ, Орловский ГАУ, Ижевская ГСХА, Тверская ГСХА, Волгоградская ГСХА, Самарская ГСХА, Костромская ГСХА, Ульяновская ГСХА, Казанский ГАУ, Ярославская ГСХА и др. На рис. 1а представлено распределение преподавателей по их стажу работы, откуда видно, что 60 % преподавателей составляют преподаватели со стажем 5–10 лет, 36 % – со стажем 10–20 лет и 4 % – со стажем 20–30 лет.

По качественному составу в анкетном опросе участвовали 2 доктора технических наук, 1 доктор педагогических наук, 70 кандидатов технических наук, 1 кандидат педагогических наук, из них 29 доцентов и еще 10 преподавателей без степени и без звания (рис. 1б).

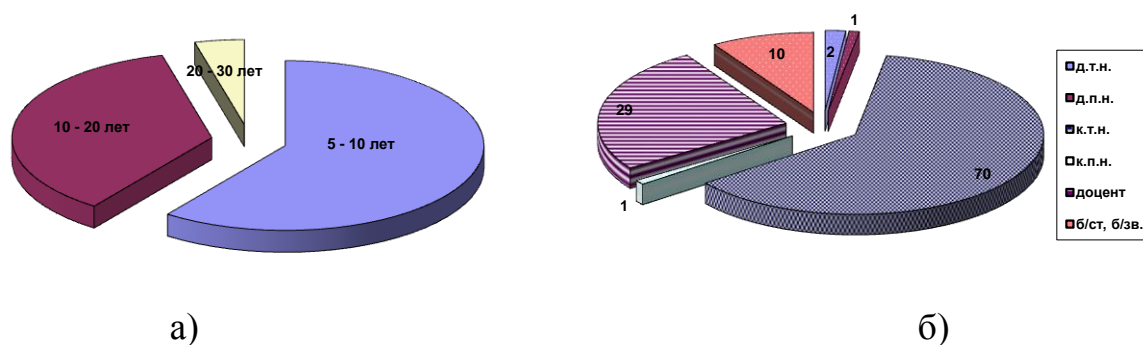


Рис. 1. а) преподавательский стаж опрашиваемых; б) качественный состав

На вопрос во второй части анкеты: «При помощи каких средств Вы оцениваете уровень сформированности основного набора общекультурных и профессиональных компетенций?», мнения распределились следующим образом (табл. 1). Проанализировав ответы респондентов, мы пришли к выводу о том, что преподаватели отдают предпочтения тестирующим или контролирующим материалам, а также качеству выполнения выпускной квалификационной работы (ВКР).

Наше мнение совпадает с мнением большинства преподавателей. Однако понимая под компетенцией *способность применять знания, умения и личностные качества для успешной деятельности в определенной области*, мы дифференцируем методы оценки по составляющим компетенции [4].

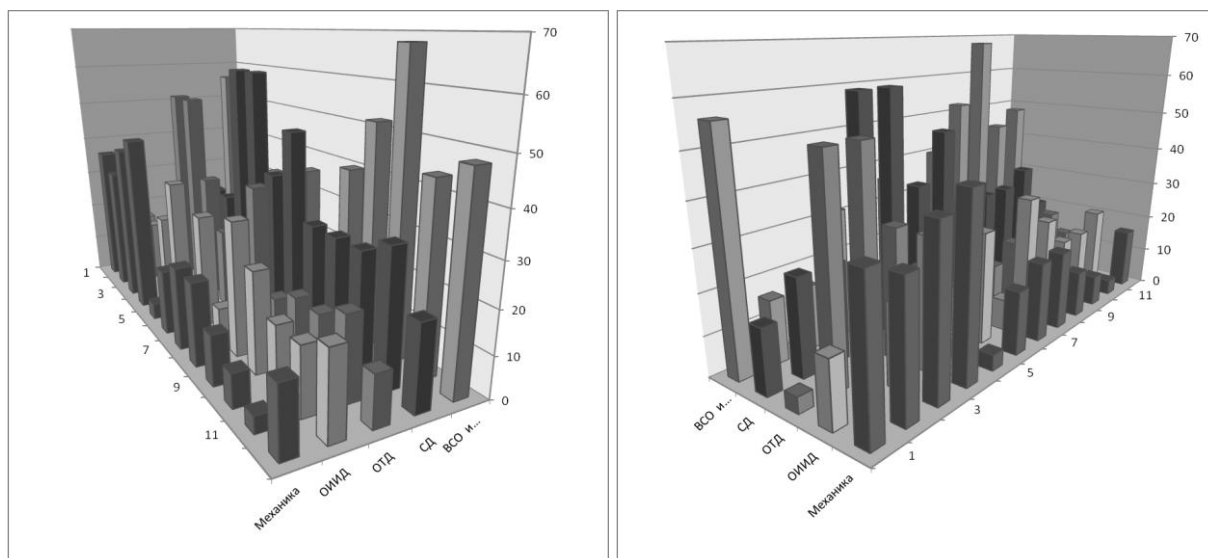
Уровень сформированности знаний мы оценивали с помощью тестирующих и контролирующих материалов, умения – при выполнении индивидуальных или групповых проектов, а также при выполнении ВКР; а личностные качества при помощи психологических тестов.

Таблица 1 – Сводный анализ данных, полученных при анкетировании

Вопрос	Варианты ответов	Соотношение ответов, %	Число ответов по количеству людей	Общее количество респондентов
При помощи каких средств Вы оцениваете уровень сформированности основного набора общекультурных и профессиональных компетенций?	С помощью тестирующих или контролирующих материалов	48	43	90
	Возможна лишь экспертная оценка в процессе практической деятельности	16	14	
	При выполнении индивидуальных или групповых проектов	32	29	
	Методами интеграции аттестационных баллов по различным количественным и качественным шкалам	8	7	
	При выполнении выпускной квалификационной работы	40	36	

Для оценки мнения преподавателей по формированию компонентов компетентности в ИИД, в процессе обучения различным дисциплинам и другими обучающими процессами в анкетах был сформулирован специальный вопрос: «Отметьте, какие из указанных компонентов, характеризующих компетентность в инновационной инженерной деятельности, формируют, по Вашему мнению, у студентов соответственно: механика (М), основы инновационной инженерной деятельности (ОИИД), общетехнические дисциплины (ОТД: гидравлика, электротехника и др.), специальные дисциплины (СД: сельскохозяйственные машины, тракторы и автомобили, ремонт и др.), олимпиадная и научно-исследовательская среда (ВСО и НИРС)?». Результаты ответа на этот вопрос проиллюстрированы на рис. 2.

Из рис. 2 видно, что наибольшее количество респондентов (до 60 %) указали на значимость ВСО и НИРС, СД в формировании компонентов, характеризующих компетентность в ИИД, хотя наблюдается большой разброс данных по отдельным элементам (от 4 до 68 %).



**Рис. 2.** Разброс мнения преподавателей (в %) о формировании компонентов компетентности в ИИД

На рисунке цифрами (от 1 до 12) обозначены: 1 – способность решать творческие задачи, 2 – владение фундаментальными знаниями, 3 – владение общетехническими знаниями, 4 – способность решать инженерные задачи, 5 – владение технологией производства, 6 – способность постановки задачи, 7 – способность к проектированию, 8 – способность к изобретательству, 9 – умение принимать решение, 10 – умение работать в команде, 11 – владение междисциплинарными знаниями, 12 – представление решения в конечном виде.

Однако мы не согласны с мнением респондентов о распределении ответов по дисциплине ОИИД, так как считаем, что эта дисциплина формирует гораздо больше компонентов, характеризующих компетентность в ИИД.

Возможно, такие ответы были даны из-за того, что эта дисциплина для многих преподавателей неизвестна и в других вузах страны ее не преподают. Эта дисциплина была впервые спроектирована и внедрена в учебный процесс в МГУ им. Н. П. Огарева [5].

Анализируя ответы респондентов на вопросы третьей части анкеты, мы пришли к выводу о том, что большинство преподавателей (40 %) используют инновационные технологии обучения только для проведения открытых занятий, 24 % – будут использовать, если будут уверены в их эффективности; 20 % – используют их как можно чаще в своей деятельности, 12 % – предпочитают основываться на собственном опыте обучения, и только 4 % считают, что традиционные методы более надежны.

В ходе анкетирования нас также интересовало, на что в первую очередь обращают внимание преподаватели на занятиях, используя инновационные технологии обучения.

Ответы распределились следующим образом:

- результаты внедрения выбранной технологии – 48 %;

- время, затраченное на использование технологии – 0 %;
- престижность такой работы – 0 %;
- трудности, возникающие при использовании технологии – 8 %;
- невозможность получения желаемых результатов – 4 %;
- возможность проявить инициативность и творчество – 40 %.

На вопрос, какие технологии обучения являются инновационными, были получены ответы:

- нововведение, к использованию которого нужно подходить аккуратно – 20 %;
- объективное требование современного образования – 60 %;
- технологии, которые могут ускорить процесс изучения вашей дисциплины – 35 %;
- не имеют особой актуальности – 0 %;
- создаются людьми, далекими от практики – 0 %;
- важнейшее средство изучения вашей дисциплины – 5 %.

Преподаватели считают, что инновационные технологии обучения на занятиях по их дисциплине должны использоваться в любом случае, когда применение данной технологии является актуальным (70 %), 20 % опрошенных считают, что должны использоваться как можно чаще, 15 % – достаточно часто, 10 % – на итоговых занятиях.

Почти все преподаватели сошлись во мнении, что применение инновационных технологий обучения влияет на качество усвоения материала: 40 % ответили – да, 45 % – скорее да, чем нет, и лишь 10 % ответили – не знаю.

Для анализа результатов вопроса «Какие технологии обучения способствуют формированию компетентности в ИИД?» была составлена круговая диаграмма (рис. 3).

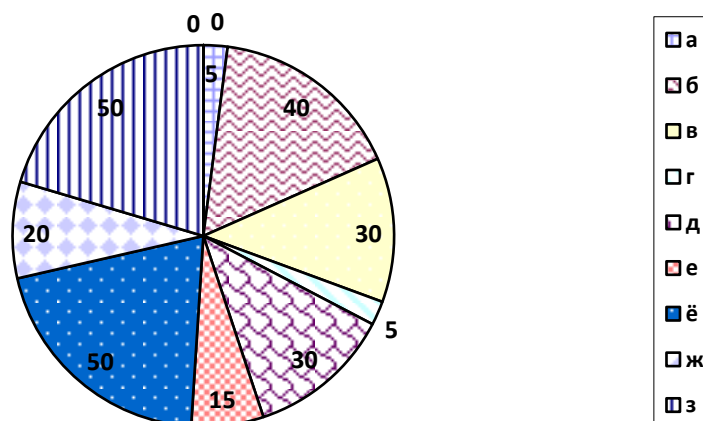


Рис. 3. Ответы респондентов

На рис. 3 обозначены: а) проблемное обучение; б) активное обучение (деловая игра); в) эвристические технологии («мозговой штурм»); г) знаково-контекстное обучение; д) лично-ориентированное обучение; е) компетентностно-ориентированное обучение; ё) развивающее обучение; ж) диффе-



ренцированное обучение; з) информационные технологии обучения; и) дистанционное обучение; й) другое.

На основании проведенных исследований можно заключить, что:

1) несмотря на необходимость подготовки специалистов, готовых к инновационной инженерной деятельности, большинство преподавателей продолжают обучать студентов по устоявшейся традиционной дисциплинарно-поточной системе;

2) наибольшая эффективность в формировании компонентов, характеризующих компетентность в ИИД у студентов технических вузов, достигается при обучении в олимпиадной среде и при занятии студенческой научно-исследовательской работой, а также при обучении их специальным дисциплинам (СД) и основам инновационной инженерной деятельности (ОИИД);

3) из 12 выделенных компонентов, характеризующих компетентность в ИИД, все рассматриваемые дисциплины в той или иной степени развивают их у студентов, но наиболее эффективно и равнозначно это достигается при обучении их ОИИД и в олимпиадной и научно-исследовательской среде;

4) методическая система формирования у студентов компонентов компетентности в ИИД должна строиться на развитии творческого потенциала студентов, в процессе обучения их ОИИД, а также обучения в условиях олимпиадной и научно-исследовательской среды.

### Литература

1. Наумкин, Н. И. Оценка эффективности формирования у студентов технических вузов способности к инновационной инженерной деятельности в процессе обучения общетехническим дисциплинам / Н. И. Наумкин // Сиб. пед. журн. – 2008. – № 8. – С. 30–38.

2. Наумкин, Н. И. Формирование способности к инновационной инженерной деятельности у студентов технических вузов / Н. И. Наумкин, Г. И. Шабанов, Е. П. Грошева // Интеграция образования. – 2008. – № 3 (52). – С. 3–8.

3. Наумкин, Н. И. Формирование у студентов технических вузов способности к инновационной инженерной деятельности / Н. И. Наумкин // Высш. образование сегодня. – 2008. – № 9. – С. 79–81.

4. Грошева, Е. П. К вопросу о диагностике сформированности компетентности студентов в инновационной инженерной деятельности / Е. П. Грошева, В. Ф. Купряшкин, Н. И. Наумкин // Физика и ее преподавание в школе и в вузе. IX Емельяновские чтения : материалы Всерос. науч.-практ. конф. / Мар. гос. ун-т ; под ред. В. А. Белянина, Н. Л. Курылевой. – Йошкар-Ола, 2011. – 304 с.

5. Наумкин, Н. И. Проектирование содержания дисциплины «Основы инженерного творчества и патентоведения» / Университетские округа России : интеграция региональных систем образования : материалы IV Всерос. науч.-практ. конф. университетских округов России, Саранск 27–28 мая 2010 г. / [отв. ред. А. А. Генкин]. – Санкт-Петербург; Саранск : Университетский образовательный округ Санкт-Петербурга и Ленинградской области, 2010. – С. 234–237.

УДК 37.013

## ОБ ОРГАНИЗАЦИИ ЗДРАВСТВЕННОГО ОБРАЗОВАНИЯ БУДУЩЕГО ПЕДАГОГА-МУЗЫКАНТА

Е. И. Новикова, Д. С. Новиков

*ГФОУ ВПО «Волгоградский государственный социально-педагогический университет», г. Волгоград, Российская Федерация*

Статья рассматривает отношение к здоровому образованию в высших и средних специальных музыкальных учебных заведениях, пути и средства воспитания у будущих студентов-музыкантов потребности в здоровом самовоспитании.

*Ключевые слова и фразы:* здоровое образование, здоровый образ жизни, воспитание, здоровая культура.

В среде преподавателей дисциплин общепрофессионального и профессионального циклов в вузах и колледжах искусств уже давно бытует стереотип, согласно которому главное в подготовке будущего музыканта – это овладение им специальными умениями и навыками. Не секрет, что педагоги нацеливают студентов-музыкантов преимущественно на освоение системы профессиональной игры на музыкальном инструменте, художественного и убедительного исполнения музыкального произведения и пр.

Что касается социально-экономических, гуманитарных и особенно естественнонаучных дисциплин, то на них смотрят свысока, отводя им второстепенную роль в образовании индивида. Смеем не согласиться с этим устоявшимся мнением, поскольку оно, на наш взгляд, серьезно мешает и освоению студентами необходимым минимумом специальных знаний, и формированию личности обучающихся.

Важную роль, с нашей точки зрения, в подготовке будущего музыканта играет *здоровое образование*. Данным термином мы обозначаем ту подсистему целенаправленной социализации, которая обеспечивает формирование здоровой (валеологической) культуры личности (задающей модель здорового образа жизни и регулирующей отношение индивида к собственному здоровью и к здоровью членов социума). Необходимость такого образования в вузах и колледжах искусств диктуется как интересами постиндустриального преобразования России, так и интересами обучения и воспитания педагога-музыканта [1].

Не рассматривая в данной статье специально проблему формирования субъекта постиндустриальной модернизации, заметим, что в условиях социокультурного транзита именно индивид становится основным резервом социальной и технологической трансформации. И потому обеспечение физического и психического здоровья будущего педагога – это задача не частная, но связанная со стратегией развития российского общества. Если же говорить

непосредственно о роли здравотворческого образования в деле овладения студентами-музыкантами профессиональными компетенциями, то подчеркнем, что обучение составлению валеологически обоснованного распорядка дня, правилам личной гигиены, способам поддержания здоровья собственного организма и предупреждения заболеваний – это отнюдь не рядовые сюжеты для всякого человека, желающего добиться неких профессиональных высот.

Здравотворческое образование должно решать, как минимум, следующие задачи: 1) формировать у будущих педагогов отношение к своему здоровью и здоровью окружающих как к одному из базовых долгосрочных жизненных ориентиров индивида и социума; 2) обеспечивать овладение студентами навыками и методикой оздоровления и повышения компенсаторных сил организма; 3) способствовать интеграции знаний, умений и навыков здравотворчества в систему ценностно-смысловых ориентиров здорового образа жизни; 4) помогать овладению технологиями здравотворческого действия и моделями индивидуального и коллективного поведения, составляющими ядро здорового образа жизни.

В случае решения перечисленных задач можно надеяться на то, что осуществится сознательная интериоризация содержания научного знания о здоровье и накопленного человечеством опыта во «внутренний» план личности и, как следствие, у будущего педагога-музыканта сформируется *собственный* образ культуры здоровья. Конечно, при этом важно включить студентов-музыкантов в здоровьесберегающую деятельность путем создания в вузе или колледже *здоровьесформирующей* образовательной среды. Последним термином мы обозначаем систему факторов, обеспечивающую освоение индивидами ценностей индивидуального, коллективного здоровья и способствующую возникновению у них потребностей в здоровом образе жизни.

Указанная среда становится реальностью при соблюдении ряда *педагогических условий*, которые представляют собой субъектно формируемый и регулируемый потенциал образовательного процесса. К этим условиям прежде всего отнесем: 1) наличие системы нормативных требований к здоровью обучающихся; 2) наличие у будущих педагогов знаний в области психофизиологии, гигиены, педагогики и психологии; 3) овладение студентами специальными методиками и здоровьесберегающими технологиями; 4) организация образования в соответствии с принципами здравотворчества (следование элементарным гигиеническим правилам, как минимум) в благоприятной морально-психологической атмосфере.

Конечно, в вузе и колледже искусств необходимо при этом осуществлять мониторинг здоровья студентов (диспансерное наблюдение, выделение различных групп здоровья, в соответствии с которыми должны разрабатываться реабилитационные мероприятия, создание здравотворческой инфраструктуры и пр.). Свою лепту в данный процесс способны внести (наряду с администрацией и органами студенческого самоуправления) преподаватели физической культуры. Они, в частности, могут и должны формировать у бу-

дущих педагогов личностный опыт оптимизации своей жизнеспособности, умение и желание быть физически здоровым и пр.

Однако крайне важно, чтобы поведенческую стратегию здорового образа жизни – стратегию, побуждающую обучающихся к соответствующим практикам – предлагал *весь* преподавательский состав, включая педагогов музыкальных дисциплин. В этой связи у последних следует настойчиво формировать *здравотворческое самосознание* – целостную систему представлений о личности как творце собственного здоровья, как субъекте здравотворческой деятельности. Участвовать в воспитании такого самосознания (как у педагогов музыкального цикла, так и у студентов) должны прежде всего преподаватели социально-гуманитарных и естественнонаучных дисциплин, область научных и педагогических интересов которых выстроена вокруг Человека как субстрата психофизиологической активности, вокруг личности как субъекта культуры.

К сожалению, ФГОС ВПО третьего поколения (квалификация «специалист») создает мало возможностей для здравотворческого просвещения будущих педагогов-музыкантов. Так, в государственном стандарте по направлению подготовки 072901 «Музыковедение» названы только две компетенции, связанные с представлениями о здоровом образе жизни (ОК-9 и ОК-10). Если учесть, что в базовой части основной образовательной программы предусматриваются лишь два предмета («Безопасность жизнедеятельности» и «Физическая культура»), в рамках которых возможно практически или теоретически касаться проблематики здравотворчества, то не ясно, как названные компетенции вообще можно сформировать в *реальности*.

Несколько большие возможности для овладения здравотворческими знаниями предоставляет государственный стандарт бакалавров. Так, удельный вес базовой части гуманитарного, социального и экономического цикла (Б.1) и педагогического цикла (Б.2) по направлению подготовки 073000 «Музыкознание и музыкально-прикладное искусство» составляет примерно 50 % трудоемкости. Это позволяет использовать остальное время, отведенное на предметы вариативной части, в том числе для здравотворческого образования будущих музыкантов. Компетенции, обозначенные в данном государственном стандарте, формулируются достаточно узко: способность и готовность овладевать основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий; способность и готовность овладевать средствами самостоятельного и грамотного использования методов физического воспитания и самовоспитания (ОК-14 и ОК-15). Будущих музыкантов ориентируют *только* на действие в экстремальных ситуациях, не осознается ни необходимость организации целенаправленной деятельности по здравотворческому воспитанию личности, ни важность этой работы для профессионального развития музыканта.

Отмеченные недостатки вышеназванных государственных стандартов в области здравотворческой подготовки студентов-музыкантов не должны вгонять нас в уныние. Думается, что при создании соответствующей атмосферы

в педагогических коллективах вузов и колледжей искусств можно добиться введения хотя бы в число «дисциплин по выбору» таких предметов, как «Социальная и педагогическая валеология», «Основы профессиональной гигиены и здорового образа жизни».

Заметную роль в здравотворческом образовании студентов вузов и колледжей искусств способны сыграть организация их самостоятельной работы, а также мероприятия, предусмотренные планом воспитательной деятельности образовательного учреждения. С одной стороны, это могли бы быть учебные задания поискового характера, сбор материала для деловых игр и дискуссий, включение студентов в диагностику, поддержание и сохранение собственного здоровья, а с другой – подготовка к «круглым столам» и научно-практическим конференциям.

Действуя системно, преподавательский состав вузов и колледжей искусств способен доказать будущим педагогам-музыкантам, что социально-экологические, стрессовые и психологические нагрузки прямо требуют от субъекта образования не эпизодических оздоровительных мер, а *системы* здравотворческих действий, овладения *культурой* здравотворчества. Таким образом, актуализируя ценность сознательной и целенаправленной деятельности по сбережению и укреплению здоровья, можно создать условия для превращения здравотворческой информации в неотъемлемый элемент здравотворческой культуры личности будущего педагога-музыканта.

#### Литература

1. Асмолов, Г. У. Социальная компетентность: режиссура совместных действий / Г. У. Асмолов, Г. У. Солдатова. – М. : Гратис, 2006. – 240 с.

УДК 339.137.2 : 001.895

## ВНУТРИФИРМЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ В ИННОВАЦИОННОМ ОБЩЕСТВЕ

С. Э. Майкова

*ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет  
им. Н. П. Огарева», г. Саранск, Российская Федерация*

Рассматривается подход к формированию алгоритма организации внутрифирменного обучения сотрудников как инструмента повышения конкурентоспособности в условиях модернизации экономической системы и ее ориентации на инновационный тип развития. Человеческий капитал рассматривается как ключевой элемент ее конкурентоспособности. Нарращивание человеческого капитала, повышение его качества через систему внутрифирменного обучения должно осуществляться с позиции проблемно-ориентированного подхода.

*Ключевые слова и фразы:* внутрифирменное обучение, аттестация, проблемно-ориентированное обучение, конкурентоспособность, инновационное развитие.

Сегодня, в условиях динамичных изменений внешнего окружения, персонал организации – это не только самый ценный ее ресурс, это главный фактор ее успешного существования, развития и конкурентоспособности на рынке.

О человеческом факторе говорится уже достаточно давно, но именно сейчас формируются основы нового технологического уклада и развитые экономические системы вступают в новую эпоху постиндустриального развития.

В этих условиях роль человеческого капитала возрастает многократно, происходят существенные перемены в самых разных отраслях и сферах деятельности. Как следствие возникает новый тип общества, называемый постиндустриальным, или информационным. По мнению классика менеджмента П. Друкера, это будет общество знаний, которое уже является ключевым ресурсом, основной производительной силой [1].

Главным ресурсом инновационной экономики становятся «штучные» научные кадры и специалисты.

В возникающей новой экономике, тесно связанной с информационной экспансией, происходит резкое изменение соотношения между физическим и человеческим капиталом. Решающим фактором развития организаций становится человеческий капитал, его способность превращать информацию в знание.

В современных условиях физический капитал потерял свою доминирующую позицию среди конкурентных преимуществ предприятия, отрасли и экономики в целом. Один из отечественных ученых, М. М. Критский, отмечает: «Информационный тип рыночной экономики основан на воспроизводстве человеческого капитала, и главным источником ее развития являются инвестиции в этот капитал» [2].

Ценность человеческого капитала как стратегического фактора успеха организаций возросла с увеличением скорости изменений.

Общепринято уже считать, что человеческий фактор играет ключевую роль в обеспечении конкурентоспособности современных компаний [3]. При этом именно человек является связующим звеном, обеспечивающим наиболее эффективное использование ресурсов, которые могут быть использованы для повышения конкурентоспособности организаций

В настоящее время привлечь высококвалифицированного специалиста из внешних источников (рынок труда) очень сложная и чаще всего дорогостоящая задача.

В тоже время любая организация должна быть ориентирована на долгосрочную перспективу, развивать и улучшать самое ценное, что у нее есть – персонал. Решение этой задачи возможно через организацию комплекса раз-

вития кадрового потенциала, одним из главных элементов которого является система внутриорганизационного (внутрифирменного) обучения.

Начальным этапом создания системы внутриорганизационного обучения и переподготовки персонала является определение проблемных зон, так называемых «точек роста», по которым должна строиться программа обучения и переподготовки. Для решения данной задачи проводится аттестация персонала, которая является одним из наиболее мощных и адекватных инструментов оценки его качества.

Сущность аттестации заключается в оценке профессиональной компетентности, деловых качеств работников и результатов их труда, выдаче заключения о соответствии или несоответствии занимаемой должности и рекомендаций для дальнейшего продвижения, обучения, зачисления в резерв, повышения качества и результативности работы.

К основным критериям оценки качества и квалификационной структуры персонала могут быть отнесены:

- профессиональная компетентность;
- владение специальной терминологией, знание особенностей на выполняемом участке работы;
- знания методических подходов работы на выбранном участке;
- широту знаний и навыков в специальной и смежных областях;
- стратегическое видение перспектив выполняемой работы;
- умения формировать тактические планы работы на выбранном участке и выбирать рациональные подходы к их выполнению;
- степень достижения поставленных руководством целей за последний период деятельности (не менее 1 года до проведения аттестации);
- целеустремленность, творческая активность;
- результативность, качество и оперативность выполнения должностных обязанностей;
- степень самоконтроля, адаптивные возможности;
- психологическая устойчивость и совместимость в коллективе;
- личные качества, оказывающие косвенное влияние на продуктивность работы специалиста.

Накопленный опыт проведения аттестационной работы на промышленных предприятиях показал, что при правильной постановке этой работы достигается существенный эффект.

Аттестация мотивирует сотрудников к повышению квалификации и трудовой отдаче, усиливает их ответственность, самоорганизацию и дисциплину. В ходе проведения аттестации важно не только определить соответствие каждого работника занимаемой должности, уровень знаний и навыков, деловые и личные качества, но и расширить зону мотивированного поведения каждого работника.

Аттестация позволяет выявить слабые звенья в системе организации труда на предприятии, основные мотивы деятельности конкретных сотруд-

ников, конфликтные зоны в поведении различных групп трудового коллектива.

С нашей точки зрения, аттестации должно предшествовать целевое анкетирование работников на предприятии, что позволит выявить понимание работниками основного смысла существования предприятия, отношение работников к организации труда в целом на предприятии и на конкретном рабочем месте в частности, определить уровень идентификации каждого в роли субъекта социально-трудовых отношений.

Оценка сотрудника должна формироваться по трем основным блокам: уровень теоретических знаний в технической области; производственная деятельность сотрудника (качество, сложность и характер выполняемой работы); личностные качества. По каждому блоку определяются позиции, по которым выставляется экспертная оценка.

Интегральная оценка формируется как средневзвешенная величина оценок экспертов по каждой позиции, причем оценка по блоку, отражающему уровень теоретических знаний в специальной области, корректируется на уровень сложности задаваемых вопросов.

В качестве весов выступают значимости оценок каждого эксперта. Целесообразно ввести шкалу значимости оценок в диапазоне от 1 до 5.

В этом случае расчет оценок по блокам проводится по формуле (1):

$$\text{ЭО}_{\text{блок}} = \frac{\sum_{i=1}^n n_i S_i}{N} \quad (1)$$

где:

- ЭОблок – экспертная оценка по блоку;
- $S_i$  – значение экспертных оценок;
- $n_i$  – весовые значения оценок экспертов;
- $N$  – количество экспертов.

Аттестационные оценки каждого эксперта заносятся в специальный оценочный лист, который входит в комплект документации по проведению аттестации.

Процесс аттестации сотрудников предприятия предполагает сбор и анализ значительного количества информации разного рода, как количественной, так и качественной.

Поэтому нами разработана и апробирована специализированная программа автоматизированной обработки данных о сотрудниках, получаемых в ходе аттестации.

Интерфейс данной программы прост и интуитивно понятен и представлен на рис. 1.



Аттестация сотрудников предприятия		
<b>Основные сведения о сотруднике</b>		
Код	43	
Фамилия	Иванов	
Имя	Иван	
Отчество	Иванович	
Дата рождения	11.08.65	
Стаж работы в компании	12	
Отдел	Отдел кадров	
Должность	Инспектор отдела кадров	
Выполнение рекомендаций последней аттестации	Нет	
<b>Оценка знаний сотрудника</b>		
Владение специальной терминологией	6	
Ориентация в методологии	5	
Широта знаний в специальной области	6	
Ответы по основным теоретическим вопросам	7	
Ответы по дополнительным теоретическим вопросам	5	
Сложность вопросов	1,4	
<b>Результаты работы сотрудника</b>		
Результаты деятельности	4	
Качество работы	6	
Профессионализм	5	
Участие в обучении других сотрудников	4	
<b>Личностные характеристики работника</b>		
Интеллектуальный уровень	5	
Инициативность в работе	4	
Психологическая устойчивость	4	
Манера общения	5	
Ориентация на перспективу	5	
Адаптивные возможности	6	
Внешний вид	8	
Характеристика	Компетенция ограничена участком работы	
Особые отметки	Пример оценки сотрудника предприятия	

**Рис. 1.** Интерфейс программы проведения аттестации сотрудников предприятия

Данная программа может использоваться в работе служб управления персоналом и призвана существенно упростить задачу мониторинга социально-трудовой сферы предприятия. Программа позволяет формировать различные отчеты для получения консолидированных данных как по отдельным сотрудникам, так и по подразделениям, специальностям и другим признакам группировки данных. Применение данной программы в работе кадровых служб предприятий не требует трудоемкого обучения работников и позволяет существенно снизить затраты времени и труда на обработку информации.

На основе полученных в ходе проведенной аттестации персонала результатов строится программа обучения. Реализация программы должна осуществляться в рамках реально действующей системы целевого (проблемно-направленного на совершенствование процессов управления, выполняемой работы на конкретных участках производственного процесса) обучения. В результате можно сформулировать основную цель обучения – каждый работник должен понимать, из каких слагаемых получается общий успех предприятия. Схема возможного решения задачи повышения уровня знаний сотрудников предприятия представлена на рис. 2.



**Рис. 2.** Логическая схема повышения уровня знаний сотрудников

Реально действующая система внутрифирменного проблемно-ориентированного обучения позволит повысить адаптивность предприятия, развить нестандартное, творческое мышление и способствовать решению управленческих и технических задач на основе достижений научно-технического прогресса и инновационных ориентиров развития экономики в целом. При формировании системы внутрифирменного обучения необходимо отказаться от простого повышения квалификации рабочих и перейти к комплексной системе развития персонала. Особое внимание необходимо уделять развитию менеджеров всех уровней иерархии. Для реализации этих целей особенно перспективным является привлечение специалистов вузов. Реальное воплощение комплексной системы развития членов трудового коллектива и управляющих возможно путем создания специализированных центров подготовки (рис. 3).



**Рис. 3.** Взаимодействие предприятия и вуза при организации специализированного центра обучения персонала

Отметим положительные моменты практической реализации данной системы обучения.

Во-первых, работники предприятия, проходя подготовку в рамках данного центра, получают высокопрофессиональные консультации специалистов вуза и практикующих консультантов, что дает возможность реального понимания сущности многих производственных и трудовых процессов, которое основано на научных знаниях.

Во-вторых, научно-исследовательские базы вузов позволяют разрабатывать и внедрять на предприятиях инновационные технологии производства и методы организации труда.

В-третьих, специалисты вуза получают возможность практического воплощения теоретических разработок и знакомятся с решением тех или иных задач в реальной практике.

Целесообразным является дополнение данной системы обучения практикой обучения на рабочем месте, что способствует передаче накопленного практического опыта одного работника другому и развитию кадрового потенциала персонала. Становится очевидным необходимость формирования и развития систем управления, ориентированных на активизацию использования человеческого фактора. При этом акцент должен быть сделан не на простое получение результата от использования интеллектуальных способностей человека, но на саморазвитие и самосовершенствование персонала, в том числе и за счет использования систем внутриорганизационного обучения.

#### Литература

1. Друкер, П. Практика менеджмента / П. Друкер. – М. : Вильямс, 2006. – 400 с.
2. Окунев, Д. В. Трудовая сфера промышленного предприятия и экономическая безопасность: источники угроз и их идентификация / Д. В. Окунев, С. Э. Майкова // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2009. – № 6. – С. 25–35.
3. Wilhelm, W. Revitalizing the human resources management function in a mature, large corporation / W. Wilhelm // Human Resource Management. – Summer. – 1990. – Vol. 29. – № 2.

УДК 378.11.014

## МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ РАЗВИТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СФЕРЫ

**Д. В. Окунев**

*ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет  
им. Н. П. Огарева», г. Саранск, Российская Федерация*

В статье рассматриваются проблемные области развития управленческого персонала, методические подходы формирования кадрового резерва в организации.

*Ключевые слова и фразы:* человеческие ресурсы, управленческий персонал, управленческий потенциал, аттестация персонала, кадровый резерв.

Трансформационные изменения, происходящие сегодня в России, не могут не вызывать интереса к методам и способам повышения эффективности деятельности человека во всех сферах. Тем самым они способствуют развитию теоретических и прикладных исследований, стартовой точкой которых становится осознание значения управления и управленческой деятельности. Одной из важнейших проблем является наиболее эффективное использование трудового потенциала работников.

В настоящее время процесс развития управленческого труда можно охарактеризовать следующими аспектами:

- усложнение содержания управленческого труда;
- качественные изменения в трудовых функциях, в должностных обязанностях и требованиях, предъявляемых к персоналу управления;
- невозможность эффективного труда без предварительного профессионального обучения, труда, основанного на практическом опыте, приобретенном в результате длительной практической деятельности.

Основные причины возрастающей роли развития управленческого персонала следующие: возрастание роли человека на всех уровнях организации; инновационная способность, творчество, риск становятся необходимыми компонентами практики управления; усложнение самого менеджмента; увеличение конкуренции и потребности в снижении издержек.

Ключевые характеристики функции развития управленческого персонала – ее тесная связь со стратегией организации, с настоящими и будущими проблемами эффективности производства, поддержка развития высшим управлением. Обеспечение организации хорошо подготовленными и мотивированными работниками в соответствии с целями и стратегией организации является одной из важнейших проблем на современном этапе развития экономики большинства стран мира.

Под управленческим персоналом понимается совокупность работников организации, объединенных в специализированные службы, подразделения и занятые преимущественно различными видами умственной деятельности. В зависимости от функциональной роли в процессе управления выделяются три основные категории: руководители, специалисты и технические исполнители.

В западной классификации среди управленческого персонала выделяют: топ-менеджмент (высшее звено управления), миддл-менеджмент (среднее звено управления), ловес-менеджмент (низшее звено управления), инженерно-технический персонал и служащие.

Труд управленческого персонала имеет ряд особенностей, выражающихся в характере самого труда, его предмете, результатах и применяемых средствах. Специфика деятельности менеджеров предопределяет преимущественно умственный, творческий характер управленческого труда, в котором постановка целей, разработка способов и приемов их достижения, а также

организация совместной деятельности составляют основу трудовой деятельности людей, относимых к управленческому персоналу.

Таким образом, в качестве основного орудия управленческого труда выступает прежде всего потенциал личности руководителя, то есть управленческий потенциал.

Формирование резерва на выдвижение является одним из значимых компонентов политики развития управленческого потенциала предприятия. Наличие резерва позволяет в значительной степени сократить время на поиск необходимого управленческого персонала.

При создании кадрового резерва необходимо определиться с целями, которые преследует предприятие, к ним могут относиться следующие:

- наращивание объемов прибыли от основной деятельности за счет сокращения издержек и развития новых производств;
- завоевание ведущих позиций на рынке;
- формирование положительного имиджа и др.

Локальные задачи, которые могут быть решены с помощью кадрового резерва:

- повышение уровня готовности персонала компании к изменениям;
- повышение уровня подготовки специалистов и рабочих;
- обновление и расширение знаний в профессиональной области;
- дополнительное обучение сотрудников по смежным специальностям, переориентация на другие сферы деятельности;
- расширение зоны ответственности сотрудников.

Одной из важнейших задач формирования кадрового резерва является обеспечение преемственности в управлении. Для этого необходима длительная подготовка «резервиста».

Создание кадрового резерва призвано сделать процесс перемещений плановым и управляемым. Важно добиться максимальной прозрачности в вопросах назначений и перемещений, чтобы сотрудники могли видеть перед собой цель и способы ее достижения.

Основные элементы работы с кадровым резервом:

- отбор сотрудников в кадровый резерв;
- планирование развития сотрудников;
- развитие сотрудников;
- контроль выполнения запланированных мероприятий.

Формирование кадрового резерва начинается с определения ключевых должностей. Информация о формировании кадрового резерва должна доводиться до сотрудников, сообщаться о целях и принципах формирования резерва, а также о карьерных перспективах «резервистов».

Для оценки профессиональных знаний необходимо использовать профессиональные и психологические тесты, разработанные для каждой должности. Таким образом, выявляются недостающие знания и недостаточно развитые навыки и качества.

При формировании резерва основные свойства личности можно определить с помощью индивидуально-типологического опросника (ИТО).

Более глубокое исследование проводится набором методик.

1. Метод диагностики межличностных отношений ДМО (адаптированный тест Лири).

2. Стандартизованный многофакторный метод исследования личности СМИЛ, модифицированный и рестандартизованный тест ММРІ.

3. Проективный тест МЦВ.

4. Метод портретных выборов VGD (модифицированный тест Сонди).

5. Вербальный фрустрационный тест (DAN).

6. Интеллектуальные тесты Айзенка-Горбова.

Для каждого отдельного исследования в зависимости от задачи, стоящей перед руководством, достаточно трех-четырёх методик.

Важно, чтобы набор тестов позволял описать целостный портрет и охватывал разные аспекты личности.

Эффективнее использовать тест СМИЛ (на его выполнение уйдет почти час), добавив к нему метод портретных выборов Сонди (12 минут) и интеллектуальные тесты Айзенка-Горбова (60–80 минут).

Применение комплекса психодиагностических тестов значительно повышает эффективность работы по формированию резерва.

Что касается этической стороны тестирования, то здесь совершенно неуместны любое принуждение, приказной характер обследования. В лучшем случае, должно иметь место заинтересованное участие.

Планирование развития управленческого персонала представляет собой подготовительный этап для дальнейшего профессионального роста.

Кандидат, утвержденный в состав кадрового резерва, составляет с привлечением, при необходимости, специалистов кадровой службы план индивидуального развития на период до 3 лет с учетом предложений, изложенных в рекомендациях о зачислении в резерв.

Развитие – это выполнение запланированных мероприятий – конкретных задач по совершенствованию теоретических и практических профессиональных (управленческих) знаний и навыков, которые могут включать: участие в тренингах, дополнительное профессиональное образование и стажировки, ротацию служебных обязанностей, горизонтальное или вертикальное расширение работы, участие в тематических и проблемных семинарах, конгрессах и т. д.

Формирование резерва – это комплексный процесс целенаправленного профессионального развития специально отобранного персонала, способного в перспективе замещать вышестоящие вакантные должности в структурных подразделениях и организации в целом (рис. 1).

Важнейшая функция системы подготовки перспективного резерва управленческих кадров – относительно быстрое приращение профессионального опыта персонала.

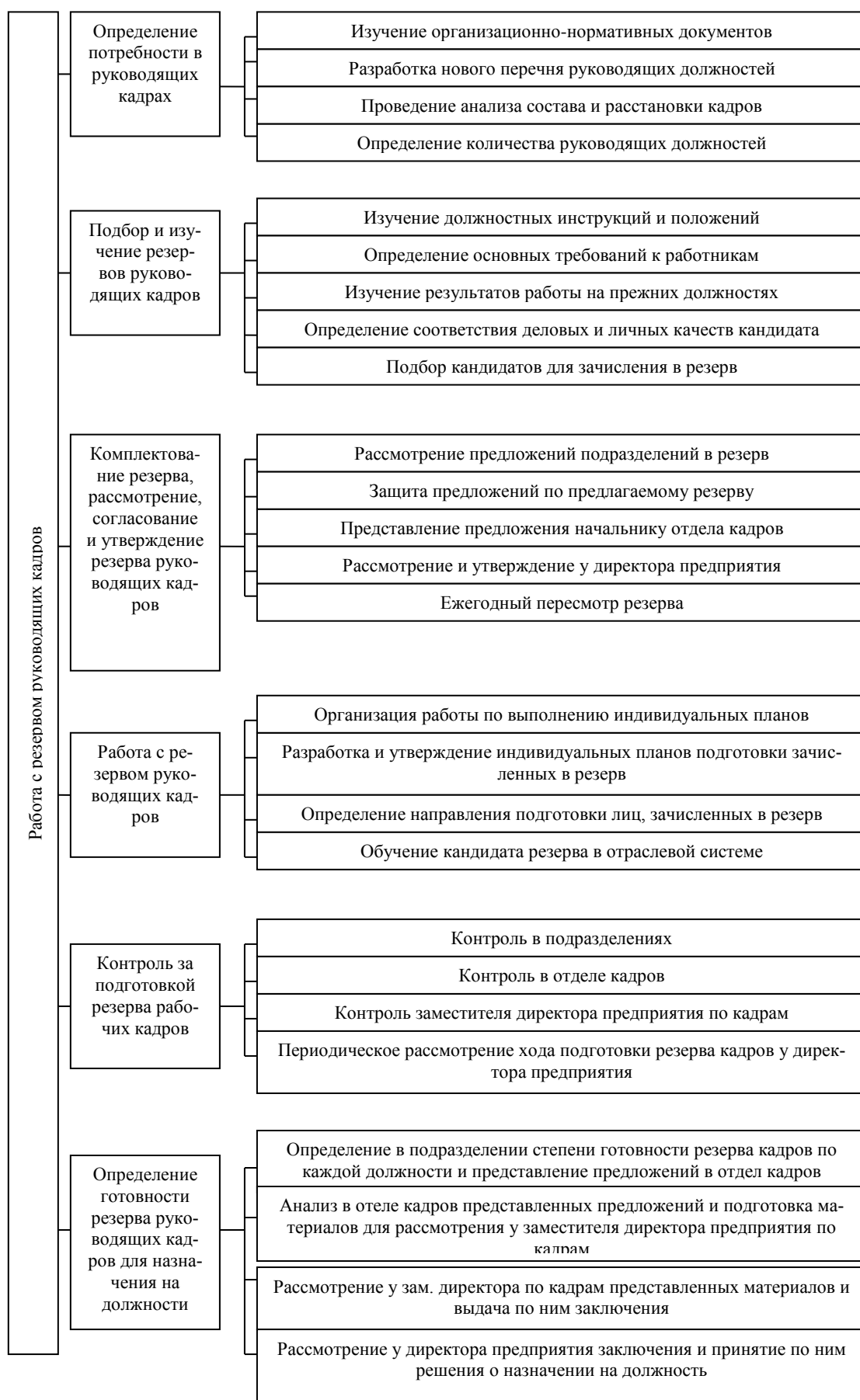


Рис. 1. Процедура формирования резерва в организации

С ее помощью может осуществляться своевременное и стабильное поддержание требуемого профессионального опыта, кадрового обеспечения организации подготовленными руководителями и специалистами.

Для организации работы по формированию резерва должна быть разработана и принята модель формирования резерва, включающая:

- определение целей формирования резерва;
- принципы формирования резерва;
- критерии зачисления в резерв;
- систему оценки готовности резерва;
- механизм формирования и использования резерва;
- обязанности кадровой службы (структурного подразделения), руководителей по работе с резервом и др.

Модель формирования резерва отражается в Положении по созданию резерва кадров в организации.

Внедрение системы кадрового резерва на предприятии и разработка системы замещения руководящих должностей внутренними кандидатами имеет следующие достоинства:

- сокращается время адаптации нового работника в должности;
- происходит «мягкая» замена поколений и сохраняется преемственность технологий и корпоративной культуры;
- сокращаются потери квалифицированных сотрудников компании.

Система работы с резервом кадров должна быть тесно взаимосвязана с общей системой мотивации работников. Она должна совместно с аттестацией показывать справедливость оценки результатов труда, возможность для старательных работников дальнейшего профессионального и должностного роста и, как следствие, их морального удовлетворения работой и повышения материального благосостояния. Формирование кадрового резерва и планомерное развитие управленческого персонала является важным элементом формирования уникальных невоспроизводимых конкурентных преимуществ организации.

#### Литература

1. Друкер, П. Практика менеджмента / П. Друкер. – М. : Вильямс, 2006. – 400 с.
2. Майкова, С. Э. Адаптация персонала промышленных предприятий региона как социальная детерминанта внутриорганизационных изменений / С. Э. Майкова // Региология. – 2011. – № 2. – С. 164–171.
3. Радько, С. Г. Теоретические основы управления трудовым потенциалом : учеб. пособие / С. Г. Радько. – СПб. : Филиал изд-ва «Просвещение», 2007. – 318 с.
4. Супрун, В. А. Интеллектуальный капитал: главный фактор конкурентоспособности экономики в XXI веке / В. А. Супрун. – М. : КомКнига, 2006. – 192 с.
5. Человеческий капитал: теория и практика управления в социально-экономических системах : монография / под общ. ред. Р. М. Нижегородцева. – М.; Пенза, 2008. – 394 с.



# ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 378 : 371.38 : 547

## РОЛЬ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ПО ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ В МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ХИМИКОВ-ТЕХНОЛОГОВ

М. А. Кушнер, Т. С. Селиверстова, А. Э. Щербина

*Белорусский государственный технологический университет,  
Беларусь, г. Минск*

Обсуждена взаимосвязь методов экспериментальной работы студентов в процессе прохождения лабораторного практикума по дисциплине с реальными технологическими схемами некоторых практически значимых промышленных процессов. Проиллюстрирована преемственность знаний и значимость лабораторного практикума по органической химии в формировании химико-технологического мышления будущего специалиста.

*Ключевые слова и фразы:* практико-ориентированное обучение, междисциплинарные связи, подготовка химиков-технологов.

В современных условиях динамичное развитие науки и технологий вызывает необходимость подготовки инженеров-технологов для реального сектора экономики, отличающихся таким компетентностным уровнем, который гарантирует решение различных технологических задач, в том числе и в нестандартных ситуациях. Молодой специалист должен быть в максимальной степени конкурентоспособным химиком-технологом. Поэтому для высшей школы остается актуальным вопрос расширения сферы знаний и профессиональных компетенций при подготовке специалистов, способствующих их адаптации в производственной среде.

В этой связи уместно процитировать А. А. Вербицкого: «Для достижения целей формирования личности специалиста в вузе необходимо организовать такое обучение, которое обеспечивает переход, трансформацию одного типа деятельности (познавательный) в другой (профессиональный) с соответствующей сменой потребностей и мотивов, целей, действий (поступков), средств, предметов и результатов» [1].

В процессе вузовской подготовки химика-технолога одной из основополагающих дисциплин, закладывающих основы химического мышления, является органическая химия, цели изучения которой достаточно многогранны и предполагают, наряду с профессиональной подготовкой, формирование современного научного мировоззрения, практическое использование полученных знаний в каждодневной жизни. К этим целям относятся:

- усвоение знаний и умений, необходимых для профессиональной деятельности;
- формирование у обучаемого адекватной современному уровню знаний химической картины мира (функционирование биосферы);
- приобретение знаний, способствующих осмысленному формированию навыков здорового образа жизни и интегрированию в современное общество.

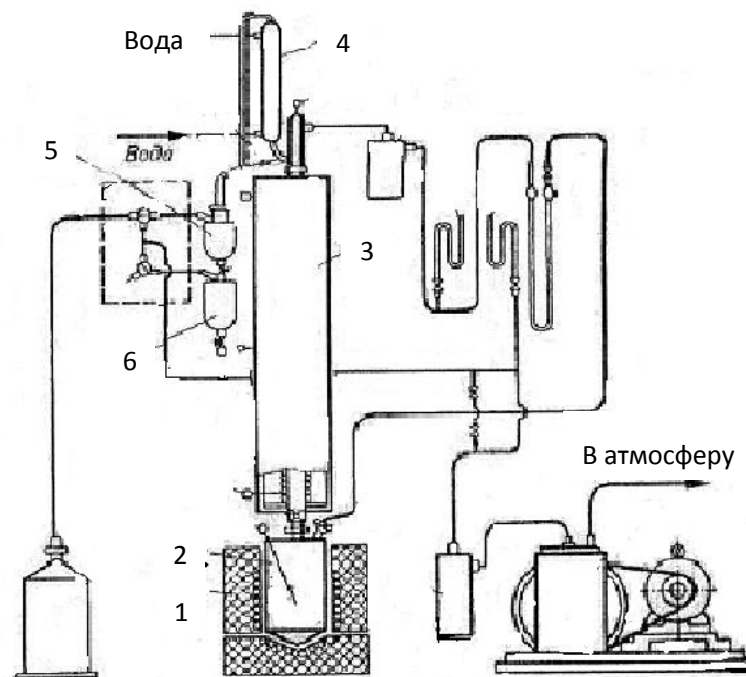
В этом русле развитие и модернизация образовательного процесса в ходе изучения курса органической химии должны включать личностно- и практико-ориентированный подходы, направленные на формирование личностной компетенции специалиста. Очевидно, что для обучения творческому умению применять знания на практике необходимо вовлечь студента в деятельность, которая была бы адекватной природе формируемого качества компетентности.

Необходимо отметить, что органическая химия представляет собой в значительной мере экспериментальную науку, при изучении которой, кроме достаточно большого объема теоретических знаний, каждый студент должен усвоить методы экспериментальной работы с органическим веществом.

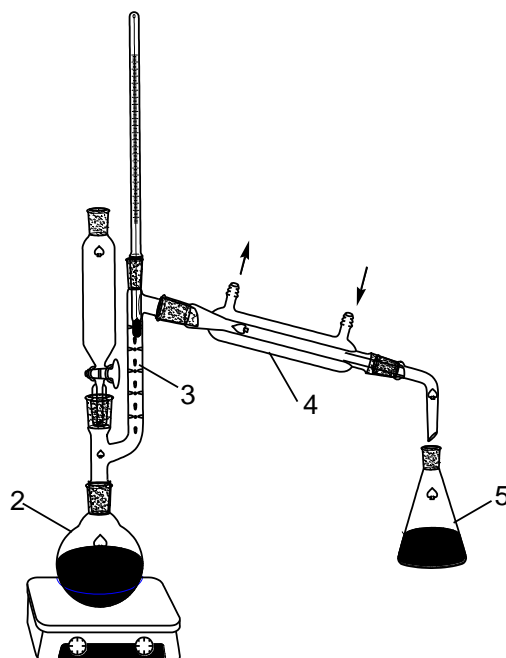
Это является задачей лабораторного практикума по органическому синтезу. Именно в ходе выполнения лабораторных работ осуществляется практико-ориентированное обучение, включающее закрепление предварительно полученных теоретических знаний, выработку необходимых экспериментальных навыков работы, способность планировать химический эксперимент и адекватно оценивать полученный результат. Прохождение практикума по органическому синтезу предопределяет высокую квалификацию будущего специалиста и закладывает понимание того, что сущность химического превращения остается неизменной вне зависимости от его аппаратного оформления, но результаты в значительной мере зависят от практических умений и навыков самого экспериментатора. Следует подчеркнуть также, что изучаемые на лабораторном практикуме химические превращения лежат в основе технологий промышленного получения ряда практически важных веществ и материалов – от мономеров для синтеза пластических материалов широкого спектра до сложных препаратов медицинского назначения.

Для подтверждения практической значимости лабораторного практикума по органической химии в формировании химико-технологического мышления будущего специалиста проиллюстрируем взаимосвязь лабораторных методов экспериментальной работы студентов в процессе прохождения лабораторного практикума по дисциплине с реальными технологическими схемами некоторых практически значимых промышленных процессов.

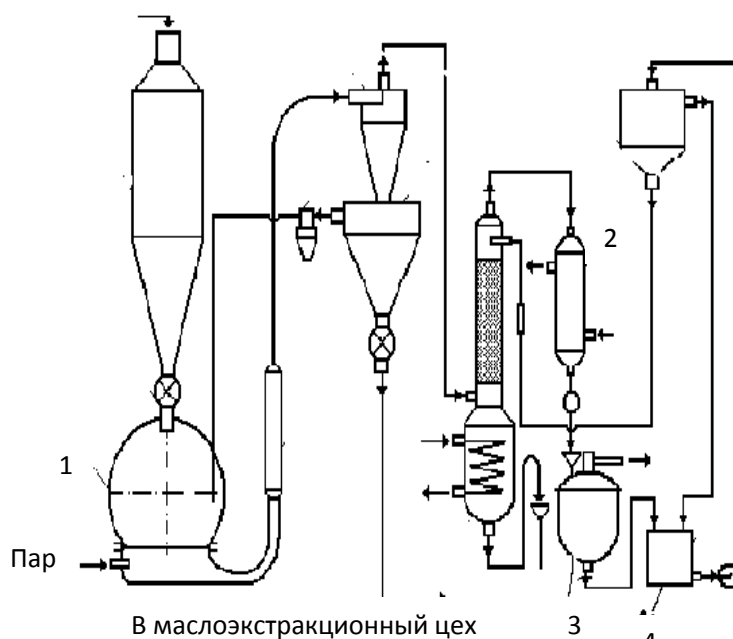
Так, например, на рис. 1 и 2 представлены схема аппарата для ректификации нефти и схема лабораторного прибора для фракционной перегонки органических жидкостей, а на рис. 3 и 4 – технологическая схема переработки кориандра, включающая отгонку масла с водяным паром, и лабораторная установка для перегонки с паром органических веществ [2; 3].



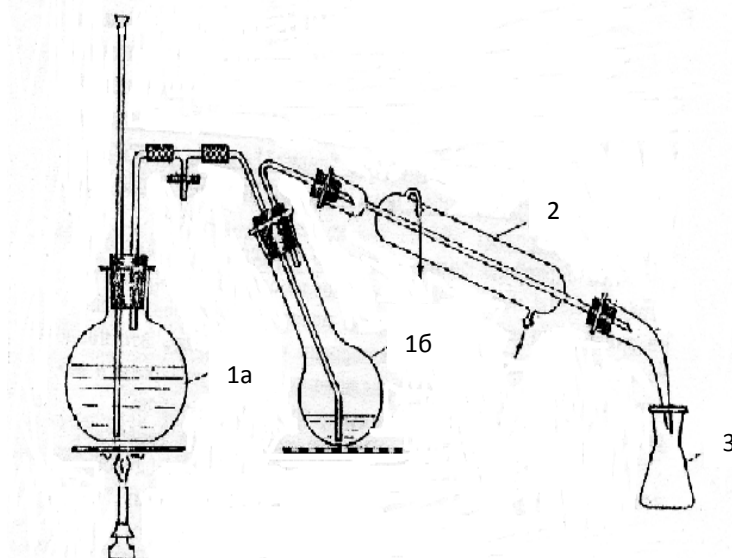
**Рис. 1.** Схема аппарата для разгонки нефти:  
 1 – электронагревательная печь; 2 – куб; 3 – ректификационная колонна;  
 4 – конденсатор-холодильник; 5, 6 – приемники дистиллята



**Рис. 2.** Схема прибора для фракционной перегонки органических жидкостей:  
 1 – нагревательное устройство; 2 – круглодонная колба; 3 – дефлегматор;  
 4 – холодильник Либиха; 5 – приемник (колба Эрленмейера).



**Рис. 3.** Технологическая схема переработки очищенного кориандра на аппаратах струйного типа:  
1 – перегонный аппарат; 2 – теплообменник; 3 – приемник-маслоотделитель



**Рис. 4.** Схема прибора для разделения органических веществ методом перегонки с водяным паром: 1а – парообразователь; 1б – перегонная колба; 2 – холодильник Либиха; 3 – приемник

Сравнение показывает, что как промышленные схемы, так и лабораторные приборы включают принципиальные узлы, имеющие одинаковое назначение (пронумерованы в соответствующих схемах), а также, очевидно, выполняющие идентичные задачи и функционирующие согласно одним и

тем же теоретическим закономерностям. Именно эти закономерности подробно изучаются студентами для получения допусков к синтетическим лабораторным работам и их защите.

Таким образом, качественное овладение студентами младших курсов теорией и практикой экспериментальной работы в лаборатории органической химии является важной предпосылкой создания надежного фундамента для дальнейшего технического образования студента за счет формирования прочных междисциплинарных связей между фундаментальной наукой и практической подготовкой специалистов; воспитания технологической культуры будущих инженеров-технологов; создания прочного теоретического базиса будущей профессиональной деятельности.

#### Литература

1. Вербицкий, А. А. Активное обучение в высшей школе: контекстный подход : метод. пособие / А. А. Вербицкий. – М. : Высш. шк., 1991. – 207 с.
2. Органическая химия. Лабораторный практикум по органическому синтезу / А. Э. Щербина [и др.]. – Минск : БГТУ, 2006. – 415 с.
3. Кушнер, М. А. Органическая химия: лаб. практикум для студентов заочного отделения / М. А. Кушнер, А. Д. Алексеев. – Минск : БГТУ, 2004. – 86 с.

УДК 532.536

## РАЗРАБОТКА МИНИЛАБОРАТОРИЙ ДЛЯ УЧЕБНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ГИДРАВЛИКЕ

Г. Д. Слабожанин

*Томский государственный архитектурно-строительный университет,  
г. Томск, Российская Федерация*

Описаны технические и художественно-конструкторские решения, позволившие создать три минилаборатории для изучения гидравлики. Они уже широко используются в учебных заведениях России и за рубежом.

*Ключевые слова и фразы:* эксперимент, гидравлика, минилаборатория.

В инженерном образовании при изучении общей гидравлики и гидравлики сооружений большая роль отводится учебным гидравлическим экспериментам. Однако учебные заведения слабо оснащены традиционными лабораторными стендами ввиду их высокой стоимости (более 1 млн. рублей). Кроме того, эти стенды не позволяют проводить наглядные демонстрации гидравлических явлений и изучать *мостовую гидравлику*. Поэтому проблема создания и организации выпуска эстетичной, простой, удобной в эксплуатации, универсальной и недорогой учебной демонстрационно-лабораторной техники для изучения гидравлики чрезвычайно актуальна.

В связи с этими обстоятельствами в Томском архитектурно-строительном университете (ТомГАСУ) разработаны минилаборатории «Капелька-

1, 2, 3» в составе 10 учебных устройств с вышеуказанными свойствами. Они предназначены для увлекательных демонстраций гидравлических явлений, приборов и режимов работы гидросооружений, а также для выполнения ряда учебных лабораторных работ, рекомендованных примерной программой Минобразования РФ по гидравлике.

Устройства разработаны на основе технических решений, защищенных патентами РФ на изобретения (№ 1721326, 1742655) и свидетельством на полезную модель № 27172 [1–3]. Они миниатюрны и выполнены из прозрачного материала; имеют герметичный корпус с опытными резервуарами и каналами, заполненными водой с красителями или с мечеными частицами; функционируют за счет их наклона или перевертывания. В качестве их прототипов приняты традиционные учебные гидравлические устройства [4, с. 7, 29, 36; 5, с. 6], схемы которых приведены в табл. 1. Здесь же представлен общий вид четырех наиболее характерных устройств из состава минилабораторий. Назначение и возможности всех 10 устройств указаны в табл. 2.

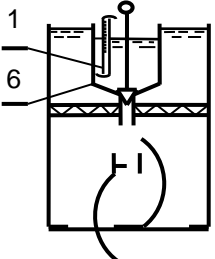
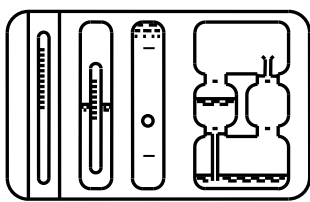
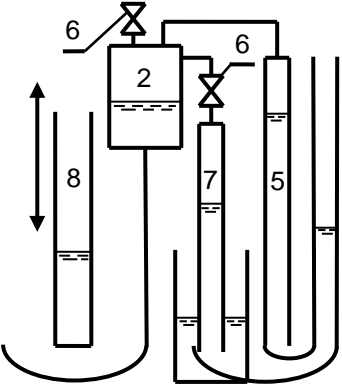
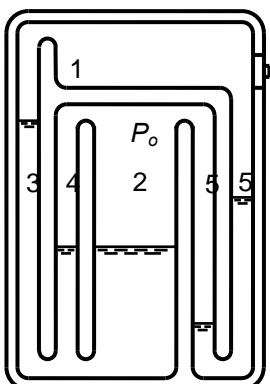
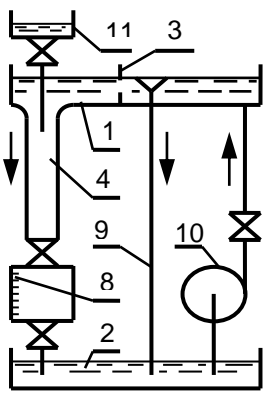
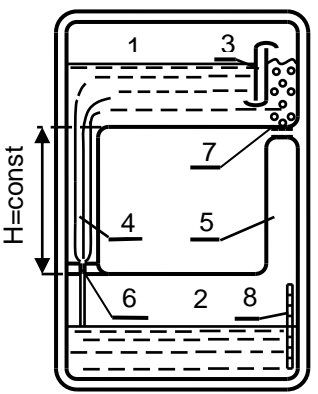
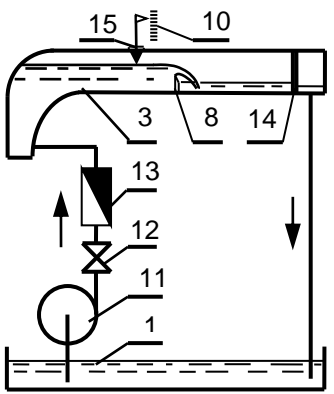
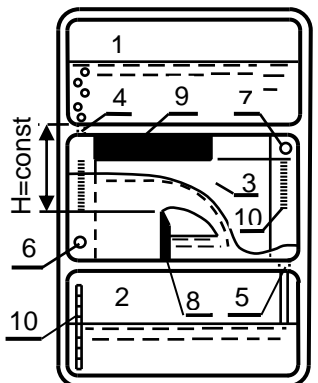
Описание минилабораторий. Лаборатория «Капелька-1» служит для изучения *общей гидравлики* и состоит из четырех устройств (№ 1–4).

*Устройство № 1* (размеры 270×180×25 мм, масса 0,5 кг) содержит корпус с отдельными прозрачными герметичными полостями, в которые встроены 5 приборов с исследуемыми жидкостями (см. табл. 1). Оно позволяет демонстрировать работу приборов для измерения основных физических параметров жидкостей, а также быстро провести такие измерения и сравнить опытные значения со справочными. Приборы 3–5 начинают работать после перевертывания устройства (см. табл. 2).

*Устройство № 2* (размеры 360×240×15 мм, масса 0,8 кг) содержит элементы головоломки и помогает быстро приобрести навыки по измерению гидростатического давления. Оно имеет опытный резервуар 2 с жидкостью, камеру 1, связанную с атмосферой, и жидкостные измерительные приборы (см. табл. 1). Избыточное давление ( $P_0 > P_a$ ) или вакуум ( $P_0 < P_a$ ) в опытном резервуаре 2 устанавливаются кратковременным наклоном устройства вправо или влево. После его перевертывания открытый пьезометр 3 становится обратным пьезометром, т. е. вакуумметром 7 (см. табл. 2).

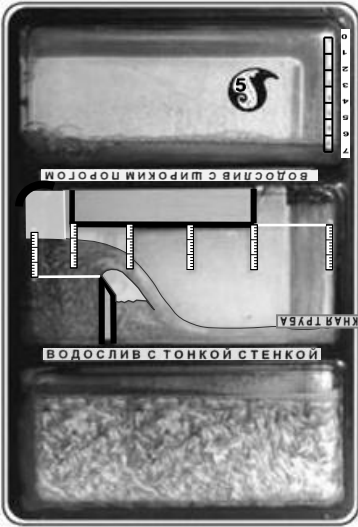
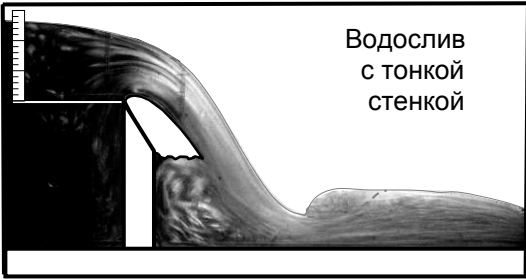
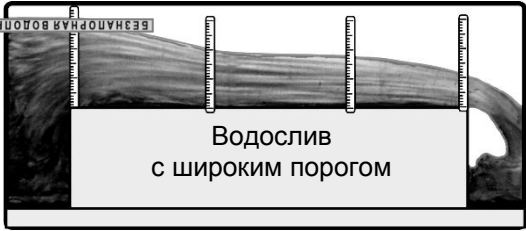
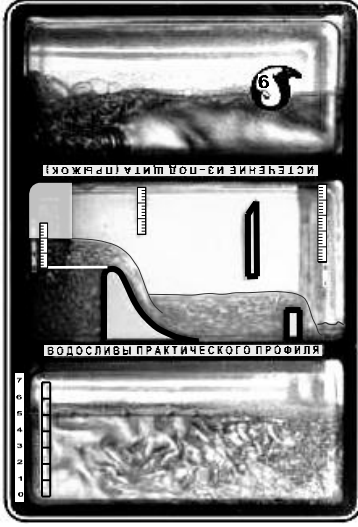
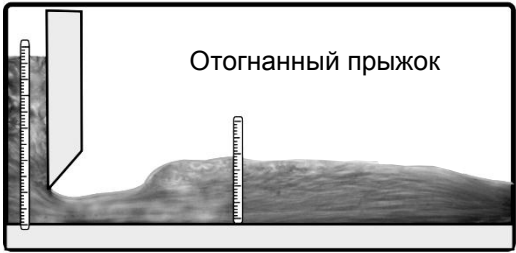

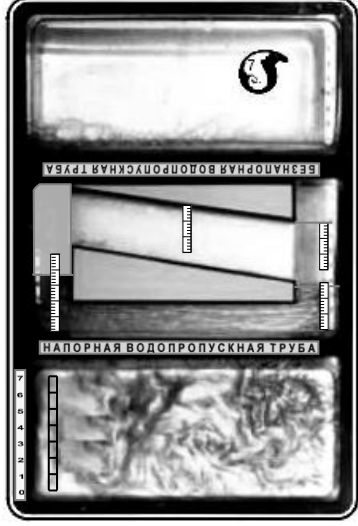
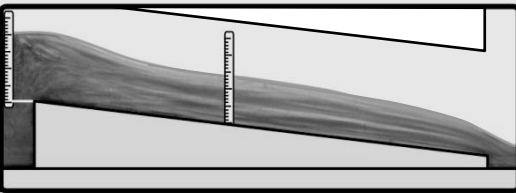

*Устройство № 3* позволяет изучить режимы течения жидкости. Оно имеет такие же, как и все остальные устройства (№ 4–10), размеры (360×240×45 мм), массу (1,7 кг), конструкцию и принцип работы. Они содержат по два бака, соединенных между собой опытными каналами или щелевым лотком, в которых наблюдается течение. Устройства заполнены водой, содержащей микроскопические частицы алюминия для визуализации течения, и работают по принципу песочных часов, т. е. приводятся в действие перевертыванием. Расход жидкости в устройствах стабилен во времени, регулируется наклонами устройств от себя или в стороны и измеряется объемным способом.

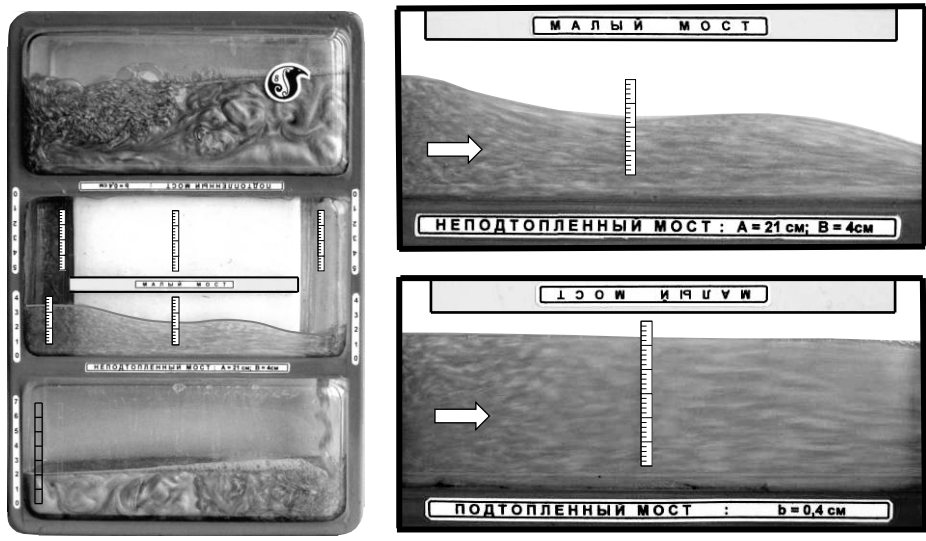
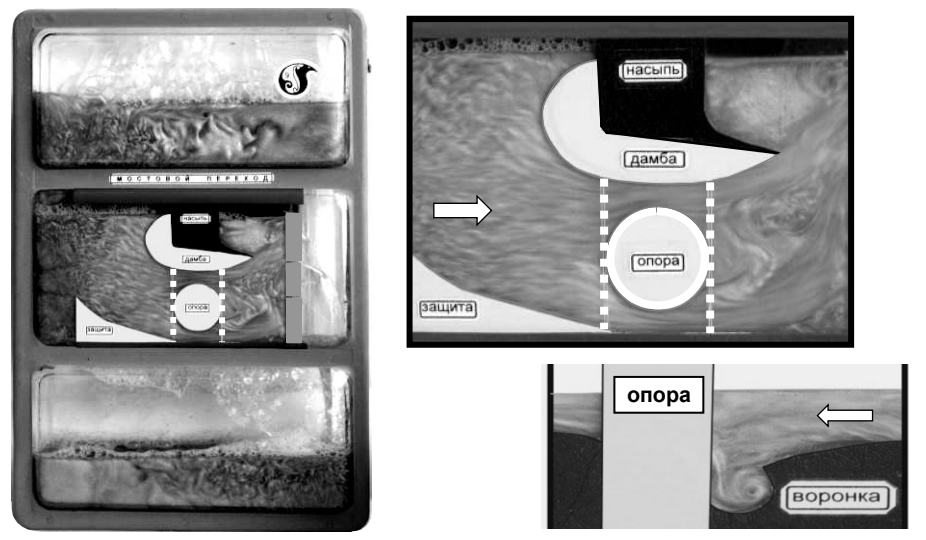
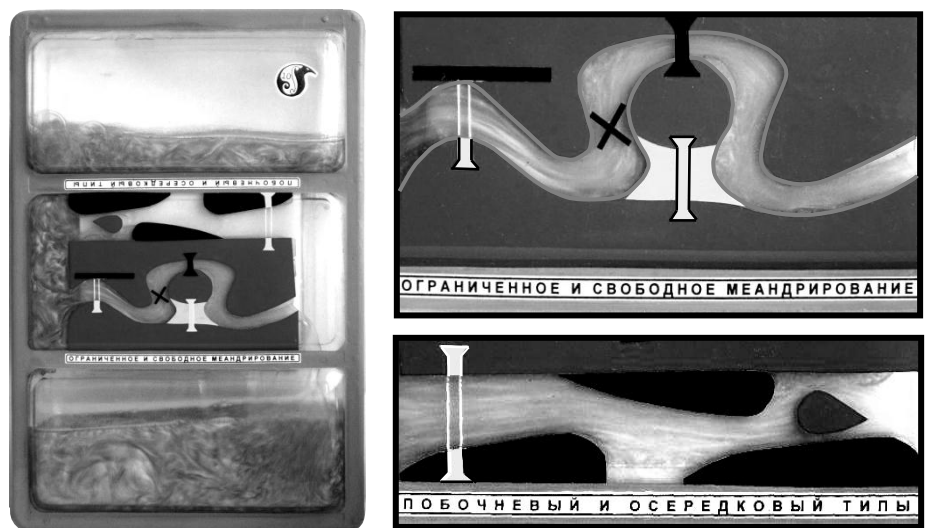
Традиционные и портативные устройства для изучения гидравлики

Название устройств и их элементов	Традиционные устройства (прототипы)	Устройства из состава минилабораторий
<p><i>Устройства для изучения свойств жидкости:</i>                      1 – термометр; 2 – ареометр; 3 – вискозиметр Стокса; 4 – капиллярный вискозиметр; 5 – сталагмометр; 6 – вискозиметр Энглера</p>		<p><i>Устройство № 1</i>                      1 2 3 4 5</p> 
<p><i>Устройства для измерения гидростатического давления:</i>                      1 – полость с атмосферным давлением; 2 – опытный резервуар; 3 – пьезометр; 4 – уровнемер; 5 – мановакуумметр; 6 – вентиль; 7 – обратный пьезометр (вакуумметр); 8 – подвижный сосуд</p>		<p><i>Устройство № 2</i></p> 
<p><i>Устройства для изучения режимов течения:</i>                      1, 2 – баки; 3 – успокоительная перегородка; 4, 5 – опытные каналы; 6 – щель; 7 – решетка; 8 – уровнемерная шкала; 9 – переливная труба; 10 – насос; 11 – бак с подкрашенной водой</p>		<p><i>Устройство № 3</i></p> 
<p><i>Устройства для изучения водосливов:</i>                      1, 2 – баки; 3 – лоток; 4-7 – отверстия, соединяющие лоток с баками; 8 и 9 – водосливы с тонкой стенкой и с широким порогом; 10 – шкала; 11 – насос; 12 – вентиль; 13 – расходомер; 14 – жалюзи; 15 – мерная игла</p>		<p><i>Устройство № 5</i></p> 

Минилаборатория «Капелька-1» для изучения <i>общей гидравлики</i>	
<p><i>Устройство № 1</i> для измерения плотности, температурного расширения, вязкости и поверхностного натяжения жидкости: 1 – термометр; 2 – ареометр; 3 и 4 – вискозиметры; 5 – сталагмометр</p>	
<p><i>Устройство № 2</i> для определения давления на дне резервуара 2 через показания пьезометров 3 и 6, уровнемера 4, мановакуумметра 5 и вакуумметра 7 при различных соотношениях поверхностного <math>P_0</math> и атмосферного <math>P_a</math> давлений (содержит элементы головоломки)</p>	<p style="text-align: center;">а) <math>p_0 &gt; p_a</math>      б) <math>p_0 &lt; p_a</math>      в) <math>p_0 &lt; p_a</math></p>
<p><i>Устройство № 3</i> для наблюдения ламинарного (а) и турбулентного (б) установившегося течения (с определением числа Рейнольдса), обтекания перегородки (в), сужения и расширения потока (г)</p>	
<p><i>Устройство № 4</i> для убедительной иллюстрации уравнения Бернулли с построением пьезометрической (— — —) и напорной (••••) линий и определения потерь напора в каналах постоянного и переменного сечения опытным путем</p>	<p style="text-align: center;">Канал переменного сечения</p> <p style="text-align: center;">Канал постоянного сечения</p>



Минилаборатория «Капелька-2» для изучения гидравлики открытых русел	
<p><i>Устройство № 5</i> для демонстрации истечения через водосливы с тонкой стенкой и с широким порогом (с определением коэффициентов расхода)</p>	  
<p><i>Устройство № 6</i> для демонстрации водослива практического профиля криволинейного очертания (с определением коэффициента расхода), водобойной стенки и гидравлического прыжка с опытной проверкой критерия его вида</p>	  
<p><i>Устройство № 7</i> для изучения водопропускных труб с определением коэффициента шероховатости на участке с равномерным течением и глубин опытным и расчетным путями</p>	  

Минилаборатория «Капелька-3» для изучения <i>мостовой гидравлики</i>	
<p><i>Устройство № 8</i> для изучения свободного и несвободного протекания воды под малым мостом (с определением глубины воды перед мостом путем измерения и расчета)</p>	 <p>МАЛЫЙ МОСТ</p> <p>НЕПОДТОПЛЕННЫЙ МОСТ : A=21 см; B=4 см</p> <p>ПОДТОПЛЕННЫЙ МОСТ : b=0,4 см</p>
<p><i>Устройство № 9</i> для изучения схемы течения воды и видов размыва русла на мостовом переходе (с наблюдением этих процессов на модели сооружений мостового перехода)</p>	 <p>насыпь</p> <p>дамба</p> <p>опора</p> <p>защита</p> <p>опора</p> <p>воронка</p>
<p><i>Устройство № 10</i> для изучения типов русловых процессов (с наблюдением течений на моделях русел) и особенностей учета этих процессов при назначении створа моста</p>	 <p>ОГРАНИЧЕННОЕ И СВОБОДНОЕ МЕАНДРИРОВАНИЕ</p> <p>ПОБОЧНЕВЫЙ И ОСЕРЕДКОВЫЙ ТИПЫ</p>

После перевертывания устройства № 3 вода из верхнего бака 1 поступает самотеком через опытный канал 4 в нижний бак 2 и вытесняет из него воздух через канал 5 и решетку 7 в виде пузырей в верхний бак 1 (см. табл. 1). Поэтому давления на входе в канал 4 (на дне верхнего бака) и на выходе из щели 6 (над жидкостью в нижнем баке) уравниваются и истечение происходит только под действием постоянного во времени напора  $H$ , создаваемого столбом жидкости в канале 4. Так обеспечивается установившееся ламинарное течение жидкости при  $Re = 400 \dots 1000$  в канале 4 (аналогично стабилизируется расход в опытных каналах остальных устройств). После очередного перевертывания устройства каналы 4 и 5 меняются функциями: в канале 5 устанавливается турбулентное течение при  $Re = 4000 \dots 6000$ , а канал 4 пропускает воздух. При расположении устройства на боковых сторонах можно наблюдать обтекание перегородки 3, сужение и расширение потока при истечении через щель (см. табл. 2).

*Устройство № 4* для иллюстрации уравнения Бернулли и определения потерь напора в каналах имеет два параллельных опытных канала, которые соединены между собой группой пьезометров для получения распределения давления в этих каналах (см. табл. 2). Один канал выполнен с постоянным сечением, а другой – с переменным.

Лаборатория «Капелька-2» предназначена для изучения *гидравлики открытых русел* и состоит из трех устройств (№ 5–7). Она позволяет изучить картину течения жидкости через модели гидротехнических сооружений в щелевых лотках шириной 4 мм, экспериментально определить значения коэффициентов расхода, напоров и глубин и сравнить их с рассчитанными по инженерным формулам.

*Устройства № 5, 6 и 7* содержат по два бака 1 и 2, соединенных между собой щелевым каналом (лотком) 3 через отверстия 4, 5 и 6, 7 (см. табл. 1). В щелевом канале установлены модели гидротехнических сооружений: в устройстве № 5 – модели водослива с тонкой стенкой 8 и водослива с широким порогом 9; в устройстве № 6 – модели щита (затвора) и водосливов практического профиля с криволинейным и с полигональным очертаниями; в устройстве № 7 – модели напорной и безнапорной водопропускных труб (см. табл. 2). При перевертывании устройства № 5 жидкость из верхнего бака 1 поступает через отверстие 6 в нижнюю часть лотка 3, где наблюдается истечение через водослив с тонкой стенкой 8, а в другом положении устройства в этом же лотке наблюдается течение на водосливе с широким порогом 9.

Лаборатория «Капелька-3» предназначена для изучения *мостовой гидравлики* и состоит из трех устройств (№ 8–10). Она позволяет получить ясное представление о русловых процессах, картине течений и размывах в подмостовых руслах. Опытные каналы в устройстве № 8 представляют собой модели русел неподтопленного и подтопленного малого моста, в устройстве № 9 – иллюстрируют мостовой переход в плане и в продольном сечении русла, а в устройстве № 10 – русла различного типа (см. табл. 2).

Содержание и порядок выполнения демонстраций и учебных работ на лабораториях «Капелька-1, 2, 3» описаны в методических указаниях, помещенных на сайте <http://drop-let.narod.ru>. Художественно-конструкторские решения устройств отвечают современным требованиям технической эстетики. Устройства выполнены в едином стиле и имеют вид *прозрачного плоского параллелепипеда*. Эта форма является наиболее рациональной, так как устройства функционируют за счет последовательного перевертывания в вертикальной плоскости на  $90^\circ$  и  $180^\circ$ , о возможности которого информирует симметричность их объемно-пространственной структуры по фасаду. Такая форма обеспечивает компактную упаковку устройств и удобство переноски портативной лаборатории в чемодане.

Корпус устройств с полостями (баками) и лицевая панель (крышка) с опытными каналами имеют мягкую выразительную пластику благодаря выполнению их контуров в виде *прямоугольника со скругленными углами*. Расположение фронтальных поверхностей всех элементов, полостей и каналов устройств в *одной фасадной плоскости* панели делают их хорошо обозреваемыми. *Обрамление* элементов устройств общей рамкой (каемкой) композиционно объединяет их и информирует о функциональной связи. Использование в устройствах цветных жидкостей и прозрачность устройств способствуют четкому выявлению основных функциональных зон (емкостей, каналов), легкости восприятия их принципа действия и контрастности уровней жидкости, что облегчает отсчет показаний приборов.

Конкурентные преимущества минилабораторий. Достоинства минилабораторий, достигнутые благодаря техническим и художественно-конструкторским решениям, повышают культуру и эффективность учебного процесса, обеспечивают простоту конструкций устройств, их портативность и автономность относительно водо- и энергопитающих сетей, бесшумность работы, удобство в эксплуатации, наглядность изучаемых процессов, быстрое проведение опытов, позволяют экономить лабораторные площади и индивидуально выполнять демонстрации и работы. Размеры и масса устройств отвечают эргономическим параметрам при самостоятельной работе обучающихся сидя. Устройства готовы к работе в любой момент и в любой аудитории. Для приведения в действие достаточно их перевернуть или наклонить.

Таким образом, при проведении *демонстрационного эксперимента* минилаборатории «Капелька-1, 2, 3» имеют неоспоримые преимущества по сравнению с традиционными лабораторными стендами. Поэтому Научно-методический совет по гидравлике при Гособразовании СССР рекомендовал их к выпуску и использованию для иллюстрации равновесия и течения жидкости в каналах и сооружениях на лекциях и практических занятиях. Минилаборатории рекомендованы также и для выполнения учебных *лабораторных работ*. Однако следует учитывать, что они проигрывают традиционным стендам по точности измерений и диапазонам изменения параметров. Поэтому при выполнении некоторых работ целесообразно использовать минилаборатории совместно с традиционными лабораторными стендами. Этот

подход наиболее оправдан, если стенды автоматизированы, а запись результатов измерений и их обработка осуществляются с использованием компьютерной техники.

Минилаборатории «Капелька-1, 2, 3» занимали первое место на ВВЦ (ВДНХ) и в конкурсах «Сибирские Афины», одобрены Минобразованием и Международной комиссией по сертификации учебных заведений.

Выпуск минилабораторий «Капелька-1, 2, 3». Простота и высокая технологичность конструкций учебно-демонстрационных устройств при изготовлении формованием из листовой прозрачной пластмассы, отсутствие дефицитных и дорогостоящих материалов и комплектующих деталей и узлов (двигателей, насосов, запорной и регулирующей арматуры) позволили освоить выпуск комплекса в ТомГАСУ малыми сериями. Благодаря своим достоинствам минилаборатории «Капелька-1, 2, 3» имеют большой спрос и уже используются более чем в 600 учебных заведениях России, а также в Казахстане, Украине, Болгарии и Великобритании.

#### Литература

1. Пат.1742655 Россия, МКИ G 01 L 7/18. Демонстрационный прибор для измерения гидростатического давления / Г. Д. Слабожанин, В. Д. Слабожанин. – Оpubл. 23.06.1992.

2. Пат.1721326 Россия, МКИ F 15 В 19/00. Учебно-лабораторная установка для исследования установившегося напорного течения жидкости / Г. Д. Слабожанин, В. Д. Слабожанин. – Оpubл. 23.03.1992.

3. Свидетельство на полезную модель 27172 Россия, МКИ F 15 В 19/00. Учебно-лабораторное устройство для изучения свойств жидкости / Г. Д. Слабожанин, К. Н. Ребенков, Д. Г. Слабожанин. – Оpubл. 10.01.2003.

4. Лабораторный практикум по гидравлике, гидромашинам и гидроприводу : учеб. пособие для втузов / Я. М. Вильнер, И. П. Вопнярский, В. И. Кузменков, И. А. Шульпин. – Минск: Выш. шк., 1980. – 224 с.

5. Яковлев, Н. А. Методические указания к лабораторным работам по общему курсу гидравлики / Н. А. Яковлев. – Л. : изд-во ЛПИ, 1979. – 30 с.

УДК 52

## ИЗУЧЕНИЕ АСТРОНОМИИ В СОВРЕМЕННОЙ ШКОЛЕ

**А. В. Куренщиков**

*ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт им. М. Е. Евсевьева», г. Саранск, Российская Федерация*

В статье доказывается важность изучения астрономии в школе и в вузе, рассматриваются наиболее эффективные формы изучения астрономии.

*Ключевые слова и фразы:* астрономия, элективный курс, астрономический кружок, летняя астрономическая школа, астрономическая олимпиада.

Предмет «Астрономия» в российских школах начиная с 2008 года фактически ликвидирован под предлогом того, что ни один из действующих учебников астрономии не был разрешен и допущен к использованию в школах. Это тем более удивительно, что мировой научный авторитет СССР и России как его преемницы основан главным образом на успехах в изучении и освоении космоса. А может быть времена изменились и астрономия действительно не нужна школьникам? Что же дает астрономия школьнику и студенту?

Первое: астрономия дает возможность показать картину мира в наиболее крупном масштабе, т. е. наиболее полно. Современное научное мировоззрение в большей мере основано именно на знании астрономии. Для понимания места человека во Вселенной в первую очередь важны астрономические знания.

Второе: изучение астрономии позволяет легко заинтересовать школьников и студентов естественными науками из-за красоты звездной науки: астрономические объекты часто завораживают своей красотой.

Астрономия – одна из самых красивых наук, она сейчас очень бурно развивается, что связано с возможностью ее экстенсивного развития. Поскольку главное – это получение новых наблюдательных данных, то возможность построения все более крупных телескопов в разных спектральных диапазонах и открытие для наблюдений новых диапазонов (например, гравитационных волн) позволяет быстро получать множество новых экспериментальных данных. В дополнение к этому, благодаря развитию компьютерной техники, огромный прогресс наметился в моделировании астрофизических процессов – это очень важно, ведь прямой эксперимент в астрономии невозможен.

Практически любой крупный наблюдательный проект (регистрация гравитационных волн, обзоры далеких галактик и квазаров и т. д.) имеет мощную поддержку в виде компьютерного моделирования изучаемых данным проектом явлений.

Таким образом, перед школьной астрономией стоят две цели: составить современную научную картину мира и заинтересовать учащихся наукой в целом.

Астрономия в наши дни является идеальным средством для решения указанных задач, следовательно, должна изучаться в школе и в вузе.

Будем считать, что астрономия должна изучаться в школе, тогда возникает вопрос – в какой форме ее изучать? Астрономия должна быть отдельным предметом, изучение которого должно начинаться в тот момент, когда учащиеся начинают проявлять интерес к вопросам мироздания, а это 12–13 лет. Кроме этого, возможны и работают в современной школе другие формы изучения астрономии: элективный курс, астрономический кружок, летняя астрономическая школа, астрономические олимпиады различного уровня.

В элективном курсе большую роль должны играть практические занятия. Практическая направленность курса создается наблюдением звездного

неба с помощью телескопа. Во время наблюдений школьники учатся ориентироваться с помощью звездных карт, наблюдают переменные звезды и планеты, а также решают задачи по всем разделам курса. Именно это углубляет знания учащихся по астрономии, позволяет применять для выполнения задач учениками знание не только астрономии, но и математики, физики, химии, биологии, географии. Создает целостное представление об окружающем нас мире, законах его развития.

Опыт работы со школьным астрономическим кружком показывает, что работа должна строиться по детально разработанному плану, рассчитанному на несколько лет (в идеале на 3–4 года). Например, в первом году кружковцы работают над темой «Строение Вселенной», во втором – над темой «Введение в сферическую астрономию», в третьем – «Астрономические и астрофизические методы исследования и инструменты», в четвертом – «Основы сферической астрономии».

Кружок, в котором ребята на каждом занятии узнают новое, не может нормально работать, если руководитель не будет уделять достаточно времени закреплению знаний. Поэтому в кружке необходимо проводить контрольные работы, задавать задачи на дом, а в конце учебного года повторять все пройденное.

Кружок должен выпускать стенгазету, например, «Астрономическая», астрономический календарь, пропагандируя таким путем знания по астрономии среди учащихся. Кроме того, проводить астрономические сборы, общешкольные доклады и лекции на различные темы, например: «Строение Вселенной», «Астрономия невидимого», «Николай Коперник» и т. п.

Изготавливая самодельные приборы и прививая ребятам навыки умения обращаться с ними, кружок тем самым решает важные политехнические задачи, стоящие перед школой.

Опыт работы подобных кружков показывает, что такой кружок может быть организован в каждой школе, хотя совсем не обязательно занятия в таких кружках проводить по четырехгодичной программе. Более желательна организация подобного рода кружков на базе нескольких школ, т. е. в виде городских кружков.

В качестве примера летней астрономической школы можно привести школу, организованную Ленинградским областным центром одаренных школьников «Интеллект» и научно-исследовательским Астрономическим институтом им. В. В. Соболева Санкт-Петербургского государственного университета, которые ежегодно приглашают принять участие в летней Астрономической школе.

Занятия в Астрономической школе проводят сотрудники и преподаватели Санкт-Петербургского государственного университета, ИПА РАН и ГАО РАН Пулково. Астрономическая школа проводится параллельно с учебно-тренировочными сборами команды РФ по астрономии.

В программе Астрономической школы: лекции, практические занятия и наблюдения, решение задач, командная олимпиада по астрономии, астробой,

интеллектуальные игры, конкурсы, творческие вечера, посещение Главной астрономической обсерватории Пулково.

Астрономические олимпиады для школьников проводятся в нашей стране уже более 50 лет. В последние годы они проводятся в несколько туров: теоретический, практический, творческий, наблюдательный. Каждый тур – это решение задач или выполнение какой-либо работы. На выполнение этих заданий обычно отводится 3–4 часа.

На теоретическом туре школьникам обычно предлагается несколько несложных задач. Задание практического порядка представляет собой одну-две большие, но конкретные проблемы.

На творческом туре школьникам нужно предложить решение одной задачи, которая дается в достаточно общей формулировке. Наблюдательный тур связан непосредственно с небом. Обычно несколько олимпиадных задач посвящается астрономическим явлениям года.

Качественное преподавание астрономии требует немалых усилий, в том числе и интеллектуальных. Кроме этого, нужны усилия по созданию учебных пособий и компьютерных программ.

Нужны планетарии, экскурсии в обсерватории и институты, лекции специалистов (и для школьников, и для учителей). Нужны серьезные научно-популярные книги, в которых ученые компетентно рассказывали бы о новейших результатах в своей области, где они являются специалистами высокого класса.

В 2009 году российские астрономы попросили власти «вернуть преподавание астрономии в школы, восстановить астрономическую подготовку в педагогических вузах и обеспечить господдержку популяризации этой науки». В противном случае школьники будут обречены на «астрономическую безграмотность».

Педагоги уже давно заметили, что качество подготовки российских школьников год от года ухудшается, многие винят в этом ЕГЭ, низкую зарплату учителей и плохое финансирование школ, разумеется, эти причины оказывают свое отрицательное влияние, но, вероятно, главная причина – утрата школьниками интереса к учебе. Причин этому не так много, и если приложить определенные усилия, с ними можно справиться.

Возвращение астрономии в школу в качестве отдельного предмета с одновременным улучшением качества преподавания, несомненно, будет способствовать возрождению интереса к учебе и ликвидации «естественнонаучной безграмотности».



## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА В РАЗЛИЧНЫХ ПРОГРАММНЫХ СРЕДАХ

**Т. В. Кормилицына**

*ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт  
им. М. Е. Евсевьева», г. Саранск, Российская Федерация*

Описаны алгоритмы проведения вычислительных экспериментов для решения задачи приближения функций методом наименьших квадратов, реализованном в электронных таблицах Excel и специализированных математических системах Scilab и Mathematica.

*Ключевые слова и фразы:* эксперимент, численный метод, приближение функций.

Широкое применение компьютеров в математическом моделировании, достаточно мощная теоретическая и экспериментальная база позволяют говорить о вычислительном эксперименте как о новой технологии и методологии в научных и прикладных исследованиях.

Вычислительный эксперимент – это эксперимент над математической моделью объекта на компьютере, который состоит в том, что по одним параметрам модели вычисляются другие ее параметры и на этой основе делаются выводы о свойствах явления, описываемого математической моделью.

Моделирование реальных объектов на компьютере включает в себя большой объем работ по исследованию их физической и математической моделей, вычислительных алгоритмов, программированию и обработке результатов. Здесь можно заметить аналогию с работами по проведению натуральных экспериментов: составление программы экспериментов, создание экспериментальной установки, выполнение контрольных экспериментов, проведение серийных опытов, обработки экспериментальных данных и их интерпретация и т. д. Таким образом, проведение крупных комплексных расчетов следует рассматривать как эксперимент, проводимый на компьютере, или вычислительный эксперимент.

Вычислительный эксперимент играет ту же роль, что и обыкновенный эксперимент при исследованиях новых гипотез. Современная гипотеза почти всегда имеет математическое описание, над которым можно выполнять эксперименты.

При введении этого понятия следует особо выделить способность компьютера выполнять большой объем вычислений, реализующих математические исследования. Иначе говоря, компьютер позволяет произвести замену физического, химического эксперимента экспериментом вычислительным.

Вычислительный эксперимент начинается тогда, когда в результате натурального эксперимента получено достаточно данных для построения математической модели исследуемого объекта.

Для выполнения конкретных расчетов в настоящее время могут быть привлечены различные программные средства – от специализированных вычислительных систем до стандартных электронных таблиц [2; 3].

Таковыми средствами пользуются и студенты при изучении различных дисциплин в вузах. Часто при решении практических задач возникает вопрос оценки точности полученных результатов.

Наше внимание привлек широко используемый исследователями метод наименьших квадратов. Именно этот метод реализован практически во всех программных средствах, предназначенных для обработки результатов эмпирических наблюдений.

Линии тренда позволяют наглядно показать тенденции изменения данных и помогают анализировать задачи прогноза. Такого типа анализ также называется *регрессионным анализом*. С помощью регрессионного анализа можно продолжить линию тренда на диаграмме, чтобы оценить значения, которые находятся за пределами фактических данных.

При добавлении линии тренда на диаграмму Microsoft Office Excel можно выбрать любой из следующих шести различных типов тренда или регрессии: прямые, логарифмические, полиномиальные, степенные и экспоненциальные линии тренда, а также линии тренда с линейной фильтрацией. Тип линии тренда, который следует выбирать, определяется типом имеющихся данных [5].

Линия тренда получается наиболее точной, когда ее величина достоверности аппроксимации близка к единице. При аппроксимации данных с помощью линии тренда значение величины достоверности аппроксимации рассчитывается приложением Excel автоматически. При необходимости полученный результат можно показать на диаграмме.

Для сравнения результатов регрессионного анализа использовались ресурсы специализированного математического пакета Scilab [1].

Для расчетов параметров регрессии в пакете используется встроенный алгоритм `datafit`.

В качестве третьего инструмента расчетов был выбран online ресурс мощнейшей математической системы Mathematica. Сейчас этот ресурс выполняет функции интеллектуального поисковика Wolfram|Alpha [4].

Проведем исследования на примере следующей задачи.

Задача. В результате опыта холостого хода определена зависимость потребляемой из сети мощности ( $P$ , Вт) от входного напряжения ( $U$ , В) для асинхронного двигателя (табл. 1).

Таблица 1

$U, В$	132	140	150	162	170	180	190	200
$P, Вт$	330	350	385	425	450	485	540	600

Методом наименьших квадратов подобрать зависимость в виде кубической функции вида:

$$P = a_1 + a_2U + a_3U^2 + a_4U^3.$$

Полиномиальная линия используется для описания величин, попеременно возрастающих и убывающих. Она полезна, например, для анализа большого набора данных о нестабильной величине. Степень полинома определяется количеством экстремумов (максимумов и минимумов) кривой. Полином второй степени может описать только один максимум или минимум. Полином третьей степени имеет один или два экстремума. Полином четвертой степени может иметь не более трех максимумов или минимумов.

В справочной информации к Excel указано, что построение полиномиальной или криволинейной линии тренда проводится путем расчета точек методом наименьших квадратов (МНК) по следующей формуле:

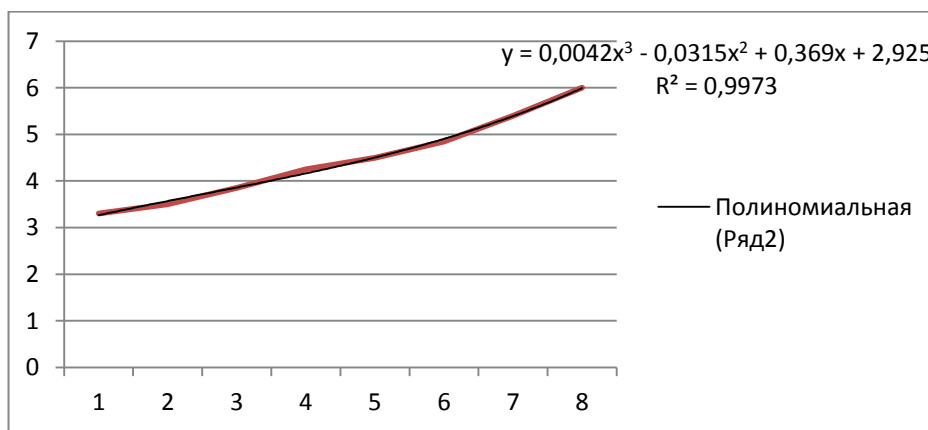
$$y = b + c_1x + c_2x^2 + c_3x^3 + \dots + c_6x^6$$

где  $b$  и  $c_1, \dots, c_6$  – константы.

Результаты полиномиальной регрессии в Excel выписаны из уравнения регрессии для построенной линии тренда (рис. 1):

$$y = 0,0042x^3 - 0,0315x^2 + 0,369x + 2,925$$

$$R^2 = 0,9973$$



**Рис. 1.** Результат полиномиальной регрессии в Excel

Приведем решение задачи в виде листинга (скрипта) программы в системе Scilab (текст может быть создан в любом текстовом редакторе).

Вначале создается функция, вычисляющая разность между экспериментальными и теоретическими значениями, перед использованием необходимо определить  $z = [x; y]$  – матрицу исходных данных и  $c$  – вектор начальных значений коэффициентов, причем размерность вектора должна совпадать с количеством искомых коэффициентов.

```

function [zr]=G(c,z)
zr=z(2)-c(1)-c(2)*z(1)-c(3)*z(1)^2-c(4)*z(1)^3
endfunction
//Исходные данные
x=[1.32 1.40 1.50 1.62 1.70 1.80 1.90...
2.00,2.11,2.20,2.32,2.40,2.51];
y=[3.30 3.50 3.85 4.25 4.50 4.85 5.40...
6.00 6.60 7.30 9.20 10.20 13.50];
//Формирование матрицы исходных данных
z=[x;y];
//Вектор начальных приближений
c=[0;0;0;0];
//Решение задачи
[a,err]=datafit(G,z,c)
S =
0.5287901
a =
- 51.576664
95.594671
- 55.695312
11.111453

```

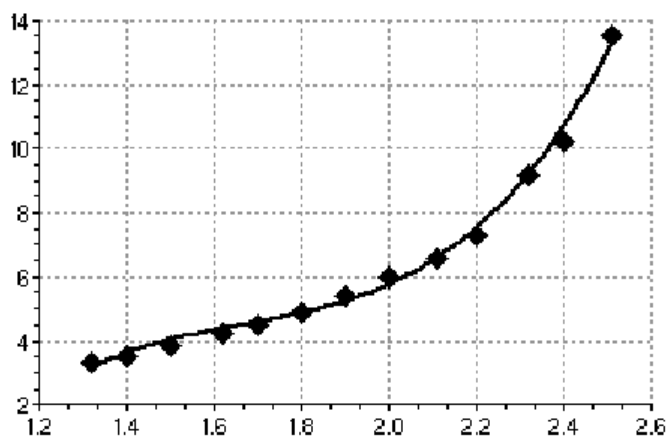
В результате работы функции `datafit` была подобрана аналитическая зависимость вида  $P = -51.577 + 95.595U - 55.695U^2 + 11.111U^3$ , а сумма квадратов отклонений измеренных значений от расчетных значений составила 0.529.

Геометрическая интерпретация задачи (рис. 2) может быть получена с помощью команд:

```

//Построение графика экспериментальных данных
plot2d(x,y,-4);
//Построение графика подобранной функции
t=1.32:0.01:2.51;
Ptc=a(1)+a(2)*t+a(3)*t^2+a(4)*t^3;
plot2d(t,Ptc);

```



**Рис. 2.** Теоретическая кривая в системе Scilab

Приведем результат алгоритма кубической регрессии в ресурсе Wolfram|Alpha (рис. 3). Отметим, что ресурс позволяет создавать тестовые файлы с результатами вычислений (формат .pdf).

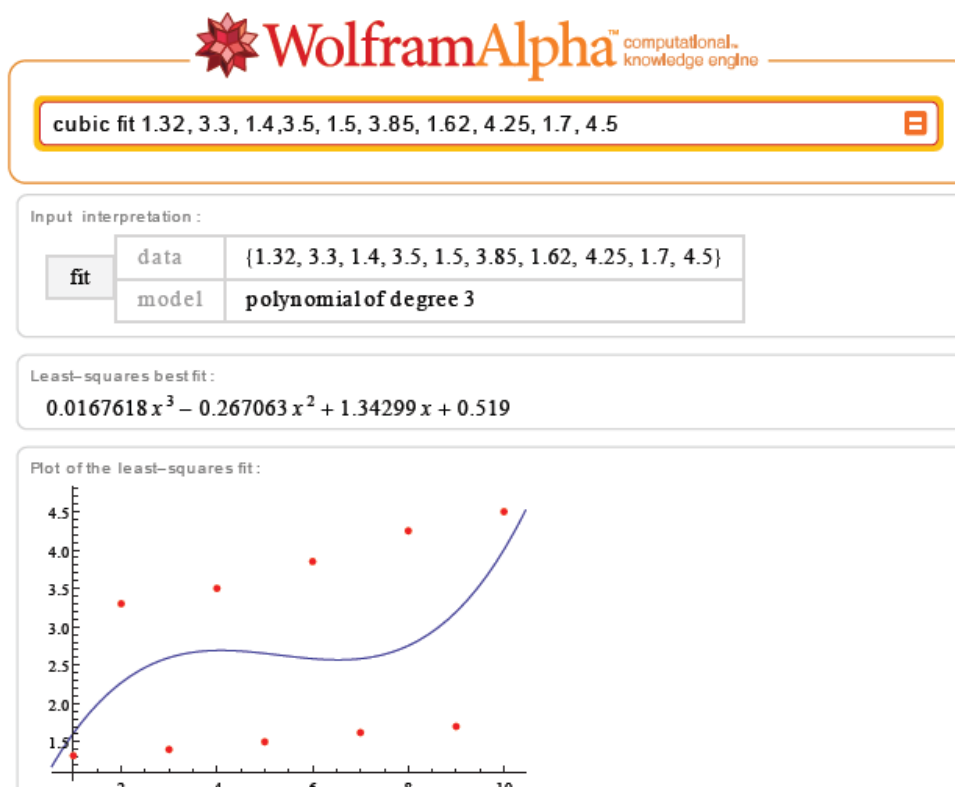


Рис. 3. Результаты вычислений Wolframalpha

Приведем результаты вычислений коэффициентов кубической функции (регрессионного анализа) в трех программных средах в таблице 2.

Таблица 2

$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	Система
-51,577	95,595	-55,695	11,111	Scilab
2,925	0,369	-0,031	0,004	Excel
-17,3528	36,5256	-22,4403	5,00776	Wolframalpha

Сравнить результаты полученных приближений можно в таблице 3.

В последней строке таблицы 3 рассчитаны суммы квадратов отклонений приближений, показывающие степень достоверности полученного приближения. Более точные результаты для выбранных экспериментальных данных получены с помощью интеллектуального поисковика Wolfram|Alpha. Более грубые результаты получены при вычислениях в Excel, что, однако, не дает основания утверждать о грубости самого встроенного алгоритма МНК. Графики полученных зависимостей сохраняют качественную картину поведения эмпирической зависимости. На основе проведенного анализа следует принять кубический многочлен с коэффициентами, рассчитанными в ресурсе [4].

Таблица 3

	x	y	Excel Trend	$\Delta$	Scilab	$\Delta^2$	Wolframalpha	$\Delta$
1	1,32	3,3	3,367	-0,067	3,12	0,18	3,278	0,022
2	1,4	3,5	3,391	0,109	3,582	-0,082	3,541	-0,041
3	1,5	3,85	3,422	0,428	4,001	-0,151	3,846	0,004
4	1,62	4,25	3,458	0,792	4,359	-0,109	4,216	0,034
5	1,7	4,5	3,482	1,018	4,564	-0,064	4,491	0,009
6	1,8	4,85	3,512	1,338	4,841	0,009	4,891	-0,041
7	1,9	5,4	3,541	1,859	5,204	0,196	5,384	0,016
8	2	6	3,571	2,429	5,721	0,279	5,999	0,001
				$R^2$		$R^2$		$R^2$
				13,0093		0,19424		0,00536

Описанные вычислительные эксперименты должны, во-первых, продемонстрировать для студентов возможности проведения сложных и громоздких математических расчетов с помощью программных средств, во-вторых – активизировать попытки проведения самостоятельных вычислительных экспериментов с целью получения более точных результатов в различных программных средствах.

#### Литература

1. Алексеев, Е. Р. Scilab: Решение инженерных и математических задач / Е. Р. Алексеев, О. В. Чеснокова, Е. А. Рудченко. – М. : ALT Linux ; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 260 с.
2. Кормилицына, Т. В. Компьютерный эксперимент при решении физических задач / Т. В. Кормилицына // Учебный эксперимент в высшей школе. – 2007. – № 1. – С. 65–70.
3. Кормилицына, Т. В. Построение компьютерных моделей для учебных экспериментов / Т. В. Кормилицына // Учебный эксперимент в образовании : науч.-методч. журнал – 2011. – № 2. – С. 44–49.
4. Сайт для проведения расчетов с помощью интеллектуального поисковика Wolfram|Alpha [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://primat.at.ua/news/2010-09-04-259>
5. Сайт поддержки пользователей Excel [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://office.microsoft.com/ru-ru/excel-help/CH010369059.aspx>

## \* ПОСТРОЕНИЕ КОМПЛЕКСА ХОХШИЛЬДА ДЛЯ АЛГЕБР ЛИ

**М. В. Лadoшкин**

*ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт  
им. М. Е. Евсевьева», г. Саранск, Российская Федерация*

В статье рассматривается вопрос построения комплекса Хохшильда для алгебр Ли: конструкция самого комплекса, доказывается теорема о корректности определения дифференциала в данном комплексе, исследуется связь с комплексом Хохшильда для ассоциативных алгебр.

*Ключевые слова и фразы:* алгебраическая топология, гомотопия, устойчивость, отображение, симплициальные грани.

В современной алгебраической топологии важную роль играют вопросы продолжения алгебраических структур до их гомотопически устойчивых аналогов. Для описания возможностей таких продолжений традиционно используются комплексы Хохшильда и их гомологии. В [2] построен комплекс Хохшильда для ассоциативных алгебр и проведено исследование связи его гомологий с возможностью нетривиального продолжения. Аналогичные построения проведены в [1] для модулей над алгебрами.

В предлагаемой работе построен комплекс Хохшильда для алгебр Ли. Все утверждения и доказательства теорем будут приведены над полем  $\mathbf{Z}_2$ , что позволит обойти проблему выбора знаков и знаков. Подобный подход является часто применяемым в алгебраической топологии, поскольку все утверждения, получаемые для конструкций над полем характеристики 2, будут справедливы и для поля произвольной характеристики.

Определение 1. Алгеброй Ли будем называть векторное пространство  $V$  над полем  $K$  (в нашем случае это поле характеристики 2, снабженное билинейным отображением  $[,] V \times V \rightarrow V$ , удовлетворяющим следующим свойствам:

$$[x, x] = 0, \quad (1)$$

$$[x, [y, z]] + [y, [z, x]] + [z, [x, y]] = 0. \quad (2)$$

Свойство (2) называют тождеством Якоби. Условие (1) равносильно условию антикоммутативности.

Алгебра Ли есть векторное пространство с заданной на нем антикоммутативной операцией, удовлетворяющей тождеству Якоби. Эту операцию называют скобкой Ли или коммутатором.

---

\* Работа выполнена в рамках проекта «Построение гомотопически устойчивого аналога симплициального объекта» ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013гг.» Государственный контракт № П1226 от 07 июня 2010.

Важнейшими примерами алгебр Ли, имеющими приложения в физике, являются алгебры Ли векторных полей на многообразиях. Скобка Ли задается в этом случае путем взятия производной от одного поля вдоль линий действия другого. В данном случае мы получим бесконечномерную алгебру Ли (размерность алгебры понимается в смысле размерности векторного пространства).

Другим важным примером алгебры Ли является ассоциативная алгебра. Любую ассоциативную алгебру можно превратить в алгебру Ли путем введения коммутатора по правилу:

$$[x, y] = xy - yx.$$

Таким образом, любая ассоциативная алгебра является алгеброй Ли. Обратное неверно, то есть наличие скобки Ли на векторном пространстве не всегда позволяет ввести структуру ассоциативной алгебры.

Приведенные соображения показывают важность изучения структур алгебр Ли как самостоятельных алгебраических объектов. С одной стороны, они имеют хорошую и весьма распространенную физическую интерпретацию, а с другой – являются обобщением понятия ассоциативной алгебры, причем результаты, полученные для ассоциативных алгебр, не всегда могут быть прямо перенесены на случай алгебр Ли.

Пусть  $V$  – алгебра Ли с коммутатором  $[\cdot, \cdot]$ . Рассмотрим тензорную алгебру  $TV = V \otimes V \otimes \dots \otimes V$  со стандартной градуировкой.

Определение 2. Определим комплекс Хохшильда  $CL^*(V, V)$  для алгебры Ли  $V$  следующим образом:

$$CL^*(V, V) = \sum CL^m(V, V), CL^m(V, V) = Hom(TV, V) \quad (3)$$

Определение 3. Дифференциал  $\delta: CL^m(V, V) \rightarrow CL^{m+1}(V, V)$  задается следующей формулой:

$$\delta f = f(1 \otimes [\cdot, \cdot])C_{m+1} + [\cdot, \cdot](1 \otimes f)C_{m+1} + [\cdot, \cdot](f \otimes 1)C_{m+1} \quad (4)$$

где  $C_{m+1}$  – действие циклической подгруппы группы перестановок  $S_{m+1}$  на аргументе  $a_1 \otimes a_2 \otimes \dots \otimes a_{m+1}$ .

Рассмотрим действие дифференциала в малых размерностях.

Случай  $m = 2$ :

$$\delta f(a_1 \otimes a_2) = f([a_1, a_2]) + [a_1, f(a_2)] + [f(a_1), a_2] \quad (5)$$

Случай  $m = 3$ :

$$\delta f(a_1 \otimes a_2 \otimes a_3) = f(a_1 \otimes [a_2, a_3]) + f(a_3 \otimes [a_1, a_2]) + f(a_2 \otimes [a_3, a_1]) + [a_1, f(a_2 \otimes a_3)] + [a_2, f(a_3 \otimes a_1)] + [a_3, f(a_1 \otimes a_2)] \quad (6)$$

Покажем, что введенное нами отображение действительно является дифференциалом, то есть выполняется условие  $\delta\delta = 0$  в малых размерностях, то есть выполнение равенства  $\delta\delta f(a_1 \otimes a_2 \otimes a_3) = 0$ . Применим формулу (6), считая  $f = \delta f$ .



$$\begin{aligned} & \delta\delta f(a_1 \otimes a_2 \otimes a_3) = \\ & \delta f(a_1 \otimes [a_2, a_3]) + \delta f(a_3 \otimes [a_1, a_2]) + \delta f(a_2 \otimes [a_3, a_1]) + [a_1, \delta f(a_2 \otimes a_3)] + \\ & [a_2, \delta f(a_3 \otimes a_1)] + [a_3, \delta f(a_1 \otimes a_2)]. \end{aligned}$$

Применяя к каждому выражению формулу (5), получим:

$$\begin{aligned} & \delta\delta f(a_1 \otimes a_2 \otimes a_3) \\ & = f([a_1, [a_2, a_3]]) + [a_1, f([a_2, a_3])] + [f(a_1), [a_2, a_3]] \\ & + f([a_3, [a_1, a_2]]) + [a_3, f([a_1, a_2])] + [f(a_3), [a_1, a_2]] \\ & + f([a_2, [a_3, a_1]]) + [a_2, f([a_3, a_1])] + [f(a_2), [a_3, a_1]] \\ & + [a_1, f[a_2, a_3]] + [a_1, [f(a_2), a_3]] + [a_1, [a_2, f(a_3)]] \\ & + [a_3, f[a_1, a_2]] + [a_3, [f(a_1), a_2]] + [a_3, [a_1, f(a_2)]] + \\ & [a_2, f[a_3, a_1]] + [a_2, [f(a_3), a_1]] + [a_2, [a_3, f(a_1)]]]. \end{aligned}$$

Учитывая, что все конструкции рассматриваются над полем  $\mathbf{Z}_2$ , последнее равенство примет вид:

$$\begin{aligned} & \delta\delta f(a_1 \otimes a_2 \otimes a_3) = \\ & f([a_1, [a_2, a_3]]) + [f(a_1), [a_2, a_3]] + f([a_3, [a_1, a_2]]) + [f(a_3), [a_1, a_2]] + \\ & f([a_2, [a_3, a_1]]) + [f(a_2), [a_3, a_1]] + [a_1, [f(a_2), a_3]] + \\ & + [a_1, [a_2, f(a_3)]] + [a_3, [f(a_1), a_2]] + [a_3, [a_1, f(a_2)]] + [a_2, [f(a_3), a_1]] + \\ & [a_2, [a_3, f(a_1)]]]. \end{aligned}$$

Группируя слагаемые и используя свойство билинейности скобки Ли и отображений  $f$ , получим следующее выражение:

$$\begin{aligned} & \delta\delta f(a_1 \otimes a_2 \otimes a_3) = f([a_1, [a_2, a_3]] + [a_3, [a_1, a_2]] + [a_2, [a_3, a_1]]) + \\ & [f(a_1), [a_2, a_3]] + [a_3, [f(a_1), a_2]] + [a_2, [a_3, f(a_1)]] + [f(a_3), [a_1, a_2]] + \\ & [a_2, [f(a_3), a_1]] + [a_1, [a_2, f(a_3)]] + [f(a_2), [a_3, a_1]] + \\ & [a_1, [f(a_2), a_3]] + \dots + [a_3, [a_1, f(a_2)]]]. \end{aligned}$$

Применяя к последней формуле тождество Якоби (3), получаем требуемое равенство  $\delta\delta f(a_1 \otimes a_2 \otimes a_3) = 0$ .

Теорема. Определяемое формулой (4) отображение является дифференциалом в комплексе Хохшильда для алгебр Ли  $CL^*(V, V)$ .

Доказательство. Проведем обобщение показанного в качестве примера условия для произвольной размерности. Необходимо доказать справедливость следующего равенства (формула 7):

$$\delta\delta f(a_1 \otimes a_2 \otimes \dots \otimes a_n \otimes a_{n+1}) = 0 \quad (7)$$

Рассмотрим выражение:

$$\delta f(a_1 \otimes a_2 \otimes \dots \otimes a_n \otimes a_{n+1}) \quad (8)$$

Применяя формулу (4), получим:

$$\begin{aligned}
& \delta f(a_1 \otimes a_2 \otimes \dots \otimes a_n \otimes a_{n+1}) \\
&= f(a_1 \otimes a_2 \otimes \dots \otimes [a_n, a_{n+1}]) + f(a_2 \otimes a_3 \otimes \dots \otimes [a_{n+1}, a_1] \dots \\
&+ f(a_{n+1} \otimes a_1 \otimes \dots \otimes [a_{n-1}, a_n]) + [a_1, f(a_2 \otimes \dots \otimes a_n \otimes a_{n+1})] \\
&+ [f(a_1 \otimes \dots \otimes a_n), a_{n+1}] + \dots + [a_{n+1}, f(a_1 \otimes \dots \otimes a_{n-1} \otimes a_n)] \\
&+ [f(a_{n+1} \otimes a_1 \otimes \dots \otimes a_{n-1}), a_n].
\end{aligned}$$

Подставляя последнее равенство в (7), получим:

$$\begin{aligned}
\delta \delta f(a_1 \otimes a_2 \otimes \dots \otimes a_n \otimes a_{n+1}) &= \delta f(a_1 \otimes a_2 \otimes \dots \otimes [a_n, a_{n+1}]) + \\
&\delta f(a_2 \otimes a_3 \otimes \dots \otimes [a_{n+1}, a_1] \dots + \delta f(a_{n+1} \otimes a_1 \otimes \dots \otimes [a_{n-1}, a_n]) + \\
&[a_1, \delta f(a_2 \otimes \dots \otimes a_n \otimes a_{n+1})] + [\delta f(a_1 \otimes \dots \otimes a_n), a_{n+1}] + \dots + \\
&[a_{n+1}, \delta f(a_1 \otimes \dots \otimes a_{n-1} \otimes a_n)] + [\delta f(a_{n+1} \otimes a_1 \otimes \dots \otimes a_{n-1}), a_n].
\end{aligned}$$

Применяя формулу (4), получим:

$$\begin{aligned}
\delta \delta f(a_1 \otimes a_2 \otimes \dots \otimes a_n \otimes a_{n+1}) &= f(a_1 \otimes a_2 \otimes \dots \otimes [a_{n-1}, [a_n, a_{n+1}]]) \\
&+ f(a_2 \otimes a_3 \otimes \dots \otimes [[a_n, a_{n+1}], a_1]) + \dots \\
&+ f(a_k \otimes a_{k+1} \otimes \dots \otimes [a_n, a_{n+1}] \otimes a_1 \otimes \dots \otimes [a_{k-2}, a_{k-1}]) + \\
&[a_1, f(a_2 \otimes \dots \otimes [a_n \otimes a_{n+1}])] + \\
&[f(a_1 \otimes a_2 \otimes \dots \otimes a_{n-1}), [a_n \otimes a_{n+1}]] + \dots
\end{aligned}$$

Рассматривая последнее выражение (для сокращения записи приведен вид только значения выражения для  $\delta f(a_1 \otimes a_2 \otimes \dots \otimes [a_n, a_{n+1}])$ ), можно заметить следующее:

1) выражения вида:

$$f(a_k \otimes a_{k+1} \otimes \dots \otimes [a_t, a_{t+1}] \otimes a_{t+2} \otimes \dots \otimes [a_{k-2}, a_{k-1}])$$

встретятся в общей сложности каждое дважды, что над полем характеристики 2 даст равенство нулю;

2) выражения вида:

$$[a_t, f(a_{t+1} \otimes \dots \otimes [a_{n+1} \otimes a_{t-1}])]$$

встретятся в общей сложности каждое дважды, что над полем характеристики 2 даст равенство нулю.

Справедливость данных замечаний устанавливается прямой проверкой, механизм появления одинаковых слагаемых проиллюстрирован в примере, предваряющем формулировку теоремы.

Таким образом, левая часть формулы (7) примет вид:

$$\begin{aligned}
 & \delta\delta f(a_1 \otimes a_2 \otimes \dots \otimes a_n \otimes a_{n+1}) \\
 &= \sum f(a_t \otimes a_{t+1} \otimes \dots \otimes [a_i, [a_j, a_k]]) \\
 &+ \sum ([f(a_t \otimes a_{t+1} \otimes \dots \otimes a_{t-3}), [a_{t-2} \otimes a_{t-1}]] \\
 &+ [a_{t-2}, [f(a_t \otimes a_{t+1} \otimes \dots \otimes a_{t-3}), a_{t-1}]] +, \\
 &[a_{t-2}, [a_{t-1}, f(a_t \otimes a_{t+1} \otimes \dots \otimes a_{t-3}), ]]),
 \end{aligned}$$

где суммирование ведется по всем возможным номерам  $t$ , а отрицательные индексы понимаются в смысле циклической группы (то есть по модулю  $n+1$ ).

В первом слагаемом можно воспользоваться линейностью функции  $f \in \text{Hom}(TV, V)$  и получить сумму выражений вида формулы 9:

$$f(a_t \otimes a_{t+1} \otimes \dots \otimes ([a_i, [a_j, a_k]] + [a_k, [a_i, a_j]] + [a_j, [a_k, a_i]])) \quad (9)$$

Применяя к каждому из слагаемых вида (9) тождество Якоби (3), получим:

$$\sum f(a_t \otimes a_{t+1} \otimes \dots \otimes [a_i, [a_j, a_k]]) = 0$$

Во второй сумме выделяем слагаемые, содержащие одинаковый набор  $(a_t \otimes a_{t+1} \otimes \dots \otimes a_{t-3})$ , являющийся аргументом функции  $f$ . Обозначив для краткости для каждого фиксированного набора аргументов  $a_t \otimes a_{t+1} \otimes \dots \otimes a_{t-3}$ ,

$$z = f(a_t \otimes a_{t+1} \otimes \dots \otimes a_{t-3}),$$

получим суммы вида:

$$[z, [a_j, a_k]] + [a_j, [a_k, z]] + [a_k, [z, a_j]],$$

которые будут равны нулю согласно тождеству Якоби (2). Таким образом, получаем:

$$\begin{aligned}
 & \sum ([f(a_t \otimes a_{t+1} \otimes \dots \otimes a_{t-3}), [a_{t-2} \otimes a_{t-1}]] \\
 &+ [a_{t-2}, [f(a_t \otimes a_{t+1} \otimes \dots \otimes a_{t-3}), a_{t-1}]] +, \\
 &[a_{t-2}, [a_{t-1}, f(a_t \otimes a_{t+1} \otimes \dots \otimes a_{t-3}), ]]), = 0.
 \end{aligned}$$

Объединяя все выкладки, получаем равенство (7). Теорема доказана.

Замечание. Построенный нами комплекс Хохшильда для алгебр Ли  $CL^*(V, V)$  согласован с комплексом Хохшильда для ассоциативных алгебр, построенном в [2]. Согласованность выражается в том, что если для ассоциативной алгебры  $A$  построить алгебру Ли  $V$ , то комплекс Хохшильда  $CL^*(V, V)$

для нее будет после подстановки коммутатора в точности соответствовать комплексу Хохшильда для алгебр  $C^*(A, A)$ .

#### Литература

1. Ладоскин, М. В.  $A_\infty$ -модули над  $A_\infty$ -алгебрами и когомологии комплекса Хохшильда для модулей над алгебрами / М. В. Ладоскин // Математические заметки. – 2006. – Т. 79. – Вып. 5. – С. 717–728.
2. Kadeishvili, T.  $A_\infty$ -algebra structure and cohomology of Hochschild and Harrison / T. Kadeishvili // Proc. of Tbil. Math. Inst. – 1988. – V. 91 – P. 19–67.

УДК 517.9

## ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ТРЕХ СООБЩЕСТВ С ПОСТОЯННОЙ ОБЩЕЙ ЧИСЛЕННОСТЬЮ

Т. Ф. Мамедова, А. А. Ляпина

*ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева», г. Саранск, Российская Федерация*

В статье исследовано состояние равновесия модели взаимодействия трех сообществ с постоянной численностью при некоторых значениях параметров. Приведен пример исследования устойчивости состояния равновесия системы. Доказано, что при выбранных значениях параметров положение равновесия исследуемой системы асимптотически устойчиво.

*Ключевые слова и фразы:* модель, устойчивость систем, метод Е. В. Воскресенского.

### 1. Введение

В настоящее время большое внимание уделяется изучению методов исследования процессов эволюции различных сообществ, в том числе одной из центральных проблем математической экологии - проблеме устойчивости, стабильности экосистем. На сегодняшний день существует множество разработанных подходов решения данной задачи. Настоящая работа посвящена изучению методом сравнения Е. В. Воскресенского [1] процессов изменения структуры взаимодействующих сообществ в экологии, описываемых нелинейными обыкновенными дифференциальными уравнениями. Рассматривается система трех нелинейных дифференциальных уравнений, исследуется одна из основных задач системной динамики – оценка устойчивости системы.

### 2. Постановка задач

Рассмотрим модель взаимодействия трех сообществ с постоянной общей численностью [3].

Система дифференциальных уравнений первого порядка (модель Лотки-Вольтерра), описывающая динамику системы «хищник-жертва», имеет следующий вид [3]:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = rx\left(1 - \frac{x}{K}\right) - \frac{\alpha xy}{a+x} - qEx, \\ \frac{dy}{dt} = \frac{\beta yz}{a+z} - dy - \gamma y^2, \\ \frac{dz}{dt} = \frac{1}{e}(x-z) \\ (pqx - c)E - s = 0. \end{cases} \quad (2.1)$$

здесь где  $x, y, z$  – плотности популяций хищника и двух жертв.

Предполагается, что все параметры постоянны и неотрицательны;  $r, K, \alpha, \beta, \gamma, a, q, E, d, e, s, p$  – положительные константы.

Задача заключается в исследовании равновесных состояний взаимодействующих популяций их устойчивости.

### 3. Численная реализация модели

Для численной реализации выберем следующие параметры:

$\alpha = 0.95; r = 2; \beta = 0.75; K = 100; q = 0.5; a = 30; d = 0.002; \gamma = 0.05; p = 15; c = 1; e = 2; s = 0.$

Тогда система (2.1) примет вид:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = 2x\left(1 - \frac{x}{100}\right) - \frac{0.95xy}{30+x} - 0.5Ex, \\ \frac{dy}{dt} = \frac{0.75yz}{30+z} - 0.002y - 0.05y^2, \\ \frac{dz}{dt} = \frac{1}{2}(x-z), \\ (15 \cdot 0.5x - 1)E - s + 4(E - 3.993) = 0. \end{cases} \quad (3.1)$$

Точка  $(x, y, z) = (0.133; 0.026; 0.133)$  – положение равновесия системы (3.1).

Сделав замену переменных, получим систему:

$$\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = -0,0002x_1 - 0,02x_1^2 + 0,0096 - \frac{0,95(x_1 + 0,13)(x_2 + 0,02)}{x_1 + 30,13}, \\ \frac{dx_2}{dt} = -0,022x_2 - 0,05x_2^2 - 0,00042 + \frac{0,75(x_2 + 0,02)(x_3 + 0,13)}{30,13 + x_3}, \\ \frac{dx_3}{dt} = \frac{1}{2}x_1 - \frac{1}{2}x_3. \end{cases} \quad (3.2)$$

Перейдем к исследованию нулевого решения соответствующего первого линейного приближения системы (3.2), которое имеет вид:

$$\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = -0,0002x_1, \\ \frac{dx_2}{dt} = -0,022x_2, \\ \frac{dx_3}{dt} = \frac{1}{2}x_1 - \frac{1}{2}x_3. \end{cases} \quad (3.3)$$

Фундаментальная матрица системы (3.3) и обратная к ней имеют вид:

$$Y(t) = \begin{pmatrix} 0 & 0,707e^{-0,022t} & 0 \\ 0 & 0 & e^{-0,5t} \\ e^{-0,0002t} & 0,707e^{-0,022t} & 0 \end{pmatrix};$$

$$Y^{-1}(s) = \begin{pmatrix} -e^{0,022s} & 0 & e^{0,0002s} \\ 1,4e^{0,022s} & 0 & 0 \\ 0 & e^{0,5s} & 0 \end{pmatrix}.$$

Здесь множество  $N = \{1, 1, 3\}$ ,  $\bar{M}_0 = N[1]$ , тогда справедливы оценки:

$$\|f_1(t, x)\| \leq \left| 0,0096 - \frac{0,95(x_1 + 0,13)(x_2 + 0,02)}{x_1 + 30,13} \right| \leq |x_2| = \lambda_1(t, |x_1|, |x_2|, |x_3|),$$

$$\|f_2(t, x)\| \leq \left| -0,00042 + \frac{0,75(x_2 + 0,02)(x_3 + 0,13)}{30,13 + x_3} \right| \leq |x_2| = \lambda_2(t, |x_1|, |x_2|, |x_3|).$$

поэтому  $M_0 = \{1, 2, 3\}$ ,  $M = M_0$ ,  $B = N - M = \{0\}$ .

Тогда эталонные функции сравнения:

$$\mu_i : [T, +\infty) \rightarrow R_+^1, m_i : [T, +\infty) \rightarrow R_+^1.$$

удовлетворяют неравенствам:

$$\mu_i \geq \max_{j \in N_0} |y_{ij}(t)|, T_0 \leq t_0 \leq t < +\infty, i \in M_0,$$

если  $N_0 \neq 0$ ; если  $N_0 = 0$ , то

$$\mu_i \geq 0, m_i(t) \geq \max \left\{ \max_{j \in M_0} |y_{ij}|, \mu_i(t) \right\}, T_0 \leq t < +\infty, i \in M_0$$

и будут иметь вид:

$$\mu_1(t) = \max_{j \in N_0} \{y_{11}(t), y_{12}(t), y_{13}(t)\} = 0,707e^{-0,022t};$$

$$\mu_2(t) = \max_{j \in N_0} \{y_{21}(t), y_{22}(t), y_{23}(t)\} = e^{-0,5t};$$

$$\mu_3(t) = \max_{j \in N_0} \{y_{31}(t), y_{32}(t), y_{33}(t)\} = 0,707e^{-0,022t};$$

$$m_1(t) = \max \left\{ \max_{j \in N_0} \{y_{11}(t), |y_{12}(t)|, |y_{13}(t)|, \mu_1(t)\} \right\} = 0,707e^{-0,022t},$$

$$m_2(t) = \max \left\{ \max_{j \in N_0} \{y_{21}(t), |y_{22}(t)|, |y_{23}(t)|, \mu_2(t)\} \right\} = e^{-0,5t},$$

$$m_3(t) = \max \left\{ \max_{j \in N_0} \{y_{31}(t), |y_{32}(t)|, |y_{33}(t)|, \mu_3(t)\} \right\} = 0,707e^{-0,022t},$$

Рассмотрим равенство:

$$J_i(t, \varphi) = \int_{t_0}^t \sum_{\substack{j \in N \\ k \in B}} y_{ik}(t) y^{jk}(s) f_j(s, \varphi(s)) ds - \int_t^{+\infty} \sum_{\substack{j \in N \\ k \in M}} y_{ik}(t) y^{jk}(s) f_j(s, \varphi(s)) ds.$$

Выражение:

$$J_i(t, \varphi)$$

существует  $\forall i \in N, c \in \mathbb{R}_+^1$  и

$$J_i(t, \varphi) = o(\mu_i(t))$$

при  $t \rightarrow +\infty$ . Несобственные интегралы сходятся равномерно по  $t$  на любом компакте из  $[T; +\infty)$ , так как:

$$|J_1(t, \varphi)| = \int_t^{+\infty} \left( |y_{11} y^{11}| f_1 + |y_{12} y^{12}| f_1 + |y_{13} y^{13}| f_1 + |y_{11} y^{21}| f_2 + |y_{12} y^{22}| f_2 + |y_{13} y^{23}| f_2 + \right. \\ \left. + |y_{11} y^{31}| f_3 + |y_{13} y^{33}| f_3 + |y_{12} y^{32}| f_3 \right) ds = 0,$$

$$|J_2(t, \varphi)| = \int_t^{+\infty} \left( |y_{21} y^{12}| f_1 + |y_{22} y^{12}| f_1 + |y_{23} y^{13}| f_1 + |y_{21} y^{21}| f_2 + |y_{22} y^{22}| f_2 + |y_{23} y^{23}| f_2 + \right. \\ \left. + |y_{23} y^{33}| f_3 + |y_{21} y^{31}| f_3 + |y_{22} y^{32}| f_3 \right) ds = 0,$$

$$|J_3(t, \varphi)| = \int_t^{+\infty} \left( |y_{31} y^{11}| f_1 + |y_{32} y^{12}| f_1 + |y_{33} y^{13}| f_1 + |y_{31} y^{21}| f_2 + |y_{32} y^{22}| f_2 + |y_{33} y^{23}| f_2 + \right. \\ \left. + |y_{31} y^{31}| f_3 + |y_{32} y^{32}| f_3 + |y_{33} y^{33}| f_3 \right) ds = 0,$$

Решения уравнения

$$\frac{dz}{dt} = \sum_{\substack{k \in N \\ j \in N}} |y^{jk}(t)| \lambda_j(t, zm(t))$$

определены на компакте:

$$[T_0, t_0].$$

$$\frac{dz}{dt} = \sum_{\substack{k \in N \\ j \in N}} |y^{jk}(t)| \lambda_j(t, zm(t)) = 0,707t + 0,707e^{-0,0218t} + 1,4e^{-0,478t}$$

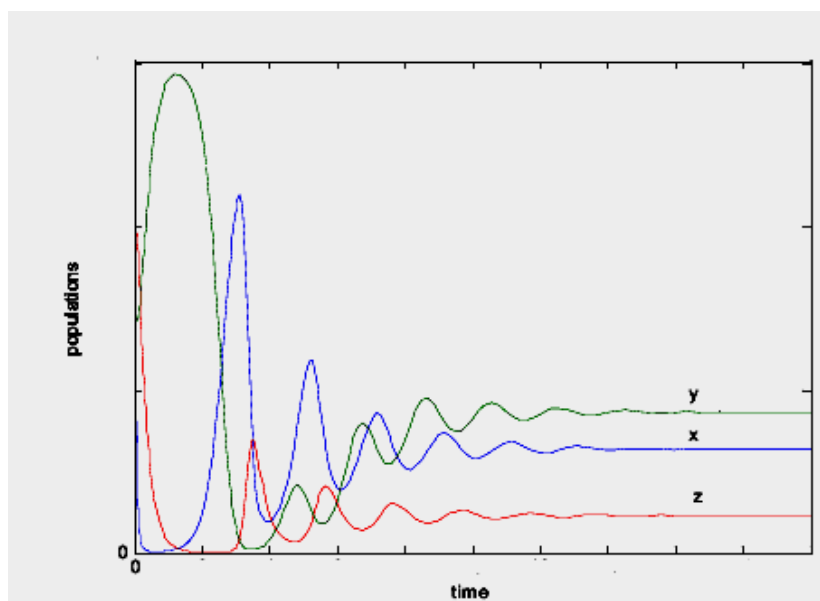
$$z = 0,707t - 32,43e^{-0,0218t} - 2,92e^{-0,478t}.$$

Отсюда следует, что каждое решение системы (3.3) определено на множестве  $[T_0, +\infty)$ .

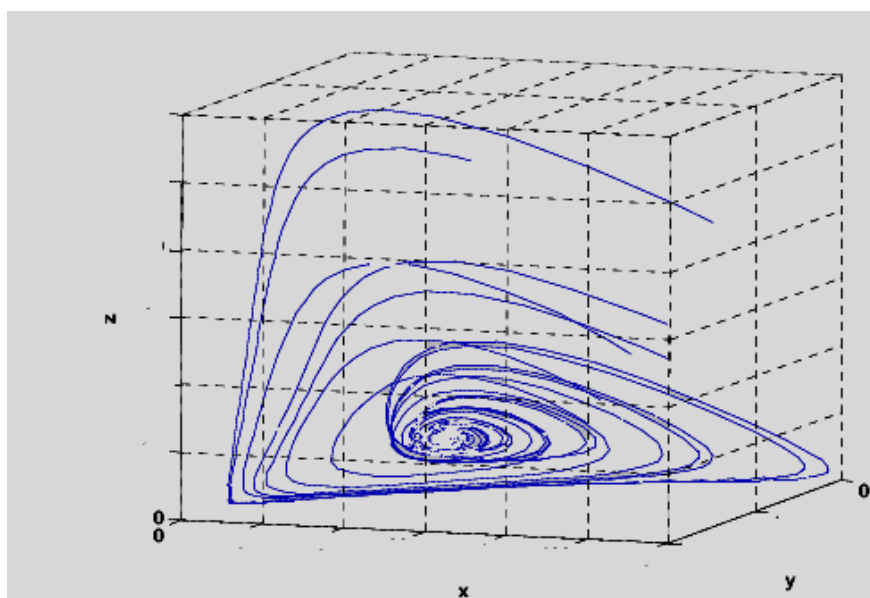
Таким образом, условия теоремы 1.2.1 [1] выполняются.

Так как система уравнений (3.3) асимптотически устойчива по переменным  $x_1, x_2, x_3$ , то тривиальное решение системы уравнений (3.2) обладает этим же свойством по всем переменным.

Графическая иллюстрация результата приведена на рис. 1–2.



**Рис. 1.** Время эволюции всей популяции для системы (3.1) модели «хищник-жертва»



**Рис. 2.** Фазовый портрет пространственной модели

Дальнейшие исследования предполагают обобщение полученных результатов, создание алгоритма исследования типовых задач.

#### Литература

1. Воскресенский, Е. В. Асимптотические методы: теория и приложения / Е. В. Воскресенский. – Саранск : Средневолжское математическое общество, 2001. – 300 с.
2. Петросян, Л. А. Введение в математическую экологию / Л. А. Петросян, В. В. Захаров. – Л. : изд-во ЛГУ, 1986. – 222 с.
3. Kar, T. K. Chakraborty Bioeconomic modelling of a prey predator system using differential algebraic equation / T. K. Kar and Kunal // International Journal of Engineering, Science and Technology. – Vol. 2. – № 1. – 2010. – Pp. 13–34.



УДК 378.016 : 65.012.8

**НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ РАЗДЕЛА  
«РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ» ДИСЦИПЛИНЫ  
«БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ»**

**Е. Г. Мальцев**

*ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет  
им. Н. П. Огарева», г. Саранск, Российская Федерация*

В статье рассматриваются методические вопросы преподавания раздела «Радиационная безопасность» курса «Безопасность жизнедеятельности». Рассмотрены состояние проблемы, причины ее актуальности.

*Ключевые слова и фразы:* радиация, ионизирующее излучение, доза, мощность дозы, активность радионуклида в источнике, дозиметр, радиометр.

Безопасность жизнедеятельности – это наука о сохранении здоровья и безопасности человека в среде обитания. Она призвана выявлять и идентифицировать опасные и вредные факторы, которые имеют место быть в этой среде, разрабатывать способы, методы и средства защиты человека путем снижения указанных факторов до приемлемых значений, вырабатывать меры по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций мирного и военного времени.

Изучаемая студентами технических направлений (направления «Микроэлектроника и наноэлектроника», «Метрология и стандартизация», «Сети связи и системы коммутации» и др.) дисциплина «Безопасность жизнедеятельности» включает в себя обязательный раздел «Радиационная безопасность».

Среди вопросов, представляющих интерес в области безопасности, немногие приковывают к себе столь пристальное внимание и вызывают так много споров, как вопрос о действии радиации на человека и окружающую среду. Есть все основания утверждать, что дебаты по поводу радиации и ее воздействия на человека вряд ли закончатся в ближайшем будущем. Этому способствуют несколько причин.

1. Авария на Чернобыльской АЭС, после которой остро встала проблема постоянного контроля радиационной обстановки, причем не только в районах непосредственно подвергшихся радиоактивному заражению. Определенная часть населения стала больше внимания уделять среде обитания, информации об экологической, в том числе и радиационной обстановке. Во многих регионах по радио, телевидению и в других местных СМИ стали регулярно передавать и публиковать информацию о радиационной обстановке.

2. Аварии самолетов, атомных подводных лодок, установок с ракетами, имеющими ядерные боеголовки, захоронение радиоактивных отходов, воз-

возможные аварии при транспортировке радиоактивных материалов и отходов и, конечно, последняя авария на АЭС «Фукусима-1» в Японии.

Все это плюс очень ограниченная достоверная информация, которая доходит до населения, вызывает у достаточно большой его части психологическую напряженность, стрессы, чувство боязни даже незначительных уровней радиации – радиофобию. Кроме того, рождаются всевозможные слухи, например, о том, что йод и спирт хорошо выводят радионуклиды из организма человека. Это приводит к неконтролируемому чрезмерному употреблению этих веществ, что негативно отражается на состоянии здоровья человека, в частности, на состоянии щитовидной железы, печени, центральной нервной системы.

Когда по Мордовии прошел слух о якобы радиоактивном выбросе на Балаковской АЭС, в аптеках были скуплены практически все йодосодержащие препараты и йод, а в магазинах продажа водки возросла в три раза по сравнению с обычными днями. Подобная ситуация наблюдалась и на Дальнем Востоке после аварии на АЭС «Фукусима».

Радиация действительно смертельно опасна. При больших дозах она вызывает серьезные поражения тканей, а при относительно малых – может вызвать онкологические заболевания и мутагенные процессы, которые, возможно, проявятся у детей, внуков и более отдаленных потомков человека, подвергшегося облучению.

Для выпускников школ, изучающих дисциплину «Основы безопасности жизнедеятельности», не говоря уже об основной массе населения, является неизвестным тот факт, что основные, самые опасные источники радиации это вовсе не те, о которых больше всего говорят. Наибольшую среднегодовую эквивалентную дозу человек получает от естественных источников радиации, от радиологических медицинских процедур (флюорография, рентгенография, рентгеноскопия, рентгенодиагностика), от техногенных источников излучения (сжигание угля на ТЭС, использование воздушного транспорта, особенно при дальних перелетах на значительной высоте 8–12 тысяч метров). Кроме того, большинство людей не знают основных параметров и единиц их измерения для ионизирующих излучений.

Недавно ученые выяснили, что наиболее весомым из всех естественных источников радиации является невидимый, не имеющий вкуса и запаха тяжелый газ радон (Rn). В соответствии с текущей оценкой, радон является ответственным примерно за 75 % индивидуальной годовой эквивалентной дозы облучения, получаемых населением от земных источников радиации, и примерно за половину этой дозы от всех источников радиации естественного происхождения. Радон высвобождается из земной коры повсеместно. Он является продуктом радиоактивного распада урана-238 (радон-222) и тория-232 (радон-220). Основную часть дозы облучения от радона человек получает находясь в закрытом, непроветриваемом помещении. В зонах средних широт с умеренным климатом концентрация радона в закрытых помещениях в среднем примерно в 8 раз выше, чем на открытом воздухе.

Например, средняя удельная радиоактивность дерева – 1,1 Бк/кг, кирпича – 130 Бк/кг, гранита – 170 Бк/кг, фосфогипса – 1370 Бк/кг, кальций алюмосиликатов – 2140 Бк/кг.

Поступление радона в зданиях с природным газом – 3 кБк/сутки, с водой – 4 кБк/сутки, с наружным воздухом – 10 кБк/сутки, из грунта под зданием и строительных материалов – 60 кБк/сутки [1].

Не менее важной является задача изучения студентами основных нормативных требований по радиационной безопасности населения. В настоящее время в России действуют «Нормы и правила радиационной безопасности» (НПРБ). Основной величиной (мерой), определяющей уровень радиационного воздействия (биологического повреждения) при хроническом облучении человека в малых дозах (не способных вызвать лучевую болезнь), является эквивалентная доза.

При мониторинге окружающей среды (инспекционной дозиметрии) используют амбиентную дозу (окружающую со всех сторон), эквивалентную дозу для сильно проникающей радиации. Она характеризует радиационное поле внутри объема, который может быть занят человеком. Для слабо проникающей радиации предложена направленная эквивалентная доза, характеризующая дозу в чувствительном слое незащищенного участка кожи. Для индивидуальной дозиметрии предложены к использованию эквивалентные дозы: а) проникающая для глубоко расположенных органов и б) поверхностная, обеспечивающая оценку эквивалентной дозы на облученной коже вблизи дозиметра. НПРБ устанавливает классификацию персонала (профессиональных работников) и населения по категориям в зависимости от места работы, условий проживания и размещения рабочих мест, значения: индивидуальной предельно допустимой дозы либо предела дозы, допустимой мощности дозы, максимальной эквивалентной дозы, значение допустимого радиоактивного загрязнения местности.

Уровень психологической напряженности и поведенческую реакцию населения во многом определяет возможность контроля ситуации. Если контроль потерян или ограничен, то состояние человека отличается особо высоким уровнем тревожности, страха, беспомощности и депрессии. В этом причина выраженных радиофобических реакций на радиацию, которую ни обнаружить, ни определить степень ее опасности без специальных приборов нельзя.

Целесообразно, чтобы население имело возможность самостоятельно оценивать радиационную обстановку в месте проживания или нахождения, включая проверку продуктов питания. Система радиационного контроля, проводимого населением, должна предоставлять возможность измерять индивидуальные дозы внешнего гамма-излучения и оценивать мощность дозы внешнего гамма-излучения, а также контролировать радиоактивное загрязнение местности и продуктов питания по внешнему гамма-излучению [3].

Необходимо учитывать, что во многих производствах, в том числе источников света, полупроводниковых изделий, широко используются инерт-

ные газы: аргон, криптон, ксенон и такие химические элементы, как барий, цирконий. Эти химические элементы имеют радиоактивные изотопы: аргон-41 (гамма-, бета-излучатель), криптон-85 (гамма-, бета-излучатель), ксенон-133 (гамма-, бета-излучатель), барий-140 (гамма-, бета-излучатель), цирконий-95 (гамма-, бета-излучатель) [2]. Эти изотопы могут присутствовать в технологическом процессе производства. Поэтому имеет смысл проводить регулярный контроль радиационного фона в производственных помещениях.

Наряду с негативными моментами использования ионизирующего излучения необходимо обязательно отмечать безусловно положительные факторы применения ядерной энергии в электроэнергетике (без атомных электростанций в современной России невозможно нормальное электроснабжение), в биологии и зоологии, в медицине, в обеспечении обороноспособности страны. Строго обязательным является лишь пунктуальное, педантичное, в хорошем смысле этого слова, выполнение всех правил безопасной эксплуатации ядерного оборудования, устройств, приборов, проведение профилактических и ремонтных работ. Анализ крупных аварий современности на обогатительном комбинате «Маяк» (1957 г., СССР), в научно-исследовательском институте им. Бориса Кидрича (1958 г., Югославия), на АЭС «Уиндскейл» (Великобритания), «Три Майл Айленд» (США), Чернобыльской АЭС (СССР) показал, что основной их причиной были грубейшие нарушения правил техники безопасности.

Важными задачами при изучении раздела «Радиационная безопасность» являются изучение основных параметров, характеризующих ионизирующее излучение (поглощенная доза, экспозиционная доза фотонного излучения, эквивалентная амбиентная и направленная дозы, эффективная эквивалентная доза, эффективная коллективная эквивалентная доза, полная коллективная эффективная эквивалентная доза, мощность дозы, активность радионуклида в источнике), а также единиц их измерения: Грей, Рентген, Зиверт, Беккерель, Кюри.

Необходимо изучить связь между этими параметрами.

Полное изучение рассмотренных вопросов позволит студентам адекватно реагировать на радиационную опасность и грамотно снижать уровень этой опасности.

#### Литература

1. Радиация. Дозы, эффекты, риск / пер. с англ. Ю. А. Банникова. – М. : Мир, 1990. – 79 с.
2. Журавлев, В. Ф. Токсикология радиоактивных веществ / В. Ф. Журавлев. – М. : Энергоатомиздат, 1990. – 336 с.
3. Поленов, Д. В. Дозиметрические приборы для населения / Д. В. Поленов. – М. : Энергоатомиздат, 1991. – 64 с.

# ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 628.9

## МЕТОДЫ РАСЧЕТА ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛОЖИТЕЛЬНОГО СТОЛБА ГАЗОВОГО РАЗРЯДА

**В. В. Лискин, А. В. Куренщиков**

*ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт  
им. М. Е. Евсевьева», г. Саранск, Российская Федерация*

В статье рассматриваются методы расчета характеристик положительного столба газового разряда, основанные на различных моделях газового разряда.

*Ключевые слова и фразы:* разряд, плазма, положительный столб, уравнение, электронная температура, баланс энергии, основные переходы.

Плазма газового разряда является наиболее сложным состоянием вещества. Разнообразные элементарные процессы, протекающие в ней, их взаимная связь и взаимное влияние, зависимость характера протекающих элементарных процессов от конструкции лампы и многое другое обуславливает те трудности, которые встречаются на пути экспериментального исследования и теоретического описания плазмы разряда низкого давления в парах металлов.

Первая теория столба была разработана В. Шоттки [1], в дальнейшем она была усовершенствована А. Энгелем и М. Штеенбеком [2; 3].

Эта теория основывалась на следующих предположениях:

а) возникновение зарядов происходят в результате прямой ионизации нейтральных атомов электронным ударом;

б) исчезновение заряженных частиц происходит путем их рекомбинации на стенках колбы лампы в результате амбиполярной диффузии. Считается, что рекомбинация заряженных частиц в объеме пренебрежимо мала.

Стройную теорию разряда низкого давления впервые разработали И. Ленгмюр и Л. Тонкс [4]. Воспользовавшись этой теорией, Б. Н. Клярфельд для определения концентрации электронов  $n_e$ , коэффициента объемной ионизации  $\alpha$ , градиента потенциала  $E$ , температуры электронов  $T_e$ , плотности тока  $j_i$  составил и решил систему, состоящую из пяти уравнений [5]. Первоначально решение было выполнено без учета возбужденных атомов и излучения. В дальнейшем процессы излучения были учтены.

Ранние теории газового разряда низкого давления не полностью учитывали элементарные процессы, протекающие в плазме. В частности, они не учитывали ступенчатый характер ионизации, существенно упрощали картину

переходов между энергетическими уровнями и т. д. Однако они указали общее направление построения теории положительного столба разряда низкого давления. Эти теории послужили основой для дальнейшего изучения физики газового разряда [6–11].

Общие принципы построения теории столба разряда низкого давления, которая позволяла бы определить его электрические и оптические характеристики, применительно к разрядным источникам света, обобщены Г. Н. Рохлиным в [12]. Суть их заключается в следующем.

Для определения электрических и оптических параметров положительного столба разряда низкого давления необходимо составить и решить систему уравнений, связывающую искомые величины с независимыми параметрами столба. Независимые параметры: 1) радиус разрядной трубки  $r_{Tp}$ ; 2) плотность или давление рабочего газа или пара  $N_0$  или  $P_0$ ; 3) давление и род инертного газа  $P_G$ ; 4) сила тока  $i_L$ . Искомыми величинами являются: 1) удельные потоки излучения спектральной линии  $\Phi_l(\nu)$ ; 2) продольный градиент потенциала  $E$ ; 3) удельные потери мощности в объеме  $P_{IV}$ ; 4) удельные потери мощности на стенках колбы  $P_{Icm}$ .

Искомые параметры определяются из следующей системы уравнений: 1) уравнения баланса заселения и разрушения уровней возбужденных атомов; 2) уравнения баланса образования и исчезновения заряженных частиц; 3) уравнения баланса энергии; 4) уравнения электропроводности плазмы. Эти уравнения связывают электрокинетические характеристики столба  $n_e$ ,  $E$ ,  $T_e$ ,  $j_e$ , зная которые можно определить искомые параметры.

Все известные в настоящее время теории положительного столба разряда низкого давления, основанные на учете протекающих в плазме элементарных процессов, построены в основном в соответствии с этими принципами.

Известные модели расчета параметров положительного столба в разрядных лампах низкого давления можно условно разделить на две группы:

1. Модели расчета на постоянном токе.
2. Модели расчета на переменном токе произвольной частоты.

### **Модели для расчета параметров люминесцентных ламп на постоянном токе**

В 1950 г. появилась работа К. Кенти [13], в которой автор приводит расчет параметров плазмы положительного столба 40-ваттной ЛЛ. При этом автором экспериментально определялась электронная температура разряда, концентрация возбужденных атомов ртути в состояниях  $6^3P_{0,1,2}$ , также рассчитаны вероятности переходов атомов в возбужденное состояние, исходя либо из известных функций возбуждения для этих переходов, либо полученных из теоретических предположений. Концентрация электронов, используемая в расчетах, взята из экспериментальных работ М. Исли [14]. В результате проведенных расчетов получен целый ряд эффективных поперечных сече-

ний для наиболее важных переходов в разряде в парах ртути для следующих условий: температура холодной зоны  $T_{ХЗ} = 42^\circ\text{C}$ ,  $n_e = 2 \cdot 10^{11} \text{ см}^{-3}$ ;  $T_e = 11000 \text{ К}$ .

Данные, полученные К. Кенти, послужили основой при составлении и решении уравнений баланса в работах Д. Уэймауса и Ф. Биттера, М. Кайлеса.

В анализе Уэймауса-Биттера выделяются четыре основных параметра положительного столба низкого давления [15; 16]:

- 1) концентрация электронов  $n_e$ ;
- 2) электронная температура  $T_e$ ;
- 3) градиент потенциала  $E$ ;
- 4) плотность разрядного тока  $j_e$ .

Основные допущения, примененные авторами:

1. Учитывается возбуждение и ионизация только атомов ртути.
2. Подвижность электронов и ионов определяется только родом и давлением инертного газа.
3. Рекомбинация в объеме пренебрежимо мала, убыль ионов происходит только за счет амбиполярной диффузии.
4. Распределение электронов по скоростям максвелловское, температура электронов определяется уравнением баланса ионизации и принимается постоянной по сечению трубки.
5. Учитывается только ступенчатая ионизация.
6. Все переменные усреднены по сечению трубки.

На основе изложенных допущений составляется система уравнений, включающая:

- 1) уравнение баланса заряженных частиц;
- 2) уравнение баланса энергии;
- 3) уравнение продольного электрического поля;
- 4) уравнение для определения плотности тока.

Главная трудность в решении первого уравнения системы заключается в необходимости использования метода последовательных приближений для определения электронной температуры  $T_e$ . К тому же отсутствие данных о значениях поперечных сечений ионизации возбужденных атомов ртути вынудило авторов выбрать, для согласования с экспериментальными результатами, отношение поперечных сечений ионизации из возбужденных  $6^3P_{1,2}$  и основного состояний сначала равным 3,3 [16], а затем уменьшить это значение до 1,5 [15]. Аналогично, для наилучшего совпадения экспериментальных результатов с теорией, расчетное значение эффективного времени жизни атомов в возбужденном состоянии, которое в анализе является одной из основных расчетных величин, было увеличено авторами в 3,6 раза по сравнению с экспериментом.

При решении уравнения баланса энергии авторы учитывают потери на ионизацию, на электронные соударения, возбуждение уровней  $6^3P_{0,1,2}$ , возбуждение уровней  $7^3S$ ,  $6^3D$ ,  $6^1P_1$ . При этом не учитывалось ступенчатое возбуждение уровня  $6^1P_1$ , сечение прямого возбуждения  $6^1P_1$  взято равным  $6^3P_1$ ,

поперечине сечения уровней  $7^3S$ ,  $6^3D$ ,  $6^3P_{0,1,2}$  взяты постоянными выше порогового значения.

Модель М. А. Кайлесса [17–19]. В отличие от теории Уэймауса-Биттера, М. А. Кайлесс рассматривал все переменные в уравнениях модели изменяющимися в каждой точке поперечного сечения разряда. Это предположение приводит к составлению уравнений баланса заряженных частиц, аналогичных по структуре уравнениям Уэймауса-Биттера, за исключением того, что в уравнения должны быть включены члены, учитывающие диффузию частиц класса  $j$  в данный объем из соседних объемов, что увеличивает число образовавшихся частиц, и диффузию заряженных частиц из объема, что приводит к потерям частиц класса  $j$  в рассматриваемом объеме.

Для каждого класса частиц составляются дифференциальные уравнения, которые описывают изменение плотности частиц в зависимости от их местонахождения в сечении разряда. Уравнения имеют следующую структуру:

$$D_j \left( \frac{\partial^2 n_j}{\partial \rho^2} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial n_j}{\partial \rho} \right) = -(N_j^* - S_j^*) \quad (1)$$

где  $D_j$  – коэффициент диффузии заряженных частиц класса  $j$ ;  $n_j$  – концентрация частиц класса  $j$ ;  $N_j^*$  – число образующихся частиц класса  $j$ ;  $S_j^*$  – количество теряемых данным объемом частиц класса  $j$ .

Основные упрощающие предположения, использованные автором:

- 1) температура электронного газа и концентрация атомов ртути постоянна по всему положительному столбу;
- 2) концентрация всех возбужденных и заряженных частиц на стенках колбы пренебрежимо мала.

М. Кайлессом на ЭВМ были проведены расчеты вероятностей возбуждения и ионизации атомов ртути в широких пределах изменения электронной температуры по формуле:

$$Z_{ik} = 2 \left( \frac{e}{k} \right)^2 \left( \frac{2k}{\pi m_e} \right)^{\frac{1}{2}} T_e^{-\frac{3}{2}} \int Q_{ik} V \exp \left( -\frac{eV}{kT_e} \right) dV, \quad (2)$$

где  $V$  – энергия электронов;  $Q_{ik}$  – поперечное сечение для переходов из нижнего состояния в верхнее возбужденное.

В расчетах использовались данные о поперечных сечениях из работ К. Кенти, В. Ноттингема, Б. М. Яворского, В. Пенни [20–24].

Полная теория М. Кайлесса [19] представляет собой семь совместных дифференциальных уравнений второго порядка. Из них первые четыре – уравнения баланса возбужденных состояний  $6^3P_{0,1,2}$ ,  $6^1P_1$ ; 5 – уравнение основного состояния  $6^1S_0$ ; 6 – уравнение баланса ионов и электронов; седьмое – уравнение теплопроводности.

Основная сложность теории, предложенной М. Кайлессом, состоит в том, что для решения уравнений, входящих в систему, необходимо знание электронной температуры, которая в свою очередь должна определяться из



уравнения баланса заряженных частиц. Это приводит к тому, что необходимо принимать произвольное радиальное распределение нескольких переменных (например,  $n_e$  – параболическое,  $n_{Ar}$  – постоянное по сечению).

Затем решается уравнение баланса ионизаций и находится значение  $T_e$ , которое используется для совместного решения дифференциальных уравнений и нахождения радиального распределения остальных переменных. Новые значения радиального распределения переменных используются для нахождения нового значения электронной температуры, и этот процесс повторяется до тех пор, пока полученные значения не совпадут с предыдущими.

На основе полученных результатов (распределения концентрации электронов и возбужденных атомов и определенной по ним электронной температуре) путем решения уравнения баланса энергии находится градиент потенциала, а ток находится через напряженность электрического поля и концентрацию электронов.

Необходимо отметить хорошее качественное и достаточно хорошее количественное совпадение расчетных и экспериментальных зависимостей при работе ламп на постоянном токе. Абсолютные значения лучистого потока линии 253,7 нм, рассчитанные по теории М. Кайлесса, на 15–20 % выше экспериментальных [15].

Модель А. С. Федоренко [25; 26]. В основу модели расчета характеристик положительного столба газового разряда, предложенной А. С. Федоренко, заложено априорное знание функции распределения электронов по энергиям и сечений основных переходов в разряде низкого давления в смеси паров ртути и инертного газа. Основные допущения, сделанные автором, в принципе не отличаются от допущений, сделанных М. Кайлессом, за исключением:

а) учтено отклонение функции распределения электронов по энергиям от максвелловского в области высоких энергий электронов ( $>4,7$  эВ);

б) учтена зависимость электронной температуры  $T_e$  и температуры газа  $T_g$  от радиуса трубки, причем эти температуры определяются не расчетным путем, а задаются на основе экспериментальных данных, которые получены при измерениях этих параметров в десяти кольцевых зонах сечения трубки. В пределах этих зон  $T_e$  и  $T_g$  считаются постоянными. Аналогично определяется и зависимость концентрации электронов  $n_e$  от радиуса трубки;

в) в расчетах учтены уровни  $7^3S_1$  и  $6^3D_{1,2,3}$  (принят за один) из-за важности расчета наиболее интенсивного нерезонансного излучения;

г) в связи с предыдущим пунктом учтены коэффициенты отражения и пропускания люминофорного слоя, покрывающего колбу ЛЛ;

д) учтена сверхтонкая структура линий излучения, а также лоренцовское и доплеровское уширение линий за счет столкновений возбужденных атомов ртути с атомами инертного газа.

В результате автором получена система восьми уравнений, из которых 1–6 – уравнения баланса частиц на основных возбужденных уровнях ( $6^3P_{0,1,2}$ ,

$6^1P_1$ ,  $7^3S_1$  и  $6^3D_{1,2,3}$  – приняты за один). Седьмое уравнение – уравнение баланса энергии электронов, 8 – уравнение подвижности электронов. Введение в расчеты зависимостей  $n_e = \varphi(\rho)$ ,  $T_e = \psi(\rho)$  и  $T_I = f(\rho)$  позволяет не рассматривать уравнение баланса заряженных и нейтральных частиц и уравнение теплопроводности в отличие от [41]. К тому же знание этих зависимостей позволяет учитывать взаимодействие отдельных объемов плазмы.

Это положение с учетом того, что: а) вероятность диффузии метастабильных атомов из объема размером  $0,1R$  сравнима с вероятностью их тушения; б) используется понятие «эффективного» времени жизни возбужденных атомов, дает возможность перехода от системы уравнений баланса возбужденных атомов для всего объема к системе уравнений баланса частиц в отдельных ее зонах [26].

При расчетах баланса частиц на основных возбужденных уровнях предварительно были рассчитаны по формуле, аналогичной выражению (1), вероятности прямых переходов между уровнями. Поперечные сечения этих переходов выбраны на основе данных Кенти, анализа Кайлесса или на основе теоретических предположений и экспериментальных исследований [19–20; 27–29].

В уравнении баланса энергии электронов учтены потери энергии на излучение, потери на ионизацию, на упругие соударения с атомами ртути и инертного газа.

Предлагается следующая последовательность расчетов по модели: сначала рассчитываются параметры положительного столба люминесцентных ламп (удельные лучистые потоки линий разряда, удельные электрические характеристики) при работе на постоянном токе.

Затем, в случае необходимости, с помощью поправочных коэффициентов, подбираемых из условия наилучшего совпадения с экспериментальными данными, осуществляется расчет этих же характеристик при питании ЛЛ синусоидальным током частотой  $f = 50$  Гц.

Модель довольно полно учитывает многообразие элементарных процессов, протекающих в плазме положительного столба ЛЛ. Ее использование позволяет получать удовлетворительные результаты как при работе ЛЛ на постоянном токе, так и при синусоидальном питании частотой  $f = 50$  Гц.

### **Математические модели положительного столба разряда в люминесцентных лампах на переменном токе**

Модель Е. В. Охонской и М. А. Малькова [30]. Данная модель ПС представляет собой замкнутую систему уравнений, связывающую основные искомые характеристики плазмы разряда низкого давления ( $\Phi_{ICT}(\lambda)$ ,  $E$ ,  $n_e$ ,  $T_e$ ,  $P_{IUPP}$ ,  $P_{ICT}$  и др.) с независимыми параметрами ПС, к числу которых относятся:  $R$ ,  $\rho_{Hg}$ ,  $\rho_{иг}$ ,  $M_{иг}$ ,  $I$ . Модель позволяет рассчитать мгновенные и усредненные по периоду электрокинетические и оптические характеристики плазмы РНД в зависимости от параметров разряда и режима работы лампы: постоянный ток, синусоидальный ток промышленной и повышенной частоты (до

100 кГц), импульсный ток при различной частоте (до 100 кГц) и форме питающих импульсов.

Искомые величины определяются путем решения системы уравнений: 1) баланса образования и разрушения возбужденных атомов на энергетических уровнях ртути и ИГ; 2) баланса зарядов; 3) баланса энергии; 4) уравнения, выражающего ток через подвижность электронов и градиент потенциала. Уравнения составлены с учетом уровней  $6^1S_0$ ,  $6^3P_{0,1,2}$ ,  $6^1P_1$ ,  $7^3S_1$ ,  $6^3D_{1,2,3}$  (принят за один), уровня ионизации атома ртути и значимых уровней ИГ.

Основные особенности и допущения, принятые в данной модели:

1) так как учет в одной модели условий нестационарности плазмы с радиальным изменением характеристик, детальным учетом изотопической структуры атома ртути и другими особенностями микроструктуры разряда, привел бы к резкому увеличению объема вычислений, то в данной ММ использовались усредненные по сечению концентрации электронов  $n_e$ ;

2) использовалась немаксвелловская ФРЭЭ [31];

3) сечения процессов аппроксимировались по В. А. Фабриканту;

4) учитывались прямая, ступенчатая ионизация и ионизация Пеннинга для ртути, а также прямая и ступенчатая ионизация ИГ;

5) при расчете диффузии возбужденных атомов принималось их радиальное распределение по функции Бесселя нулевого порядка;

6) распределение  $n_e(r)$  также принималось бесселевским, но при  $n_e(R) \neq 0$ ;

7) при расчете подвижности электронов учитывались упругие соударения с атомами ртути и ИГ;

8) контур линий сверхтонкой структуры принимался фойхтовским с  $A_{\text{ЭФФ}}$  по [32];

9) рекомбинация в объеме, радиальный катафорез, отражение излучения от стенки не учитывались,  $T_e$ ,  $T_I$  принимались постоянными по сечению РТ.

Рассмотренная модель достаточно полно учитывает реальные физические процессы, протекающие в плазме положительного столба ЛЛ. Ее использование позволяет получать удовлетворительные результаты (с погрешностью 15–20 %) при широком изменении параметров разряда.

Модель Ю. Ф. Калязина, А. М. Кокинова, М. А. Малькова [33] является усовершенствованным вариантом предыдущей модели. В данной модели, в отличие от предыдущей, учитываются процессы рекомбинации в объеме трубки, поскольку в разряде переменного тока существуют значительные паузы тока, в течение которых электронная температура может сильно понижаться.

В связи с этим в уравнение баланса заряженных частиц добавлен член  $n_e/\tau_{\text{РЕК}}$ , отвечающий за гибель электронов в объеме трубки в процессе рекомбинации. Модель позволяет повысить точность расчета электрокинетических характеристик разряда, особенно при повышенных давлениях буферного газа.

Другие интересные работы по математическому моделированию в хронологическом порядке:

- работы Ю. Ф. Калязина, В. М. Миленина, Г. Ю. Панасюка Н. А. Тимофеева [34–40];
- работа А. А. Вакшиса [41] по математическому моделированию ЛЛ при питании током несинусоидальной формы;
- работа Д. Малнарка [42] по численному исследованию процессов кинетики в осветительных трубках;
- работа В. Л. Ламы, Г. Ф. Галло, С. Ф. Хаммонда и Р. Д. Уолша по упрощенной модели плазмы [43], работа С. Л. Цху и Б. Х. Цханга по уточнению этой модели для трубок малого диаметра;
- работы И. Т. Димова и В. С. Литвинова [44–46] по математическому моделированию и автоматизации проектирования ЛЛ;
- работа Р. Лягущенко и Д. Майя [47] по математическому моделированию плазмы ПС применительно к компактным ЛЛ;
- работа В. П. Каланова [48] по расчетному анализу свойств плазмы ПС стационарного и импульсно-периодического разряда;
- работа Д. Т. Дакина [49] по математическому моделированию плазмы с радиально изменяющимися характеристиками;
- работы Р. Зонненберга и Х. Гюнделя [50–51] по математическому моделированию плазмы ПС ЛЛ, работающих на переменном токе;
- работа К. Вани [52], в которой применена двухтемпературная модель ФРЭЭ.

На основе анализа известных литературных источников можно заключить следующее.

1. Разработка и совершенствование методов расчета проводилось по двум основным направлениям:

а) «полуадаптивное» моделирование характеристик ЛЛ; предположения, лежащие в основе таких моделей, не в полной мере учитывают реальную физическую картину процессов, протекающих при работе ЛЛ;

б) моделирование на основе учета и анализа основных физических процессов, протекающих в плазме положительного столба газового разряда низкого давления.

2. Основными достоинствами «полуадаптивных» моделей ЛЛ являются их относительная простота, возможность использования практически для всех типоразмеров лампы, их адекватность в широком диапазоне параметров лампы, достаточную для инженерных методов расчета точность.

Главным недостатком подобных моделей, на наш взгляд, является необходимость получения предварительных экспериментальных данных для вновь разрабатываемых ламп.

3. Моделирование на основе учета и анализа основных физических процессов, протекающих в плазме положительного столба ЛЛ, является основным и наиболее широко используемым разработчиками газоразрядных

источников света методом расчета. Достоинством этого метода является то, что модели, построенные по такому принципу, в целом правильно и относительно полно отражают реальные физические процессы, протекающие в плазме ПС люминесцентных ламп. С их помощью можно определять изменение как электрокинетических, так и оптических характеристик ЛЛ при вариации начальных параметров с удовлетворительной точностью (15–20 %).

К недостаткам этих моделей можно отнести их значительную сложность, а также введение в расчеты упрощений и поправок.

### Литература

1. Schottky, W. Theory of positiv column of low pressure in gas discharge / W. Schottky // *Phys. Z.* – 1924. – Vol. 25. – P. 635–640.
2. Энгель, А. Физика и техника электрического разряда в газах. Т. 1. Основные законы / А. Энгель, М. Штеенбек. – М. : ОНТИ, 1935. – 251 с.
3. Энгель, А. Физика и техника электрического разряда в газах. Т. 2. Свойства газовых разрядов. Технические применения / А. Энгель, М. Штеенбек. – М. : ОНТИ, 1936. – 382 с.
4. Langmuir, I. The positiv column of gas discharge / I. Langmuir, L. Tonks // *Phys. Rev.* – 1929. – Vol. 34. – P. 876–885.
5. Клярфельд, Б. Н. Положительный столб газового разряда и его использование для получения света / Б. Н. Клярфельд // *Труды Всесоюзного электротехнического института. Электронные и ионные приборы* / под ред. П. В. Тимофеева. – М. : Госэнергоиздат, 1941. – Вып. 41. – С. 165–235.
6. Фабрикант, В. А. Механизм излучения газового разряда / В. А. Фабрикант // *Труды Всесоюзного электротехнического института.* – Вып. 41. *Электронные и ионные приборы* / под ред. П. В. Тимофеева. – М. : Госэнергоиздат, 1940. – С. 236–296.
7. Фабрикант, В. А. К теории излучения газового разряда / В. А. Фабрикант // *Докл. АН СССР.* – 1937. – Т. 15. – С. 451–454.
8. Фабрикант, В. А. К количественной теории возбуждения атомов в газовом разряде / В. А. Фабрикант // *ЖЭТФ.* – 1938. – Т. XVIII. – Вып. 5. – С. 549.
9. Биберман, Л. Н. К теории диффузии резонансного излучения / Л. Н. Биберман // *ЖЭТФ.* – 1947, Т. 17. – Вып. 5. – С. 416–425.
10. Биберман, Л. Н. О теории диффузии резонансного излучения / Л. Н. Биберман // *Докл. АН СССР.* – 1940. – Т. XXVII. – № 9. – С. 920–925.
11. Биберман, Л. Н. Приближенный способ учета диффузии резонансного излучения / Л. Н. Биберман // *Докл. АН СССР.* – 1948. – Т. IX. – № 4. – С. 659–662.
12. Рохлин, Г. Н. Газоразрядные источники света / Г. Н. Рохлин. – М. : Энергия, 1966. – 560 с.
13. Kenty, C. Production of 253,7 radiation and the role of metastableatoms in argon–mercury discharge / C. Kenty // *Journal of Applied Physics.* – 1950. – Vol. 21. – № 12. – P. 1309–1318.
14. Easley, M. A. Probe technique for the measurement of electron temperature / M. A. Easley // *Journal of Applied Physics.* – 1951. – Vol. 22. – № 5. – P. 590–593.
15. Уэймаус, Д. Газоразрядные лампы / Д. Уэймаус / пер. с англ. под ред. Г. Н. Рохлина и М. И. Фугенфировой. – М. : Энергия, 1977. – 343 с.
16. Waymouth, J. F. Analysis of the plasma of fluorescent lamps / J. F. Waymouth, F. Bitter // *Journal of Applied Physics.* – 1956. – Vol. 27. – № 2. – P. 122–131.
17. Cayless, M. A. Excitation and ionization ratos of mercury in discharge plasma / M. A. Cayless // *British Journal of Applied Physics.* – 1959. – Vol. 10. – № 4. – P. 186–190.

18. Cayless, M. A. Theory of low pressure mercury rare-gas discharges / M. A. Cayless // Proceeding of the Fifthe International Conference of Ionization Phenomena in Gases. Munich. – 1961. – P. 262–277.
19. Cayless, M. A. Theory of positiv column in mercury rare-gas discharge / M. A. Cayless // British Journal of Applied Physics. – 1963. – Vol. 14. – № 5. – P. 863–869.
20. Kenty, C. Gas temperatures and elastic losses in low pressure mercury-argon discharges / C. Kenty, M.A. Easley, B.T. Barnes // Journal of Applied Physics. – 1951. – Vol. 22. – № 8. – P. 1006–1011.
21. Nottingham, W. B. Ionization and excitation in mercury vapour by electron bombardment / W. B. Nottingham // Physics Review. – 1939. – Vol. 55. – № 1. – P. 203–219.
22. Яворский, Б. М. Ступенчатые процессы при неупругом взаимодействии атомов с электронами / Б. М. Яворский // ЖЭТФ. – 1947. – Т. XXVII. – Вып. 4. – С. 315–327.
23. Яворский, Б. М. Вероятность кумулятивных процессов при соударении электронов с атомами / Б. М. Яворский // Известия АН СССР. Сер. Физика. – 1945. – Т. 9. – № 3. – С. 233–235.
24. Penney, W. G. The theory of the excitation of atomic mercury by for diffused resonance radiation / W. G. Penney // Physics Review. – 1932. – № 42. – P. 843–847.
25. Федоренко, А. С. Программа для расчета характеристик положительного столба люминесцентных ламп / А. С. Федоренко, В. С. Литвинов, В. С. Семин // Электрические источники света : труды ВНИИИС имени А. Н. Лодыгина. – Саранск, 1980. – № 11. – С. 9–22.
26. Федоренко, А. С. Экспериментально-расчетные исследования характеристик положительного столба и совершенствование люминесцентных ламп : автореф. дис. ... канд. техн. наук / А. С. Федоренко. – М. : Московский энергетический институт, 1980. – 20 с.
27. Каган, Ю. М. Распределение электронов по скоростям в положительном столбе разряда / Ю. М. Каган // Спектроскопия газоразрядной плазмы. – Л. : Наука, 1970. – С. 201–223.
28. Коротков, А. И. Исследование некоторых характеристик метастабильных состояний атома ртути  $6^3P_{0,2}$  методом ударов второго рода : Автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук / А. И. Коротков. – Томск : Томский государственный университет им. В. М. Куйбышева. – 1971. – 20 с.
29. Фриш, С. Э. Оптические спектры атомов / С. Э. Фриш. – М. : Гос. изд-во физ.-мат. литературы, 1963. – 183 с.
30. Охонская, Е. В. Физические основы расчета и конструирования газоразрядных источников света : учеб. пособие / Е. В. Охонская. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 1985. – 60 с.
31. Миленин, В. М. Плазма газоразрядных источников света низкого давления / В. М. Миленин, Н. А. Тимофеев. – Л. : изд- ЛГУ, 1994. – 239 с.
32. Федоренко, А. С. Экспериментальные исследования, расчетное моделирование плазмы положительного столба и создание перспективных конструкторских и технологических решений в области люминесцентных ламп низкого давления : автореф. дис. ... д-ра техн. наук / А. С. Федоренко. – М. : изд-во Моск. энергетич. ин-та, 1990. – 31 с.
33. Калязин, Ю. Ф. Математическая модель расчета характеристик ртутно-газового разряда низкого давления / Ю. Ф. Калязин, А. М. Кокинов, М. А. Мальков // Светотехника. – 2003. – № 2. – С. 2–5.
34. Калязин, Ю. Ф. Исследование ртутно-аргонового разряда при повышенной частоте питания / Ю. Ф. Калязин, В. М. Миленин, Н. А. Тимофеев // Светотехника. – 1983. – № 6. – С. 10–11.

35. Калязин, Ю. Ф. Исследование газоразрядной плазмы в тройной смеси паров ртути с инертными газами : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Ю. Ф. Калязин. – Л., 1981. – 25 с.
36. Калязин, Ю. Ф. Исследование электрических характеристик положительного столба разряда в смеси ртути с аргоном и неоном / Ю. Ф. Калязин, В. М. Миленин, Н. А. Тимофеев, Н. А. Медина // ЖТФ. – 1981. – Т. 51. – № 8. – С. 1607–1611.
37. Калязин, Ю. Ф. Оптические характеристики положительного столба разряда в смеси ртути с аргоном и неоном / Ю. Ф. Калязин, В. М. Миленин, Н. А. Тимофеев // Вестник ЛГУ. Сер. Физика, Химия. – 1981. – Вып. 3. – № 16. – Деп. в ВИНТИ 1981. № 1978–81.
38. Калязин, Ю. Ф. Положительный столб разряда низкого давления в тройной смеси ртути с аргоном и неоном / Ю. Ф. Калязин, В. М. Миленин, Н. А. Тимофеев // ЖТФ. 1981. – Т. 51. – № 8. – С. 1612–1617.
39. Миленин, В. М. Положительный столб разряда в смеси ртути с аргоном в условиях импульсной модуляции тока / В. М. Миленин, Г. Ю. Панасюк, Н. А. Тимофеев // Вестник ЛГУ. Сер. Физика, Химия. – 1982. – Вып. 3. – № 16. – С. 72–76.
40. Миленин, В. М. Расчет электрокинетических характеристик положительного столба разряда низкого давления в смеси ртути с аргоном в условиях импульсной модуляции тока / В. М. Миленин, Г. Ю. Панасюк, Н. А. Тимофеев // Вестник ЛГУ. Сер. Физика, Химия. – 1982. – Вып. 4. – № 22. – С. 23–34.
41. Вакшис, А. А. Методика исследования и способы использования несинусоидальных токов в люминесцентных лампах : автореф. дис. ... канд. наук / А. А. Вакшис. – М. : МЭИ, 1982. – 20 с.
42. Малнарк, Д. Численное исследование процессов кинетики в осветительных трубках : дис. ... канд. физ-мат. наук / Д. Малнарк. – М., 1982. – 320 с.
43. Lama, W. L. Analytical model for low pressure gas discharges / W. L. Lama, G. F. Gallo, C. F. Hammond, P. J. Walsh // Applied Optics. – 1982. – Vol. 21. – № 10. – P. 1801–1811.
44. Димов, И. Т. Математическое моделирование и вопросы автоматизации проектирования газоразрядных источников света массового применения : дис. ... д-ра техн. наук / И. Т. Димов. – М., 1982. – 230 с.
45. Димов, И. Т. О методе математического моделирования люминесцентных ламп / И. Т. Димов, В. С. Литвинов // Светотехника. – 1984. – № 6. – С. 1–2.
46. Димов, И. Т. Об автоматизации проектирования люминесцентных ламп / И. Т. Димов // Светотехника. – 1984. – № 8. – С. 3–5.
47. Maya, J. Energy Conservation through more efficient lighting / J. Maya, M. W. Grossman, R. Lagushenko, J. F. Waymouth // Science. – 1984. – Vol. 226. – P. 435–436.
48. Каланов, В. П. Исследование плазмы стационарного и импульсно-периодического разряда в смеси паров ртути с аргоном : дис. ... канд. техн. наук / В. П. Каланов. – Л. : ЛГУ, 1986. – 180 с.
49. Dukin, J. Model of radial variations in the fluorescent lamp positive column / J. T. Dukin // Forth Intern. Symposium on the science and technology of Light Sources. – Karlsruhe. – 1986. – P. 7–10.
50. Гюндель, Х. Модель плазмы люминесцентной лампы на переменном токе / Х. Гюндель, Р. Зонненберг // Светотехника. – 1989. – № 4. – С. 13–14.
51. Sonnenberg, R. Computer modelling of fluorescent lamp plasmas / R. Sonnenberg, H. Gundel // Contrib. Plasma Physic. – 1987. – Vol. 27. – № 1. – P. 37–45.
52. Wani, K. Sumulayion technigue and its application in fluorescent lamp development / K. Wani // National Technical Report. – 1987. – Vol. 33. – № 3. – P. 90–96.

## МЕТОД ПРЕОБРАЗОВАНИЯ АНАЛОГОВЫХ СИГНАЛОВ СВЯЗИ В ЦИФРОВЫЕ СИГНАЛЫ

А. С. Иванцев, Н. С. Соболев, А. В. Сульдин

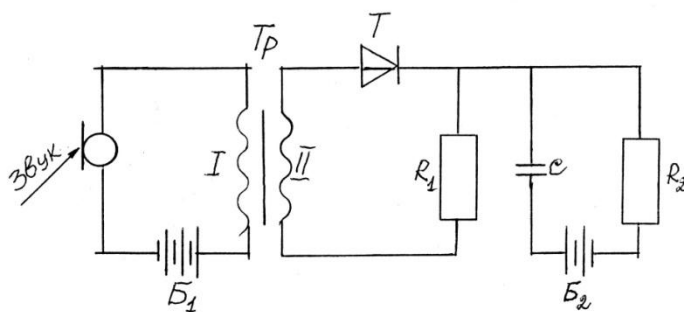
ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет  
им. Н. П. Огарева», г. Саранск, Российская Федерация

Описан процесс построения системы преобразования аналоговых сигналов в цифровые сигналы. Разработаны схемы преобразования характеристик процесса.

*Ключевые слова и фразы:* модель, оцифровка сигнала.

В системах связи отдается предпочтение системам, построенным на цифровых сигналах. Цифровые сигналы получаются путем преобразования аналоговых сигналов за счет дискретизации по времени, квантования по энергетическому уровню, кодирования.

Получить сигнал, дискретный по времени, из речевого сигнала можно, используя схему (рис. 1).



**Рис. 1.** Схема получения дискретного по времени сигнала из речевого сигнала

В схеме присутствует угольный микрофон, Б – батарея,  $U = 60$  В; Тр – трансформатор. При появлении звукового давления на мембрану угольного микрофона в цепи первичной обмотки трансформатора Тр возникает псевдопеременный ток (постоянный по направлению, но переменный по величине). Благодаря такому току во вторичной обмотке трансформатора Тр появляется переменная э.д.с.

При установке во вторичной цепи трансформатора тиристора или переключающего транзистора Т, подключенных к схеме генератора тактовых импульсов, получаем сигнал, дискретный по времени. Генератор тактовых импульсов (ГТИ) запирает полупроводниковый прибор через определенный промежуток времени  $\Delta t$ . ГТИ для телефонных (звуковых) сигналов согласно теореме Котельникова должен характеризоваться частотой 8 кГц.

Эта частота определяется тем, что непрерывный (аналоговый) сигнал может быть восстановлен точно по последовательности принятых импульсов,



если промежуток времени между ними  $\Delta t$  удовлетворяет условию:  $\Delta t \leq F_{\max}$ , где  $F_{\max}$  – максимальная частота спектра аналогового передаваемого сигнала.

Аналоговый телефонный сигнал ограничен полосой 300–3400 Гц. Исходя из этого, частота следования импульсов должна быть  $3400 * 2 = 6800 \approx 8000$  Гц, т. е. более в два раза. Если многоканальная система состоит из  $N$  временных каналов, то в промежутке времени  $\Delta t$  должны передаваться импульсы всех  $N$  сигналов. В этом случае импульсы совокупности  $N$  сигналов должны быть разделены интервалом  $\Delta t_{\text{совок}}$  (интервалом совокупности), равным  $\Delta t / N$ . При этом длительность каждого импульса должна быть меньше  $\Delta t_{\text{совок}}$ .

На рис. 2 приведены последовательности действий, приводящих аналоговый сигнал в цифровой сигнал.

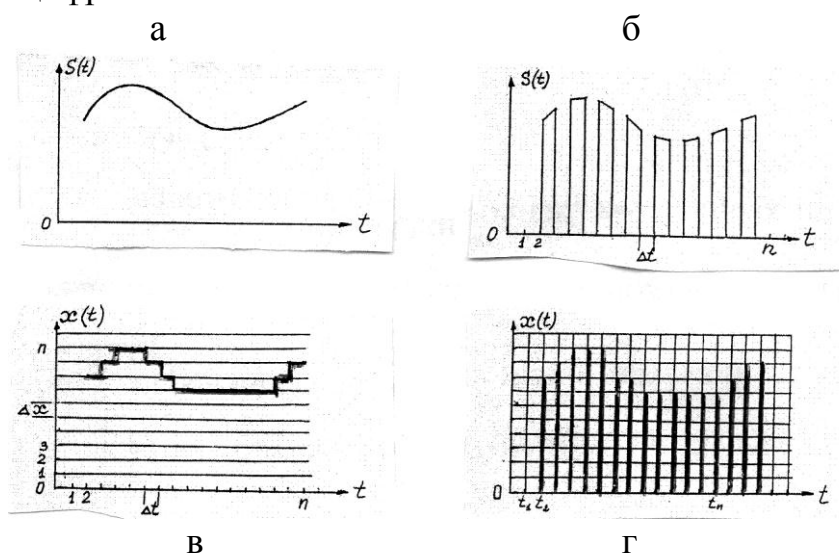


Рис. 2. Последовательность превращения аналогового сигнала в цифровой сигнал

На рис. 2а приведен аналоговый сигнал, который имеет место в цепи первичной обмотки трансформатора Тр.

На рис. 2б представлен сигнал, дискретный по времени, который присутствует на резисторе R1 (рис. 2). Цепочка C, R<sub>2</sub>, B<sub>2</sub> представляет собой элементарный генератор тактовых импульсов с  $R_{\text{такт.}} = 8 \text{ кГц}$ .

Ток с частотой 8 кГц управляет полупроводниковым тиристором.

Для того чтобы получить цифровой сигнал, представленный на рис. 2г, нужно дискретный сигнал (рис. 2б) подвергнуть квантованию по уровню, как показано на рис. 2в.

Суть квантования заключается в следующем. Дискретный по времени сигнал есть последовательность прямоугольных импульсов одного знака  $V(t)$ , как показано на рис. 3.

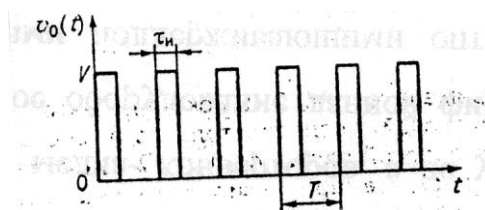


Рис. 3. Периодическая последовательность узких импульсов

Он характеризуется амплитудой  $V$ , длительностью (шириной) импульсов  $\tau$ , частотой следования или тактовой частотой  $f = 1/T$ , где  $T$  – период следования импульсов, положением (фазой) импульсов относительно тактовых (отсчетных) точек.

Отношение  $T/\tau$  называется скважностью импульса. При передаче сигнала связи можно изменять (модулировать) любой из перечисленных параметров импульсной последовательности. Такая модуляция получила название «импульсная модуляция». В зависимости от того, какой параметр модулируется первичным сигналом  $S(t)$  (рис. 4), различают:

- амплитудно-импульсную модуляцию (АИМ) (рис. 4б);
- широтно-импульсную модуляцию (ШИМ) (рис. 4в);
- частотно-импульсную модуляцию (ЧИМ) (рис. 4г);
- фазо-импульсную модуляцию (ФИМ) (рис. 4д).

Модуляции ФИМ и ЧИМ часто объединяют во временно-импульсную модуляцию (ВИМ). Из рис. 4в следует, что ширина импульсов может быть различной, а из рис. 4д следует, что частота следования импульсов может быть различной.

Пусть в результате дискретизации аналогового сигнала  $S(t)$  была получена последовательность узких импульсов – АИМ сигнал.

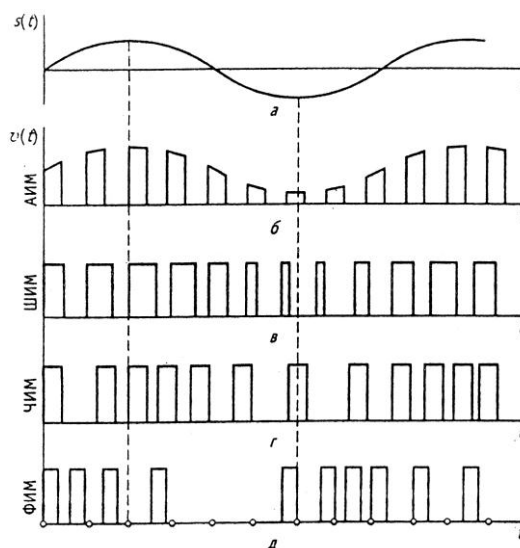


Рис. 4. Виды импульсной модуляции

Амплитуды импульсов равны в этом случае мгновенным значениям сигнала  $S(t)$  в моменты  $it$ , где  $i = 1, 2, \dots$ ,  $\tau$  – период следования импульсов, или интервал дискретизации. Если подвергнуть полученный сигнал кванто-

ванию по уровню, как показано на рис. 5, то получим амплитудно-импульсный сигнал.

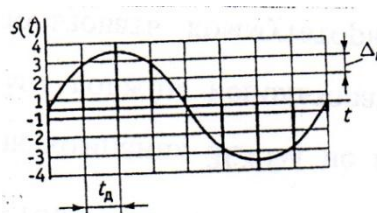


Рис. 5. Параметры квантования АИМ сигнала

На рис. 5 есть период следования импульсов, или интервал дискретизации. При квантовании диапазон возможных значений амплитуд, т. е. диапазон значений первичного сигнала, делится на отрезки, называемые шагами квантования  $\Delta i$ . Число отрезков квантования  $N_{кв}$  определяется видом передаваемого сигнала и требованием к качеству передачи.

Помимо общего числа уровней квантования  $N$  квантующее устройство характеризуется шагом квантования и напряжением ограничения  $\delta$ .

Шаг квантования  $\delta$  – разность между двумя соседними разрешенными уровнями. Напряжение ограничения  $U_{огр}$  определяет максимальное значение амплитуды отсчета, подвергаемого квантованию.  $U_{огр}$  должно быть выбрано таким образом, чтобы вероятность появления отсчета с амплитудой выше  $U_{огр}$  должна быть пренебрежимо мала. Очевидно, что  $\delta = U_{огр}/N_{кв}$ .

Если  $\delta = \text{Const}$ , то квантование равномерное, если  $\delta \neq \text{Const}$ , то квантование неравномерное, как показано на рис. 6.

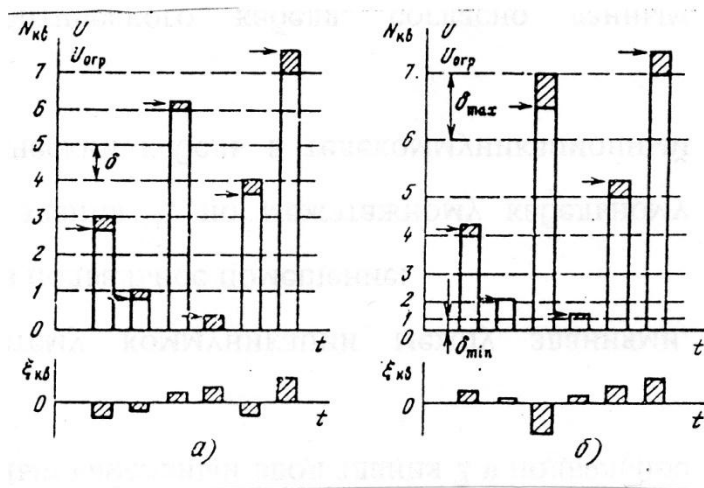


Рис. 6. Принципы равномерного (а) и неравномерного (б) квантования

Квантующее устройство (сравнивающее устройство) является составной частью, а часто и несколькими частями АЦП. Сравнивающее устройство (СУ) предназначено для сопоставления двух величин амплитуд.

СУ имеет два аналоговых входа  $x_1$  и  $x_2$  и двоичный выходной сигнал. Одно из состояний выхода соответствует условию  $x_1 \geq x_2$ , другое – условию  $x_1 \leq x_2$ . Такая операция равнозначна операции оценки знака разности мгновенных значений сравниваемых амплитуд  $U$ .

Идеальное СУ имеет характеристику, показанную на рис. 7.

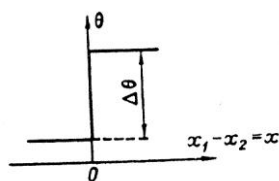


Рис. 7. Вольт-амперная характеристика сравнивающего устройства

Согласно этой характеристике при прохождении через нуль выходная величина СУ скачкообразно изменяется. Физическая природа выходной величины  $\Theta$  может быть различной.

Величина перепада  $\Delta\Theta$  должна быть достаточной для использования ее в цифровой части АЦП.

Реальное СУ не имеет такой идеальной характеристики. Простейшее СУ получают методом управления состоянием n-p перехода, подавая разность сравниваемых напряжений на базу биполярного транзистора, как показано на рис. 8.

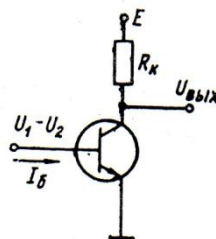


Рис. 8. Простейшая схема сравнивающего устройства

Ток базы  $I$  зависит от разности  $U_1 - U_2$  соответственно форме входной характеристики транзистора, как показано на рис. 9.

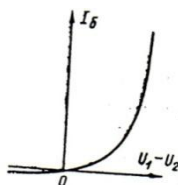


Рис. 9. Вольт-амперная характеристика входа транзистора

Изменения выходного напряжения при  $R_k < r_k$  выражаются соотношением:

$$\Delta U_{\text{вых.}} = \Delta I_{\text{б}} \cdot \beta \cdot R_k,$$

где  $\beta$  – коэффициент передачи базового тока;  $r_k$  – коллективное сопротивление в схеме замещения транзистора с общим эмиттером.

Это соотношение позволяет получить характеристику СУ, изображенную на рис. 10.

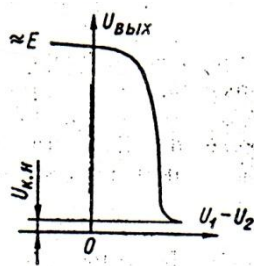


Рис. 10. Вольт-амперная характеристика сравнивающего устройства

Недостатки такой схемы СУ многочисленны. Поэтому применяются схемы, в которых транзистор входит в состав триггерной ячейки.

Триггер – электронное устройство с двумя устойчивыми положениями, способное скачкообразно переключаться из одного состояния в другое под действием поступающих сигналов. Триггер служит для запоминания двоичной информации даже после прекращения действия переключающего сигнала.

Простейший триггер представляет собой два одинаковых усилителя-инвертора, которые включены последовательно и замкнуты в кольцо цепью обратной связи (рис. 11).

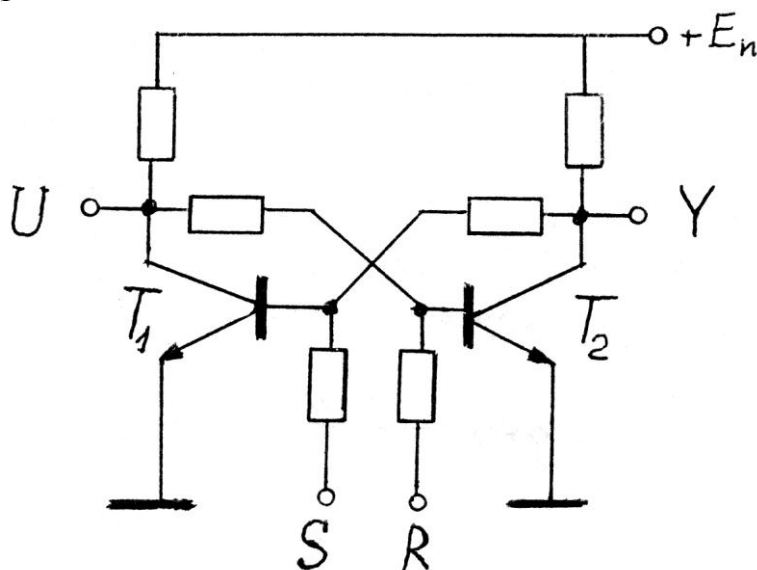


Рис. 11. Схема простейшего триггера: S и R – входы триггера; Y – прямой выход; U – инверсный выход

На схеме S и R – входы триггера; Y – прямой выход; U – инверсный выход. В любом из двух устойчивых состояний триггера уровни напряжений на его выходах различны.

Если в какой-то момент времени на выходе Y напряжение высокое и близкое к напряжению питания, то на выходе U напряжение будет низкое, близкое к нулю, и наоборот.

Высокие и низкие уровни принято обозначать символами 1 и 0. При этом считают, что триггер находится в единичном состоянии, если  $Y = 1$ , а  $U = 0$  и триггер находится в нулевом состоянии, если  $Y = 0$ , а  $U = 1$ . Для уста-

новки триггера в единичное состояние достаточно на вход  $S$  подать напряжение высокого уровня.

Сигнал  $S = 1$  открывает транзистор  $T_1$ , что приводит к резкому уменьшению напряжения на его коллекторе, это значит  $U = 0$ .

Напряжение низкого уровня, поступившее с коллектора  $T_1$  на базу транзистора  $T_2$ , закрывает транзистор  $T_2$ , на коллекторе которого возникает напряжение высокого уровня, т. е.  $Y = 1$ .

Это напряжение по цепи обратной связи поступает на базу  $T_1$  и поддерживает первый транзистор в открытом состоянии даже после исчезновения единичного сигнала на входе  $S$ .

Схему триггера можно вернуть в нулевое состояние, если подать положительный импульс на вход  $R$ . Все процессы, происходящие в триггере, в этот момент аналогичны рассмотренным выше. Когда оба входных напряжения становятся равными нулю ( $S = R = 0$ ), то триггер остается в предыдущем положении (1 или 0), определяемом последним единичным сигналом, бывшим перед этим на  $S$  или  $R$  входе (режим хранения информации).

Если  $S = R = 1$ , то открываются оба транзистора и  $Y = U = 0$ .

Следующий этап в преобразовании аналогового сигнала состоит в переводе квантованного амплитудно-импульсного сигнала (АИМ сигнала) в сигнал цифровой.

Эта операция называется кодированием КАИМ сигнала.

Под кодированием информации понимают установление соответствия между элементами сообщения и сигналами, при помощи которых эти элементы могут быть переданы и зафиксированы.

Рассмотрим речевой аналоговый сигнал. Его можно превратить в дискретный, если дискретизировать его через 125 мкс и кодировать 8-разрядным кодом.

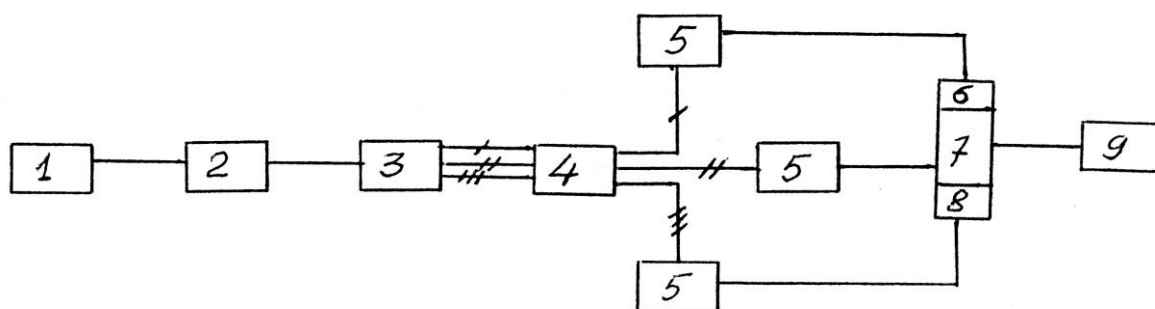
За одну секунду ток в микрофоне изменяется 8000 раз. В 8-разрядном кодере каждое измеренное значение тока представляется словом из восьми бит. Значит, в каждую секунду в линию отправляется  $8000 \cdot 8 = 64000$  бит, т. е. скорость цифрового потока равняется 64 кбит/с.

Кодовая комбинация из восьми бит получила название байт. Символы в каждой кодовой комбинации отделены друг от друга временным интервалом  $t_T$  с частотой  $f_T = 1/t_T$  тактовой.

Преобразование отсчетов аналогового сигнала в двоичный код называется импульсно-кодовой модуляцией.

В настоящее время этот способ получения цифровых сигналов оказался самым распространенным при построении ИКМ системы передачи.

Следует описать, как данные отправителя делятся на пакеты и как к полю данных добавляются заголовок и служебные данные (рис. 12).



**Рис. 12.** Схема превращения данных отправителя на пакеты:  
 1 – генератор тактовых импульсов (ГТИ); 2 – кодер;  
 3 – устройство преобразования сигнала (УПС);  
 4 – таймер; 5 – ключ; 6 – заголовок пакета; 7 – поле данных;  
 8 – служебные данные; 9 – канал связи

ГТИ (1) вырабатывает прямоугольные двухполярные импульсы с заданной частотой. Кодер (2) превращает неэлектрические сигналы в электрические определенным заданным равномерным кодом. Закодированные сигналы с помощью УПС (3) превращаются в данные.

На непрерывно поступающие данные воздействует таймер (4) и с помощью ключей (5) последние разделяются на пакеты, состоящие из заголовка (6), поля данных (7), служебных данных (8). УПС (3) должно работать под действием программно управляемого микропроцессора, а именно через определенные промежутки времени УПС направляет данные для каждого из трех составляющих частей пакета.

Полученный пакет (рис. 12) направляется в канал связи (9).

#### Литература

1. Смоллов, В. Б. Микроэлектронные цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи информации / В. Б. Смоллов. – Л. : Энергия, 1976. – 279 с.
2. Мальцева, Л. А. Основы цифровой техники / Л. А. Мальцева, Э. М. Фромберг, А. С. Ямпольский. – М. : Радио и связь, 1986. – 128 с.
3. Убайдуллаев, Р. Р. Волоконно-оптические сети / Р. Р. Убайдуллаев. – М. : ЭКО-ТРЕНДЗ, 2001. – 580 с.

УДК 532.785

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРИСТАЛЛИЗАТОРА А. В. БЕЛЮСТИНА ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ МОНОКРИСТАЛЛОВ ADF

Ю. А. Маскаев, А. М. Шикин

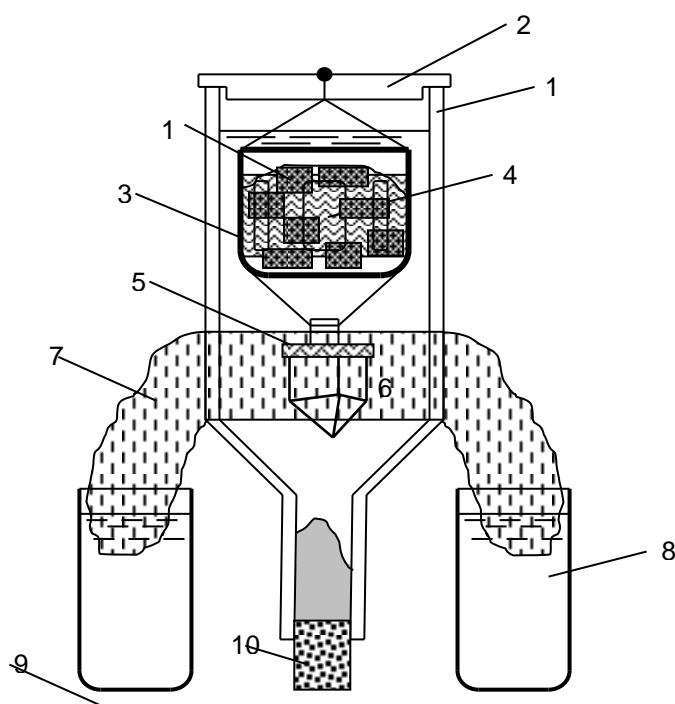
ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет  
 им. Н. П. Огарева», г. Саранск, Российская Федерация

В статье рассмотрен опыт использования кристаллизатора, разработанного в Горьковском (Нижегородском) университете имени Н. И. Лобачев-

ского советским кристаллографом А. В. Белюстиным при выращивании монокристаллов дигидрофосфата аммония в институте физики и химии МГУ имени Н. П. Огарева.

*Ключевые слова и фразы:* переохлаждение, концентрационная конвекция, пирамида регенерации.

Для выращивания монокристаллов из водных растворов разработано немало методов и конструкций кристаллизаторов. В 60-х годах XX века известным советским кристаллографом А. В. Белюстиным и его сотрудниками разработан простой кристаллизатор, реализующий метод температурного перепада, который не требует подключения к источнику тока и термостатирования, поскольку выращивание идет при комнатной температуре за счет создания в средней части кристаллизатора зоны с пониженной температурой за счет испарения воды с влажного марлевого пояса, охватывающего зону, в которой растет кристалл. Простота конструкции и возможность роста при комнатной температуре дает возможность использовать такой кристаллизатор на практических занятиях по росту кристаллов.



**Рис. 1.** Схема конструкции кристаллизатора для выращивания кристаллов статическим методом при концентрационной конвекции раствора

Схема кристаллизатора для выращивания кристаллов методом температурного перепада показана в разрезе на рис. 1, его внешний вид – на рис. 2. Конструкция мало отличается от описанной ранее [1; 2].

Кристаллизатор представляет собой стеклянный цилиндр 1 диаметром 60 мм, переходящий внизу в узкую трубку.

Цилиндр закрыт сверху плотно прилегающей крышкой из оргстекла 2, к которой на трех капроновых нитях подвешен пластмассовый вкладыш 3, в



боковой стенке которого вырезаны окна 4, затянутые капроновой тканью.

Кристаллодержатель 5 – пластинка силикатного стекла размером около 20 x 20 x 4 мм подвешена под вкладышем на расстоянии около 20 мм на капроновой нити, прикрепленной к вкладышу.

Пластинчатая затравка 6 с размерами несколько меньше размеров кристаллодержателя приклеена к его нижней плоскости водостойким клеем.

На кристаллизатор, установленный в штативе, в нижней его части, надет пояс 7 из двойного слоя марли, концы которого опущены в стаканы с дистиллированной водой 8, установленные на той же подставке 9, что и кристаллизатор.

Испарение воды с пояса приводит к местному охлаждению налитого в кристаллизатор раствора.

Возникающее в зоне роста переохлаждение раствора зависит от ширины пояса, влажности в помещении и температуры и может достигать 2–3<sup>0</sup>С.

Для уменьшения влияния внешних вибраций кристаллизатор опирается на подставку через прокладку 10 из губчатой резины.

Во вкладыш помещены некачественные кристаллы 11, их сростки или поликристаллические брикеты, которые постепенно растворяются.

Затравка ориентирована так, чтобы при движении раствора в направлении оси кристаллизатора обеспечивалась наилучшая обтекаемость кристалла.

Затравочные кристаллы были вырезаны из бездефектных участков монокристаллов ADP в виде пластин толщиной от 2 до 5 мм.

Распиловка монокристаллов на пластины производилась с использованием нитяной пилы, описанной в [3] и не дающей механических напряжений и трещин в затравках.

После распиловки пластины обрабатывались на мелкозернистой шлифовальной бумаге и помещались в дистиллированную воду на несколько секунд для растворения дефектов на поверхности, вызванных шлифованием.

Для приготовления растворов использовалась дистиллированная вода и соль дигидрофосфата аммония квалификации Ч.

Растворение соли ADP производилось при температуре 30<sup>0</sup>С, затем проводилось фильтрование через воронку Бюхнера через два слоя фильтровальной бумаги с использованием вакуумного насоса Комовского в склянку Тищенко емкостью 2 л.

Для устранения попадания волокон бумаги в раствор носик воронки закрывался четырьмя слоями частой капроновой ткани.

Процесс фильтрования проводился дважды с нагревом раствора в промежутках между операциями фильтрования.

Расчет количества растворяемой соли производился для температуры 23<sup>0</sup>С [4]. После двойной фильтрации в нагретом состоянии раствор выливался в кристаллизатор и выдерживался до достижения раствором комнатной температуры (23<sup>0</sup>С), после чего в кристаллизатор опускался вкладыш с загруженными в него обломками беспримесных кристаллов ADP.

В таком состоянии кристаллизатор находился в течение суток для образования в нем насыщенного раствора при фактической температуре в помещении. После достижения раствором равновесной при комнатной температуре концентрации к нити, закрепленной на вкладыше, подвешивался кристаллодержатель с приклеенной к нему затравочной пластиной.

На нижнюю часть кристаллизатора надевался марлевый пояс, концы которого помещались в емкости с дистиллированной водой, как показано на рис. 2.

Верхний край пояса размещался на расстоянии 2 см от нижней плоскости вкладыша. Ширина пояса – 2,5 см. Изменением ширины пояса можно было регулировать переохлаждение в зоне расположения затравки до  $4^{\circ}\text{C}$ .

Процесс кристаллизации продолжался около двух недель, после чего выросший кристалл извлекался из кристаллизатора и обсушивался фильтровальной бумагой.



**Рис. 2.** Внешний вид блока из двух кристаллизаторов

В условиях концентрационной конвекции обмен раствором между зонами растворения и роста обеспечивается за счет разности плотностей насыщенного и ненасыщенного раствора. Питающее вещество помещается в верхнюю часть кристаллизатора, а затравки подвешиваются внизу. Температура в верхней зоне поддерживается более высокой, чем в нижней, таким образом, полностью подавляется тепловая конвекция.

Случайно образовавшиеся в растворе мелкие кристаллы попадают в самую нижнюю суженную часть кристаллизатора, где раствор насыщен, поэтому там они практически не растут.

Выращивание давало достаточно хорошие результаты без термостатирования. При повышении температуры в комнате растворение подпитывающих кристаллов усиливается, а рост основного замедляется. При понижении ее происходит обратное. Поскольку объем раствора невелик, то таким путем обеспечивается некоторое саморегулирование пересыщения, особенно когда кристалл становится достаточно большим.

В течение первых двух суток происходит формирование пирамиды регенерации, характерной для случая использования затравок, вырезанных перпендикулярно оси 4-го порядка (Z-срез). После формирования пирамиды регенерации, состоящей из мелких кристалликов, вытянутых в направлении оси 4-го порядка, начинается рост собственно кристалла. Данная ориентация затравки не очень удачна с точки зрения потери части полезного объема кристалла, но она менее чувствительна к величине переохлаждения раствора в начале процесса. Используемые при промышленном выращивании затравки, вырезанные под  $45^\circ$  к оси Z, требуют точного подбора температуры начала процесса, в противном случае в кристалле образуются обширные области включений маточного раствора, что делает кристалл непригодным для использования. Наоборот, после формирования пирамиды регенерации на затравке Z-среза рост кристалла идет устойчиво. Вероятность захвата раствора резко уменьшается, что дает возможность получать кристаллы хорошего оптического качества.

От ширины пояса зависит разность температур между верхом и зоной роста в кристаллизаторе. В разных случаях она должна быть различной и подбирается опытным путем. Ограничение определяется тем, что скорость роста должна быть достаточно мала, если необходимо получить хороший кристалл.

С другой стороны, при слишком слабом охлаждении затягивается процесс выращивания и увеличивается опасность получения в зоне роста ненасыщенного раствора. На практике приходится использовать пояса шириной от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров. Фотографии выращенных рассмотренным методом кристаллов ADP показаны на рис. 3.



**Рис. 3.** Фотография кристаллов ADP, выращенных статическим методом при концентрационной конвекции раствора

Следует отметить, что большее переохлаждение хотя и увеличивает скорость роста граней, но в совокупности с небольшой скоростью движения концентрационных потоков может приводить к захвату раствора кристаллом. Если снизить переохлаждение, это приведет к соответствующему уменьшению скорости роста. Кроме того, результаты выращивания существенно ухудшаются, когда в помещении колеблется температура в пределах нескольких градусов и соответственно изменяется влажность воздуха.

#### Литература

1. Белюстин, А. В. Метод выращивания кристаллов из растворов в статических условиях / А. В. Белюстин, Н. С. Степанова // Кристаллография. – Вып. 5. – 1965. – Т. 10. – С. 743–744.
2. Портнов, В. Н. Возникновение и рост кристаллов / В. Н. Портнов, Е. В. Чупрунов // М. : Физматлит, 2006. – С. 192–197.
3. Бонд, В. Технология кристаллов / В. Бонд. – Л. : Недра, 1982. – С. 432.
4. Справочник химика. Т. III / М.-Л. : Химия, 1964. – С. 1008.

УДК 537 (076)

### МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ УДЕЛЬНОГО ЗАРЯДА ИОНА НАТРИЯ

**В. К. Свешников, В. Г. Васильченко**

*ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт им. М. Е. Евсевьева», г. Саранск, Российская Федерация*

Рассматривается метод определения отношения заряда иона натрия к его массе с использованием натриевой лампы высокого давления.

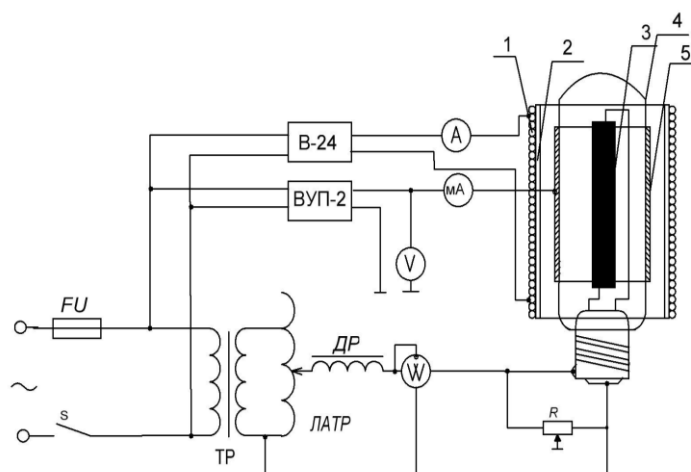
*Ключевые слова и фразы:* ион, заряд, магнетрон, соленоид, магнитное поле.

Одним из важнейших направлений в разработке и постановке новых экспериментов в курсах физики, электронной техники, радиотехники, источников света является расширение области использования в качестве базовых элементов разрядных ламп. Актуальность их использования в технике физического эксперимента обусловлена [1]:

1. Разнообразием физических процессов протекающих в лампах.
2. Компактностью и эстетичностью в оформлении.
3. Широкой доступностью и сравнительно невысокой стоимостью ламп.

В данной работе рассматривается метод определения отношения заряда иона натрия к его массе с использованием натриевой лампы высокого давления. Метод основан на исследовании движения ионов натрия, эммитрируемых поверхностью разрядной трубки в вакуумную колбу лампы в однородном электрическом и магнитном полях. На рис. 1 приведена схема установки.

Натриевая лампа размещена внутри соленоида. Ток ионов натрия отбирается с внешнего электрода 5, охватывающего цилиндрическую поверхность колбы лампы. К внешнему электроду прикладывается постоянное напряжение отрицательной полярности от регулируемого выпрямителя ВУП 2.



**Рис. 1.** Принципиальная схема установки: 1 – обмотка соленоида; 2 – кварцевая труба; 3 – разрядная трубка; 4 – колба лампы; 5 – внешний электрод

В рабочем режиме разряда температура колбы составляет 400–670 К, при этой температуре стекло колбы лампы является твердым электролитом с ионной проводимостью [2]. Следовательно, стеклянную колбу можно рассматривать как коллектор ионов натрия, электрически соединенный с внешним электродом. Питание лампы осуществляется от сети переменного тока через разделительный трансформатор ТР. Он необходим для исключения гальванической связи между измерительной цепью и цепью питания лампы.

Как известно, при помещении натриевой лампы в магнитное поле соленоида будет происходить изменение траектории движения ионов в колбе лампы. Получаемая в данном случае конфигурация электрических и магнитных полей аналогична конфигурации скрещенных полей в магнетронах.

Используя метод магнетрона [3], можно получить следующее соотношение:

$$\frac{Q}{M} = \frac{8U}{(a-b)^2 * B_{кр}^2}. \quad (1)$$

Здесь  $Q$ ,  $M$  – соответственно заряд и масса иона натрия;  $U$  – напряжение, прикладываемое к внешнему электроду,  $a$  – радиус колбы лампы;  $b$  – внешний радиус разрядной трубки;  $B_{кр}$  – критическое значение индукции магнитного поля.

Магнитное поле, создаваемое внутри соленоида, в первом приближении можно считать однородным, магнитную индукцию можно определить по формуле:

$$B_{кр} = \mu_0 \mu^* n * I_c, \quad (2)$$

где  $\mu_0$ ,  $\mu$  – соответственно магнитная постоянная и магнитная проницаемость среды;  $n$  – число витков обмотки соленоида на единицу длины;  $I_c$  – ток в соленоиде.

Формула (1) с учетом (2) позволяет вычислить удельный разряд иона натрия из условия, что при напряжении на внешнем электроде  $U$  и магнитном поле в соленоиде с индукцией  $B_{кр}$  все ионы натрия перестают поступать на внешний электрод.

Исследования проводились на натриевых лампах высокого давления ДНаТ-400, для которых  $a = 3 \cdot 10^{-2}$  м;  $b = 4 \cdot 10^{-3}$  м. Для исследования влияния магнитного поля на движение ионов натрия, эмиттируемых разрядной трубкой, был изготовлен соленоид. Каркасом соленоида являлась кварцевая труба диаметром 0,067 м, длиной 0,2 м и толщиной стенки 2 мм. Обмотка соленоида имела 1200 витков. Мощность, потребляемая лампой, поддерживалась равной 320 Вт. Температура разрядной трубки при этой мощности составляла 1300 К.

Определим отношение  $Q/M$  по формуле (1) с учетом (2). Значение отношения заряда иона натрия к его массе при  $T=1300$ К; силе тока  $I_c=10$ А и напряжению  $U=3$ В составляет  $6,2 \cdot 10^6$  кл/кг. Результаты вычислений отношения  $Q/M$  (расчетные и экспериментальные) сведены в таблицу 1.

Таблица 1

Температура разрядной трубки, К	Отношение $Q/M$ , кл/кг		Расхождение, %
	Расчетные	Экспериментальные	
1300	$4,2 \cdot 10^6$	$6,2 \cdot 10^6$	32,25

Из таблицы следует, что расхождение экспериментального значения  $Q/M$  с расчетным составляет 32,25 %. Расхождение расчетных и экспериментальных данных обусловлено тем, что ионы натрия, вылетающие с поверхности разрядной трубки, обладают различными скоростями. Поэтому сбросовая характеристика, представляющая собой зависимость коллекторного тока от значения магнитной индукции, имеет вид сплошной кривой.

Предложенный метод определения удельного заряда иона натрия может быть использован при постановке лабораторной работы по курсам, связанным с физикой и источниками света.

#### Литература

1. Свешников, В. К. Перспективы разработки демонстрационного эксперимента на основе использования и источников света / В. К. Свешников // Физика в школе и вузе : междунар. сб. науч. тр. – Вып. 10 . – СПб. : Библиотека РАН. – 2010. – С. 133–137.
2. Пасынков, В. В. Материалы электронной техники : учеб. пособие / В. В. Пасынков. – М. : Высш. шк., 1980. – 406 с.
3. Ахматов, А. С. Лабораторный практикум по физике : учеб. пособие для втузов / под ред. А. С. Ахматова; А. С. Ахматов, В. М. Андреевский, А. И. Кулаков [и др.] – М. : Высш. шк., 1980. – 360 с.

# ABSTRACTS

---

---

## EXPERIMENTAL ESTIMATE OF TECHNICAL UNIVERSITY READINESS FOR COMPILING BY STUDENTS OF COMPETENCE IN INNOVATIVE ENGINEERING ACTIVITY

N. I. Naumkin, N. N. Shekshaeva, E. P. Grosheva, V. F. Kupryashkin,  
E. N. Panushkina

*Abstract.* In article analyze level of technical university readiness for compiling by students of competence in innovative engineering activity on bases survey results of 90 academics from 19 Russian universities.

*Key words and phrases:* innovative engineering activity; parts of competence; innovative technology of education; active education, brainstorm.

## ABOUT THE ORGANIZATION OF HEALTH-CREATED EDUCATION OF THE FUTURE TEACHER-MUSICIAN

E. I. Novikova, D. S. Novikov

*Abstract.* The article considers the attitude towards to health-created education in higher and secondary music-specialized schools and the ways and means of education for students-musicians requirements in health-created self-education.

*Key words and phrases:* Health-created education, healthy lifestyle, Upbringing, Health-created culture.

## AS A TOOL-HOUSE TRAINING IMPROVING THE COMPETITIVENESS INNOVATION IN SOCIETY

S. E. Maikova

*Abstract.* An approach to the formation of the organization of the algorithm in-house training of employees as a tool to enhance competitiveness in the modernization of the economic system and its orientation to the innovative type of development. Human capital is seen as a key element of competitiveness. Building human capital, improving its quality through in-house training should be done from the perspective of problem-oriented approach.

*Key words and phrases:* house training, certification, problem-based learning, innovation development, competitiveness.

## METHODICAL SOFTWARE DEVELOPMENT ORGANIZATION BUILDING MANAGEMENT EDUCATIONAL SERVICES

D. V. Okunev

*Abstract.* The article deals with methodical approaches to the formation of a personnel reserve of the organization, the concerns of management personnel.

*Key words and phrases:* human resources, management personnel, management capacity, certification of personnel, personnel reserve.

## THE ROLE OF THE LABORATORY WORKSHOP IN ORGANIC CHEMISTRY AT THE INTERDISCIPLINARY COOPERATION IN THE PREPARATION CHEMICAL ENGINEER

M. A. Kushner, T. S Seliverstova, A. E. Shcherbina

*Abstract.* Relationship of the experimental methods of work of students in the process of passing the laboratory works on discipline with real technological schemes of some practically important industrial processes is discussed. The continuity of knowledge and the importance of laboratory works on organic chemistry in the formation of chemical process of thinking of the future specialist are illustrated.

*Key words and phrases:* interdisciplinary communication, training of chemical engineers, practice-based learning.

## DEVELOPMENT MINILABS FOR TEACHING EXPERIMENT ON HYDRAULICS

G. D. Slabozhanin

*Abstract.* We describe the technical and artistic design solutions, which allowed a three minilabs for the study of hydraulics. They are already widely used in educational institutions in Russia and abroad.

*Key words and phrases:* experiment, hydraulics, minilab.

## THE STUDY OF ASTRONOMY IN THE MODERN SCHOOL

A. V. Kurenschikov

*Abstract.* We prove the importance of studying astronomy in school and in college, are considered the most effective forms of studying astronomy.

*Key words and phrases:* astronomy elective course, astronomy club, astronomy summer school, Astronomy Olympiad.



## A COMPARATIVE ANALYSIS OF RESULTS COMPUTING EXPERIMENT IN VARIOUS MEDIA SOFTWARE

T. V. Kormilitsyna

**Abstract.** Describe the algorithms of computational experiments for solving the problem of approximation of functions by the method of least squares, implemented spreadsheets in Excel and specialized mathematical systems, Scilab, and Mathematica.

**Key words and phrases:** experiment, the approximation of functions, numerical method.

## HOCHSCHILD CONSTRUCTION FOR LIE ALGEBRAS

M. V. Ladoshkin

**Abstract.** Discusses the construction of the Hochschild complex for the Lie algebra. We consider the design of the complex itself, we can prove Theorem that the differential in this complex is well defined, used the following connection with the complex of Hochschild for associative algebras.

**Key words and phrases:** algebraic topology, homotopy, sustainability, display, simplicial facets.

## INVESTIGATION OF THE INTERACTION MODEL THREE COMMUNITIES COMMON FIXED NUMBER

T. F. Mamedova, A. A. Lyapina

**Abstract.** In the paper we investigate the equilibrium model of interaction between the three communities with a constant number for some values of the parameters. An example of studying the stability of the equilibrium state of the system. It is proved that the chosen values of the parameters of the equilibrium of the system is asymptotically stable. The result obtained by a new method of research.

**Key words and phrases:** model, stability of the system.

## SOME ASPECTS OF THE STUDY OF THE ALBUM “RADIATION SAFETY” DISCIPLINE “LIFE SAFETY”

E. G. Maltsev

**Abstract.** Deals with methodological problems of teaching the section “Radiation Safety” course “Safety”. This section has a number of reasons at the present time is particularly relevant for industrial conditions, and for the population of the Russian Federation.

**Key words and phrases:** radiation, ionizing radiation, dose, activity of the radionuclide in the source, dosimeter-radiometer, dose rate.

## METHODS OF CALCULATING THE CHARACTERISTICS OF THE POSITIVE COLUMN OF A GAS DISCHARGE

V. V. Liskin, A. V. Kurenschikov

*Abstract.* The article deals with methods for calculating the characteristics of the positive column of gas discharge, based on different models of gas discharges.

*Key words and phrases:* discharge plasma positive column, the equation, the electron temperature, energy balance, the major transitions.

## METHOD OF TRANSFORMATION OF ANALOG SIGNALS IN DIGITAL SIGNALS

A. S. Ivantsov, N. S. Sobolev, A. V. Suldin

*Abstract.* The process of building a system for converting analog signals into digital. The circuits are designed and conversion characteristics of the process.

*Key words and phrases:* signal sampling model.

## USE MOULD A. V. BELYUSTIN CRYSTAL GROWTH ADP IN PRACTICAL CLASSES ON CRYSTAL GROWTH

Yu. A. Maskaev, A. M. Shikin

*Abstract.* The article describes the experience of using the mold, designed in Gorky (now Nizhny Novgorod) State University named after N. I. Lobachevsky famous Soviet crystallographer A. V. Belyustin in growing single crystals of ammonium dihydrogen phosphate on the practical lessons on crystal growth in the Institute of Physics and Chemistry of Mordow State University named after N. P. Ogarev.

*Key words and phrases:* the concentration convection, the pyramid of regeneration, hypothermia.

## METHOD OF DETERMINING THE SPECIFIC CHARGE OF SODIUM ION

V. K. Sveshnikov, V. G. Vasilchenko

*Abstract.* The method of determining the ratio of sodium ion charge to its mass with high pressure sodium lamps.

*Key words and phrases:* ion charge, the magnetron, a solenoid magnetic field.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

### **Васильченко Василий Григорьевич**

*Аспирант кафедры физики и методики обучения физике, ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт им. М. Е. Евсевьева», г. Саранск, Российская Федерация*

### **Грошева Елена Петровна**

*Кандидат педагогических наук, доцент кафедры основ конструирования механизмов и машин, ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева», г. Саранск, Российская Федерация*

### **Иванцев Анатолий Степанович**

*Кандидат физико-математических наук, доцент кафедры сетей связи и систем коммуникации, ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева», г. Саранск, Российская Федерация*

### **Кормилицына Татьяна Владимировна**

*Кандидат физико-математических наук, доцент кафедры информатики и вычислительной техники, ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт им. М. Е. Евсевьева», г. Саранск, Российская Федерация*

### **Купряшкин Владимир Федорович**

*Кандидат технических наук, доцент кафедры основ конструирования механизмов и машин, ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева», г. Саранск, Российская Федерация*

### **Куренчиков Александр Владимирович**

*Кандидат технических наук, доцент кафедры физики и методики обучения физике, ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт им. М. Е. Евсевьева», г. Саранск, Российская Федерация*

### **Кушнер Марина Александровна**

*Кандидат химических наук, доцент кафедры органической химии, Белорусский государственный технологический университет, г. Минск, Беларусь*

### **Ладошкин Михаил Владимирович**

*Кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой математики, ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт им. М. Е. Евсевьева», г. Саранск, Российская Федерация*

**Лискин Виталий Викторович**

*Студент физико-математического факультета, ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт им. М. Е. Евсевьева», г. Саранск, Российская Федерация*

**Ляпина Анна Александровна**

*Аспирант кафедры прикладной математики, ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева», г. Саранск, Российская Федерация*

**Майкова Светлана Эдуардовна**

*Кандидат экономических наук, доцент кафедры маркетинга, ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева», г. Саранск, Российская Федерация*

**Мальцев Евгений Геннадьевич**

*Кандидат технических наук, доцент кафедры светотехники светотехнического факультета, ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева», г. Саранск, Российская Федерация*

**Мамедова Татьяна Фанадовна**

*Кандидат физико-математических наук, доцент кафедры прикладной математики, ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева», г. Саранск, Российская Федерация*

**Маскаев Юрий Андреевич**

*Кандидат физико-математических наук, доцент кафедры экспериментальной физики, Институт физики и химии, ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева», г. Саранск, Российская Федерация*

**Наумкин Николай Иванович**

*Доктор педагогических наук, заведующий кафедрой основ конструирования механизмов и машин, ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева», г. Саранск, Российская Федерация*

**Новиков Денис Сергеевич**

*Аспирант кафедры педагогики, ГФБОУ ВПО «Волгоградский государственный социально-педагогический университет», г. Волгоград, Российская Федерация*

**Новикова Елена Ивановна**

*Кандидат биологических наук, доцент кафедры морфологии, физиологии человека и медико-педагогических дисциплин, ГФБОУ ВПО «Волгоградский государственный социально-педагогический университет», г. Волгоград, Российская Федерация*

**Окунев Денис Викторович**

*Кандидат экономических наук, доцент кафедры экономической теории, ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева», г. Саранск, Российская Федерация*

**Панюшкина Елена Николаевна**

*Аспирант кафедры прикладной математики, ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева», г. Саранск, Российская Федерация*

**Свешников Виктор Константинович**

*Член-корр. АЭН Российской Федерации, доктор технических наук, профессор кафедры физики и методики обучения физике, ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт им. М. Е. Евсевьева», г. Саранск, Российская Федерация*

**Селиверстова Тамара Семеновна**

*Кандидат химических наук, доцент кафедры органической химии, Белорусский государственный технологический университет, г. Минск, Беларусь*

**Слабожанин Геннадий Дмитриевич**

*Кандидат технических наук, доцент, Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск, Российская Федерация*

**Соболев Николай Сергеевич**

*Старший преподаватель кафедры сетей связи и систем коммутации факультета электронной техники ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева», г. Саранск, Российская Федерация*

**Сульдин Алексей Васильевич**

*Преподаватель кафедры сетей связи и систем коммутации факультета электронной техники ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева», г. Саранск, Российская Федерация*

**Шекшаева Наталья Николаевна**

*Аспирант кафедры основ конструирования механизмов и машин, ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева», г. Саранск, Российская Федерация*

**Шикин Александр Михайлович**

*Кандидат физико-математических наук, доцент кафедры экспериментальной физики, Институт физики и химии, ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева», г. Саранск, Российская Федерация*

**Щербина Ада Эммануиловна**

*Доктор химических наук, профессор кафедры органической химии, Белорусский государственный технологический университет, г. Минск, Беларусь*

---

ОТ РЕДАКЦИИ .....	3
-------------------	---

---

## ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

---

Экспериментальная оценка готовности технических вузов к формированию у студентов компетентности в инновационной инженерной деятельности <i>Наумкин Н. И., Шекшаева Н. Н., Грошева Е. П., Купряшкин В. Ф., Панюшкина Е. Н.</i> .....	4
Об организации здравотворческого образования будущего педагога-музыканта <i>Новикова Е. И., Новиков Д. С.</i> .....	10
Внутрифирменное обучение как инструмент повышения конкурентоспособности в инновационном обществе <i>Майкова С. Э.</i> .....	13
Методическое обеспечение процессов развития управленческого потенциала организации образовательной сферы <i>Окунев Д. В.</i> .....	19

---

## ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

---

Роль лабораторного практикума по органической химии в междисциплинарном взаимодействии при подготовке химиков-технологов <i>Кушнер М. А., Селиверстова Т. С., Щербина А. Э.</i> .....	25
Разработка минилабораторий для учебного эксперимента по гидравлике <i>Слабожанин Г. Д.</i> .....	29
Изучение астрономии в современной школе <i>Куренищikov А. В.</i> .....	37

Сравнительный анализ результатов вычислительного эксперимента в различных программных средах <i>Кормилицына Т. В.</i> .....	41
Построение комплекса Хохшильда для алгебр Ли <i>Ладошкин М. В.</i> .....	47
Исследование модели взаимодействия трех сообществ с постоянной общей численностью <i>Мамедова Т. Ф., Ляпина А. А.</i> .....	52
Некоторые аспекты изучения раздела «Радиационная безопасность» дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» <i>Мальцев Е. Г.</i> .....	57

---

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

---

Методы расчета характеристик положительного столба газового разряда <i>Лискин В. В., Куреничиков А. В.</i> .....	61
Метод преобразования аналоговых сигналов связи в цифровые сигналы <i>Иванцев А. С., Соболев Н. С., Сульдин А. В.</i> .....	72
Использование кристаллизатора А. В. Белюстина для выращивания монокристаллов ADP <i>Маскаев Ю. А., Шикин А. М.</i> .....	79
Метод определения удельного заряда иона натрия <i>Свешников В. К., Васильченко В. Г.</i> .....	84

---

<b>ABSTRACTS</b> .....	87
------------------------	----

---

<b>СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ</b> .....	91
----------------------------------	----

---



---

Подписано в печать 12.03.2012 г.  
Формат 70x100 1/16. Печать ризография.  
Гарнитура Times New Roman. Усл. печ. л. 11,7.  
Тираж 150 экз. Заказ № .

---

ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт им. М. Е. Евсевьева»  
Редакционно-издательский центр  
430007, г. Саранск, ул. Студенческая, 11 а

---

**ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ РУКОПИСЕЙ,  
ПРЕДСТАВЛЯЕМЫХ В РЕДАКЦИЮ ЖУРНАЛА  
«УЧЕБНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ В ОБРАЗОВАНИИ»**

*Журнал «Учебный эксперимент в образовании» включает разделы:*

- 1. Проблемы, теория и практика учебного эксперимента в образовании.**
- 2. Современные научные достижения в технике эксперимента.**
- 3. Лекционные демонстрации в преподавании естественно-научных, технических и гуманитарных дисциплин.**
- 4. Лабораторные приборы и установки.**
- 5. Учебный эксперимент и вопросы формирования ценностной системы личности.**
- 6. Компьютерные технологии в образовании.**
- 7. Проблемы управления образовательным процессом.**

К публикации принимаются материалы, касающиеся результатов оригинальных исследований и разработок, не опубликованные и не предназначенные для публикации в других изданиях. Объем статьи 6–12 с. машинописного текста и не более 2–4 рисунков.

**1. В редакцию необходимо представлять следующие материалы:**

**1.1** Рукопись статьи – 1 экз. в печатном виде на листах формата А4 (оформление – см. п. 2) и 1 экз. в электронном виде (оформление – см. п. 3). Бумажный вариант должен полностью соответствовать электронному.

**1.2** Ходатайство на имя главного редактора журнала члена-корреспондента АЭН РФ, доктора технических наук, профессора В. К. Свешникова, подписанное руководителем организации и заверенное печатью.

**1.3** Два экземпляра рецензии, подписанные специалистом и заверенные печатью учреждения. В рецензии отражается актуальность раскрываемой проблемы, оценивается научный уровень представленного материала и дается рекомендация об опубликовании статьи в журнале.

**1.4** Сведения об авторе(ах): ФИО (полностью), ученая степень, ученое звание, должность, место работы (место учебы или соискательство), контактные телефоны, факс, e-mail, почтовый индекс и адрес.

**1.5** Фамилия и инициалы автора(ов), название статьи, аннотация (не более 0,3 стр.), ключевые слова и фразы на русском и английском языках.

**1.6** В конце статьи – список литературы (оформление – см. п. 2.6.).

**1.7** Индекс УДК (универсальная десятичная классификация).

**2. Правила оформления рукописи статьи в печатном виде:**

**2.1** Текст рукописи набирается шрифтом Times New Roman размером 14 pt с межстрочным интервалом 1,5. Русские и греческие буквы и индексы, а также цифры набирать прямым шрифтом, а латинские – курсивом. Аббревиатуры и стандартные функции (Re, cos) набираются прямым шрифтом.

**2.2** Размеры полей страницы по 20 мм формата А4. Обязательна нумерация страниц по центру.

**2.3** Основной текст рукописи может включать формулы. Формулы должны иметь нумерацию (с правой стороны в круглых скобках). Шрифт формул должен соответствовать требованиям, предъявляемым к основному тексту статьи (см. п. 2.1). В статье должен быть необходимый минимум формул, все второстепенные и промежуточные математические преобразования выносятся в приложение к статье (для рецензента).

**2.4** Основной текст рукописи может включать таблицы, рисунки, фотографии (черно-белые или цветные). Данные объекты должны иметь названия и сквозную нумерацию.

Качество предоставления рисунков и фотографий – высокое, пригодное для сканирования. Шрифт таблиц должен соответствовать требованиям, предъявляемым к основному тексту статьи (см. п. 2.1). Шрифт надписей внутри рисунков – Arial № 10 (обычный).

**2.5** Список литературы размещается в конце статьи в порядке последовательности ссылок в тексте. Ссылки на литературу в тексте заключаются в квадратные скобки. Оформление списка литературы проводить в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1-2003.

**2.6** Рукопись должна быть тщательно отредактирована и подписана автором(ми) с обратной стороны последней страницы с указанием контактных телефонов.

### **3. Правила оформления рукописи статьи в электронном виде**

**3.1** В электронном виде необходимо представить два текстовых файла: 1) рукопись статьи; 2) информация об авторе(ах). Запись файлов выполняется в текстовом редакторе MicrosoftWord (расширения .doc или .rtf) на дискету или лазерный диск, а также возможна отправка на электронную почту (см. ниже). В названии файлов указывается фамилия автора(ов).

**3.2** Все графические материалы (рисунки, фотографии) записываются в виде отдельных файлов в графических редакторах CorelDraw, Photoshop и др. (расширения .cdr, .jpeg, .tiff). Все графические материалы должны быть доступны для редактирования.

### **4. Общие требования:**

**4.1** Редакция оставляет за собой право дополнительно назначать экспертов.

**4.2** Рукописи, не соответствующие изложенным требованиям, к рассмотрению не принимаются.

**4.3** Рукописи, не принятые к опубликованию, авторам не возвращаются. Редакция имеет право производить сокращения и редакционные изменения текста рукописей.

**4.4** На материалах (в том числе графических), заимствованных из других источников, необходимо указывать авторскую принадлежность. Всю ответственность, связанную с неправомерным использованием объектов интеллектуальной собственности, несут авторы рукописей.

**4.5** Гонорар за опубликованные статьи не выплачивается.

**4.6** Рукописи статей с необходимыми материалами представляются ответственному секретарю журнала Т. В. Кормилицыной по адресу:

430007, г. Саранск, ул. Студенческая, д. 11 а, каб. 221. Тел.: (8342) 33-92-82; тел./факс: (8342) 33-92-67; эл. почта: edu\_exp@mail.ru

### **5. Порядок рассмотрения статей, поступивших в редакцию:**

**5.1** Поступившие статьи рассматриваются членами редколлегии в течение месяца.

**5.2** Редакционная коллегия оставляет за собой право отклонять статьи, не отвечающие установленным требованиям или тематике журнала. Рукописи, не принятые к опубликованию, авторам не возвращаются.

**5.3** Редакционная коллегия не вступает в дискуссию с авторами отклоненных материалов и не возвращает рукописи.

**5.4** Редакция не несет ответственность за допущенные авторами ошибки и плагиат в содержании статей.

**5.5** Редакционная коллегия в течение 7 дней уведомляет авторов о получении статьи. Через месяц после регистрации статьи редакция сообщает авторам о результатах рецензирования и о сроках публикации статьи.

**5.6** Редакционная коллегия предоставляет автору бесплатный экземпляр журнала, содержащий опубликованную статью.

## **Подписка**

Осуществляется подписка на научно-методический журнал  
«Учебный эксперимент в образовании».

Журнал выходит 4 раза в год, распространяется только по подписке.  
Подписчики имеют преимущество в публикации научных работ.

На журнал можно подписаться в почтовых отделениях. Индекс для  
подписки в дополнительном каталоге «Роспечать» по Республике  
Мордовия – 31458.

Подписная цена на полугодие – 213 руб. 22 коп.

По всем вопросам подписки и распространения журнала обращаться  
по адресу: 430007, г. Саранск, ул. Студенческая, д. 11а, каб. 221.  
Тел.: (8342) 33-92-82;  
тел./факс: (8342) 33-92-67;  
эл. почта: [edu\\_exp@mail.ru](mailto:edu_exp@mail.ru)