

# **ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ ЕСТЕСТВЕННО – НАУЧНАЯ ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ**

*И.Д. Рудинский*  
доктор педагогических наук,  
кандидат технических наук,  
профессор кафедры СУ и ВТ  
Калининградский  
государственный технический университет  
[idru@yandex.ru](mailto:idru@yandex.ru)

*А.В. Пец*  
кандидат физико-математических наук,  
доцент кафедры высшей математики БГАРФ  
«БГАРФ» ФГБОУ ВПО «КГТУ»  
[pets119@rambler.ru](mailto:pets119@rambler.ru)

*Р.С. Пластов*  
аспирант кафедры СУ и ВТ  
Калининградский  
государственный технический университет  
[idru@yandex.ru](mailto:idru@yandex.ru)

## **Концепция гибридной организации лабораторного практикума по физике (на примере темы «звуковые колебания»)**

*Предложена концепция гибридной организации лабораторных работ, основанная на системном объединении возможностей известных педагогических технологий. Разработана модель лабораторного занятия, в котором натурные, виртуальные и академические составляющие являются компонентами дидактической системы исследования изучаемых физических процессов*

Ключевые слова: принцип полионтизма; реальный объект; виртуальная модель; лабораторный практикум; гибридный подход

Одна из важнейших тенденций современного этапа развития человеческой цивилизации – необходимость повышения уровня владения информационными и коммуникационными технологиями (ИКТ) отдельными людьми и целыми профессиональными сообществами специалистов [21]. Эта тенденция диктует новые требования к профессиональной подготовке студентов образовательных учреждений как высшего, так и среднего профессионального образования [8].

В частности, особое внимание уделяется использованию средств ИКТ для информационной поддержки образовательного процесса, для построения и углубленного исследования моделей объектов и явлений, а также для имитации и прогнозирования их функционирования в условиях, которые невозможно создать при проведении традиционных натуральных экспериментов.

При анализе современных подходов к подготовке специалистов был выявлен ряд проблем, связанных как с последствиями частичного переноса обучения в виртуальную

среду, так и с недостаточностью традиционного дидактического потенциала, реализуемого при организации и проведении лабораторных работ и практических занятий по дисциплинам естественно-научного цикла, для обеспечения необходимого уровня требуемых в современных условиях навыков.

Первая группа – проблемы, связанные с чрезмерной виртуализацией учебного процесса, вследствие которой у обучаемых формируется отрешенность от реальных процессов материального мира, а также они частично утрачивают способности межличностной коммуникации [10].

Процесс виртуализации образовательного процесса приводит к тому, что в образовательной сфере все большую роль начинает играть понятие «киберпространство» [22], т.е. своего рода «иллюзорный мир», создающий иллюзию практически неограниченной свободы в области моделирования различных явлений и процессов, с последующей их демонстрацией и исследованием вместо реальных объектов в образовательных целях при формировании компетенций будущего специалиста.

Термин «киберпространство» был введен в употребление Уильямом Гибсоном (William Gibson) в романе «Нейромант» для обозначения всей совокупности информации, содержащейся в компьютерных сетях. По мнению В.А. Дергачева, киберпространство является виртуальным пространством Всемирной информационной сети, в котором отсутствуют таможенные, налоговые и другие ограничения для транспортировки интеллектуального продукта, присущие реальному миру.

Такая свобода способна изменить отношение человека к реальному миру, когда постоянно находящийся в виртуальном пространстве пользователь компьютерных систем начинает проецировать виртуальную «свободу» киберпространства на реальный мир, вследствие чего может нарушиться восприятие наблюдаемых в виртуальной реальности процессов в результате их подмены проекциями аналогов, наблюдаемых в виртуальном мире [12].

Вторая группа – это проблемы, связанные с обновлением и эффективной адаптацией материально-технической базы образовательного учреждения к использованию современных программных продуктов [4].

Необходимость непрерывной адаптации учебных планов и программ к изменяющимся требованиям современного общества в условиях глубокой интеграции ИКТ в образовательную систему предопределяет стремление к непрерывному обновлению материально-технической базы и программного обеспечения учебного процесса.

В этом контексте образовательные учреждения сталкиваются с двумя серьезными проблемами. Первая из них традиционна для отечественной системы образования – недостаточное финансирование обновления материально-технической базы, вследствие чего многие вузы и другие ОУ вынуждены использовать для проведения лабораторных работ, практикумов и других видов учебной деятельности устаревшее оборудование, не в полной мере соответствующее современным задачам подготовки компетентных специалистов [9].

Вторая проблема заключается в непрерывном усложнении программных продуктов, предназначенных для использования в реальных секторах экономики и далеко не всегда адаптированных к целям и задачам образовательного процесса, в том числе из-за их высокой стоимости.

Ведущие разработчики программного обеспечения, заинтересованные в освоении будущими специалистами их продуктов, предпринимают попытки предоставить ОУ легальный доступ к ним по так называемым академическим лицензиям, путем создания особых «ограниченных» версий программ, не предназначенных для коммерческого использования, и т.п.

Однако, такие попытки не всегда достигают цели не только из-за недостаточной мощности устаревших компьютеров, но и по причине отсутствия специализированного дидактико-методического обеспечения, а также из-за невозможности его сопряжения с имеющимся лабораторным оборудованием.

Таким образом, внедрение средств ИКТ оказывает не только прогрессивное, но и негативное влияние на образовательный процесс, усложняя и повышая его стоимость. Разрыв между целями образовательного процесса с одной стороны, и ограниченными возможностями материальной базы образовательных учреждений при стремительном расширении виртуального образовательного пространства с другой стороны по мере развития программного обеспечения не уменьшается, а только увеличивается.

Соответственно, приобретает особую актуальность задача повышения эффективности и поиска принципиально новых подходов к организации образовательного процесса с учетом как имеющейся материально-технической и программно-технической базы образовательных учреждений, так и существующих угроз чрезмерной виртуализации образовательного пространства.

В публикации [4] мы выделили три подхода к организации образовательного процесса:

- Академический, «человеко-ориентированный» (Human), основанный на личном контакте преподавателя с обучающимися при проведении аудиторных занятий и состоящий в прямой передаче знаний по принципу бродкастинга с использованием классической доски с мелом или маркером (более современный вариант – применение компьютерной презентации) и демонстрационных наглядных пособий;

- Традиционный, «натурно-ориентированный» (Real), основанный на применении натурального (производственного или лабораторного) оборудования для изучения материальных процессов и/или явлений в условиях, максимально приближенных к реальным, под контролем преподавателя;

- Виртуальный, «ИКТ-ориентированный» (Virtual), основанный на замене личного контакта преподавателя с обучающимися виртуальным взаимодействием с обучающей моделью, созданной в киберпространстве, при внедрении в образовательный процесс технологий дистанционного обучения, электронных учебников и пособий, компьютерного тестирования учебных достижений, виртуальных лабораторных работ, компьютерных симуляторов и т.п.

**«Теория без практики мертва, практика без теории слепа».** Эти слова А.В. Суворова наглядно отражают нецелесообразность разделения рассматриваемых подходов к организации образовательного процесса. Очевидно, что каждый из этих подходов по отдельности не способен обеспечить формирование у обучающихся необходимых компетенций.

Так, изучая какую-либо дисциплину лишь на основе лекций или учебников, студент получает не необходимые практические навыки в рассматриваемой области, а лишь «знания-копии», которые сложно спроецировать на отличный от изучаемого класс задач [16].

Академический подход предусматривает обучение в группах, где могут возникнуть проблемы с выравниванием темпа освоения материала различными студентами [14]. Исключительно практический подход лишает обучающихся теоретико-методологической базы, без которой невозможно дальнейшее развитие полученных в процессе обучения практических навыков и возникают проблемы с пониманием причинно-следственной связи между приложенными усилиями и полученным результатом [15].

В свою очередь, чрезмерное погружение в виртуальную среду может привести, в конечном счете, к потере способности проецирования полученных знаний и навыков в реальный мир, а также к отсутствию понимания последствий и ответственности за допущенные ошибки, которые так легко исправляются в любой момент времени в киберпространстве [12].

В настоящий момент существует несколько путей решения рассматриваемых проблем. Рассмотрим пути, наиболее распространенные на сегодняшний день.

Традиционный путь, объединяющий «человеко-ориентированный» и «практико-ориентированный» подходы (Human-Real). Многие годы применяется как в среднем, так и в высшем образовании. Рассматривая традиционные подходы к образованию, А. Гин в качестве одного из противоречий традиционного образования называет информацию, преподаваемую теоретико-практическими методами, устаревшей еще до того, как она попадает в учебники [17].

Высокая динамика развития современного общества, возникновение новых и развитие старых технологий не позволяют создать в учебном заведении методико-технологическую базу, которая будет актуальна на протяжении хотя бы нескольких лет. Можно привести слова Жана Фукамбера, сотрудника Национального института педагогических исследований (Франция): «20 процентов детей в возрасте до 12 лет воспринимают только треть информации, содержащейся в тексте, 30 процентов читают слишком медленно и только один из шестидесяти читает быстро и осмысленно» [17].

Однако в условиях перехода общества на информационную стадию утрата актуальности материалов, изучаемых в рамках традиционного подхода, будет только ускоряться.

Виртуально-натурный подход (Virtual-Real) активно разрабатывался Мартыненковым В.В. и Рудинским И.Д. [19, 20], Баскиным Ю.Г., Сусленковой Э.Б. [18]. Он заключается в создании и использовании для изучения конкретного физического процесса натурального лабораторного комплекса с обязательным применением элементов компьютерного моделирования.

В частности, В.В. Мартыненков с соавторами предлагают создавать виртуально-натурные обучающие стенды [19], сочетающие в себе реальное лабораторное оборудование с элементами виртуальной модели в виде автоматизированной обучающей системы (АОС).

При этом каждая часть стенда функционирует независимо друг от друга, поэтому для внесения изменений необходима ручная корректировка как виртуальной модели, так и натурального прототипа.

Для каждого следующего явления или процесса, изучаемого в рамках учебной дисциплины, необходимо создавать отдельный виртуально-натурный стенд, включающий как собственно натуральный прототип, так и соответствующую виртуальную модель. При этом роль преподавателя сведена к минимуму – он из наставника превращается в наблюдателя, лишь контролирующего ход выполнения работы.

Каждый предложенный В.В. Мартыненковым учебный стенд предназначен для изучения только конкретного технологического процесса, что ограничивает применение такого подхода в образовательном процессе в учреждениях как общего, так и среднего образования. Все это, в конечном счете, приводит к повышению затрат на лабораторное обеспечение образовательного процесса.

В свою очередь, Баскиным Ю.Г. и Сусленковой Э.Б. предложена модель организации лабораторных практикумов на примере практического обучения в вузах МЧС России, совмещающая проведение виртуального и натурального экспериментов с элементами проектной деятельности [18]. Предложены три варианта структуры лабораторных занятий:

- *Последовательный натурно-виртуальный эксперимент;*
- *Последовательный виртуально-натурный эксперимент;*
- *Параллельный натурно-виртуальный эксперимент.*

Не останавливаясь на их детальном анализе, отметим общую черту: в предложенных схемах проведения лабораторного эксперимента натурное и виртуальное моделирование представляют собой разнесенные во времени процедуры. Кроме того, в этих схемах никак не оговаривается роль и функции преподавателя как важнейшего участника образовательного процесса.

По мнению авторов [18], такой подход позволяет выбирать модель лабораторного занятия, релевантную каждому изучаемому явлению, однако он повышает сложность анализа и подготовки материалов, необходимых для проведения эксперимента, а также препятствует разработке универсальной методики его реализации в различных учебных дисциплинах.

На наш взгляд, эффективное решение отмеченных проблем может заключаться в создании гибридных образовательных систем, сочетающих в себе элементы академического «человеко-ориентированного» (Human), виртуального (Virtual) и традиционного «натурно-ориентированного» (Real) подходов к организации образовательного процесса [4].

Построение и применение гибридных HVR-систем позволит использовать практически неограниченные имитационные возможности «виртуальной реальности» в сочетании с осязаемостью и реальным участием обучающегося в изучаемом процессе. При этом неотъемлемой компонентой образовательной HVR-системы будет являться преподаватель, компетентность, опыт и авторитет которого дополняют и усиливают знания и умения, самостоятельно получаемые обучающимися при взаимодействии с аппаратно-программной частью гибридного комплекса [4].

При подготовке учеников физико-математического профиля, а также студентов средних специальных образовательных учреждений технических направлений подготовки большое значение уделяется формированию компетенций, связанных с умением проводить измерения физических величин и выполнять статистическую обработку полученных экспериментальных данных с последующим сравнением с теоретическими моделями изучаемых явлений.

Поэтому актуальным становится переход от системы обучения, ориентированной на максимальную информируемость об изучаемом процессе, к дидактической системе, развивающей познавательные способности студентов, обучающей методам продуцирования научного знания и использующей все основные достоинства существующих на сегодняшний день образовательных методик.

В этом аспекте представляется интересным совмещение в рамках лабораторного практикума технологии цифрового моделирования (фактически – виртуализации) конкретных физических явлений с экспериментальным изучением физических основ этих явлений при максимальном использовании возможностей академического «человеко-ориентированного» подхода – таких как понимание преподавателем особенностей личности каждого обучающегося, помощь в преодолении разрыва между теорией и практикой и т.д.

На наш взгляд, такое объединение позволит интегрировать достоинства всех трех подходов к организации образовательного процесса, обеспечит сопряжение практически неограниченных имитационных возможностей «виртуальной реальности» с осязаемостью и реальным участием обучающегося в изучаемом процессе.

При этом прямое общение обучающегося с преподавателем-тьютором создаст основу для передачи личного опыта, снизит субъективизм наблюдений и количество

ошибок, в первую очередь связанных с достоверным распознаванием явлений реального мира среди факторов «виртуальной реальности».

В свою очередь, исследование изучаемого процесса под руководством преподавателя с применением реального производственного или лабораторного оборудования в сочетании с имитационным моделированием и программно-аппаратной обработкой результатов обеспечит более эффективную содержательную рефлексию получаемых знаний и ускорит формирование необходимых практических умений и навыков, а также сократит время, необходимое для обработки больших объемов экспериментальных данных [4].

В настоящей работе мы предлагаем модель лабораторного занятия, в котором натурные и виртуальные компоненты наряду с преподавателем являются элементами единой образовательной системы исследования физических процессов в реальном масштабе времени. Предлагаемая модель отчасти основана на предложенной в [24] модели учебного занятия, в которой виртуальные приборы и средства компьютерной обработки данных объединены в единую систему продуцирования знаний.

Также, в определенной степени, одним из теоретических оснований нашего подхода может считаться сформулированный Носовым Н.А. [2] принцип полионтичности двух категорий реальности: виртуальной и константной (в рассматриваемом случае – физической).

Подчеркнем, что онтологически виртуальная и константная реальности различаются, но они взаимно дополняют друг друга при описании природных явлений. В приложении к инженерной педагогике содержание принципа полионтизма раскрыто в [25].

Объединение дидактических возможностей натурального и виртуального образовательных пространств в сочетании с ведущей ролью преподавателя открывает широкие возможности применения рассматриваемой модели для организации лабораторных практикумов по дисциплинам естественно-научного цикла.

При совместной реализации всех трех (Human, Real, Virtual) составляющих предлагаемой концепции возникает дополнительный синергетический эффект, выражающийся в принципиально новом уровне интерактивности и адаптивности полученной системы, возрастании роли преподавателя относительно более традиционного VR-подхода, а также ориентированность образовательного процесса на передовые информационные технологии, разрабатываемые в настоящее время (дополненная виртуальная реальность [23]). Рассмотрим пример реализации гибридного HVR-подхода в рамках лабораторного практикума по физике (тема «Звуковые волны») для учащихся 9-10 классов средней общеобразовательной школы [7].

Целью работ являются ознакомление обучающихся с явлениями, связанными со звуковыми колебаниями, а также изучение характеристик реальной звуковой волны с применением идеализированного цифрового (виртуального) генератора. В результате выполнения лабораторных работ обучающиеся получают представление о строении, структуре и поведении звуковых волн в различных средах, а также приобретают знания в области наложения волновых колебаний и графической интерпретации изучаемого явления с помощью фигур Лиссажу.

В рамках предлагаемого лабораторного комплекса реализуются как традиционный натурно-ориентированный метод изучения звуковых колебаний, заключающийся в демонстрации звуковых волн в окружающем мире и расчетах параметров этих волн, так и элементы моделирования виртуальных приборов средствами пакета LabVIEW [3].

Установка включает в себя компьютер, на котором реализован виртуальный интерфейс взаимодействия с пользователем, включающий в себя генератор звуковых колебаний заданной частоты, осциллограф и измерительные средства, включая визуализацию

зацию в реальном времени наблюдаемых звуковых колебаний, а также вынесенный внешний микрофон.

Преподаватель (Human), являясь неотъемлемой частью HVR-системы, на основании собственного опыта, компетентности и авторитета, усиливает и дополняет знания, получаемые учениками в процессе взаимодействия с предлагаемой системой [7]. В свою очередь, ученики сравнивают звуки окружающей среды, такие как голос, музыкальный инструмент и т.д. (Real), характеристики которых демонстрируются на осциллографе в режиме реального времени, с виртуальными моделями звуковых колебаний идеализированного генератора (Virtual), а также знакомятся с цифровыми методами измерений параметров процессов.

Использование идеализированного виртуального генератора звуковых колебаний расширяет возможности изучения особенностей прохождения звуком различных сред.

В частности, поэтапное сравнение результатов наблюдений за распространением звуков в общедоступных средах, таких как воздух, вата, дерево и т.д., с их виртуально воссозданными моделями, позволяет спроецировать полученные знания на ситуации и среды, реализация которых в лабораторных условиях образовательного учреждения затруднена или практически невозможна (напр. жидкий азот, воздух различной степени разряженности, редкоземельные материалы и т.п.).

При этом высокая компетентность преподавателя по изучаемой проблематике позволит ему перейти от традиционной роли тьютора-консультанта к роли эксперта-наставника, когда консультирование становится лишь одной из многих функций, наряду с передачей опыта, мотивированием, содержательной интерпретацией и прогнозированием получаемых результатов и т. д.

Таким образом, за счет взаимодействия всех трех рассматриваемых составляющих гибридной системы возникает синергетический эффект, выраженный в возможности более четкого понимания и прогнозирования развития изучаемых явлений и процессов с учетом реальных ограничений, при этом опыт преподавателя позволяет, во-первых, сделать акцент на наиболее важных моментах и особенностях изучаемого явления, во-вторых, предостеречь от наиболее часто допускаемых при проведении эксперимента ошибок, в-третьих, не допустить чрезмерное погружение в виртуальную реальность, и в-четвертых, сформировать более четкую, понятную и корректную интерпретацию получаемых промежуточных и итоговых результатов.

Концептуальная схема тематической лабораторной площадки «Звуковые колебания» показана на рис.1.

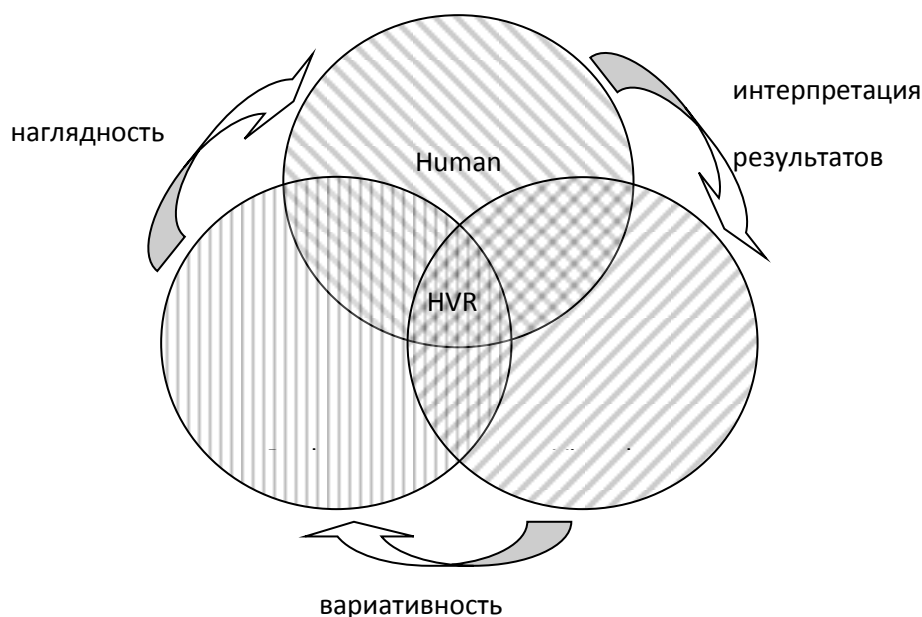


Рис.1. HVR-подход к организации лабораторной площадки «Звуковые колебания»

Приборный интерфейс установки позволяет наблюдать, сравнивать и исследовать в реальном времени такие характеристики реального и виртуального звукового сигнала, как форма гармонических колебаний, связь тона звука с частотой, определение частоты и амплитуды колебаний на слух, наблюдение на виртуальном осциллографе звуковых колебаний, создаваемых голосом человека и виртуальным генератором, сравнение сигналов виртуального генератора и голосовых звуков, а также визуализировать образы звуковых колебаний с помощью фигур Лиссажу.

Предложенная концепция гибридной организации образовательного процесса обладает адаптивным педагогическим свойством, позволяющим применять ее для организации и проведения лабораторных работ по различным темам и дисциплинам как по программе общеобразовательной школы, так и по программам образовательных учреждений иных уровней образования.

Необходимость использования информационных и коммуникационных технологий в образовательном процессе не подвергается сомнению. Высокие темпы развития ИКТ в современном мире диктуют свои условия подготовки специалистов, необходимых на сегодняшний день в мире.

Предложенная в настоящей статье концепция гибридного HVR-подхода, основанного на интеграции инновационных виртуально-ориентированных методов обучения с традиционными педагогическими технологиями, позволяет без существенного увеличения затрат на переоснащение образовательных учреждений обеспечить высокий уровень подготовки будущих специалистов в условиях быстрорастущих темпов научно-технического прогресса общества.

### Литература

1. Баскин Ю.Г., Сусленкова Э.Б. Методика проведения натурно-виртуального лабораторного эксперимента // Научно-теоретический журнал «Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта». Санкт-Петербург, 2009. № 9 (55), с. 3-8.



2. Носов Н.А. Виртуальная психология. – Москва: «Аграф», 2000. – 432 с.
3. П.Ф. Баранов, Е. В. Тараканов. Применение технологий LabView для разработки лабораторных практикумов удаленного доступа // Томский политехнический университет.
4. Рудинский И.Д., Пластов Р.С. О построении гибридных образовательных систем.//Гибридные и синергетические интеллектуальные системы - Калининград, 2014, с. 296-299.
5. W. Heisenberg, Über den anschaulichen Inhalt der quantentheoretischen Kinematik und Mechanik, Zeitschrift für Physik, 43 1927, pp 172—198. English translation: J. A. Wheeler and H. Zurek, Quantum Theory and Measurement Princeton Univ. Press, 1983, pp. 62-84.
6. Pais A. Niels Bohr's Times, in Physics, Philosophy, and Polity. Oxford, 1991; Held C The Meaning of Complementarity // Studies in History and Philosophy of Science. 1994. Vol. 25. P. 871—893.
7. Пластов Р.С., Рудинский И.Д. Гибридные образовательные технологии — инновационный подход к организации учебного процесса // Международная научная конференция. III Балтийский морской форум, тезисы докладов. Калининград, 2015. с.83-86.
8. Тенденции развития информатизации образования в современном обществе. [Электронный ресурс] URL:<http://www.rpio.ru/data/> (дата обращения 2.06.2015).
9. Воронина А.С. Российское образование: реалии, проблемы, тенденции.// Евроазиатский международный научно-аналитический журнал, Проблемы современной экономики №2 (42) – Москва, 2012.- с. 408-412.
10. Хованова Е.В. Межкультурные коммуникации в образовательном пространстве регионального вуза. - Белгород, 2010. - 228 с.
11. Потери, которых мы не замечаем. [Электронный ресурс] URL:<http://debridv.ru/article/8096> (дата обращения 1.06.2015).
12. Говорухина М.Ю. Виртуализация современного мира: раздвоение реальности. [Электронный ресурс] URL:<http://www.ict.edu.ru/ft/004097/> (дата обращения 3.06.2015).
13. Зависимость от Интернет и селфи могут признать болезнью. [Электронный ресурс] URL:<http://medportal.ru/mednovost/news/2015/05/26/815addiction/> (дата обращения 2.06.2015).
14. Теория обучения [Электронный ресурс] URL:<http://si-sv.com/Posobiya/teor-pedag/> (дата обращения 2.06.2015).
15. Иванько А., Ключев Н., Молчанов Я. Теория без практики мертва, практика без теории слепа. [Электронный ресурс] URL: <http://permnew.ru/> (дата обращения 2.06.2015)
16. Традиционный метод — обучение [Электронный ресурс] URL: <http://www.ngpedia.ru/> (дата обращения 4.06.2015).
17. Гин А. Семь противоречий нового образования [Электронный ресурс] URL: <http://www.trizway.com/art/form/> (дата обращения 3.06.2015).
18. Баскин Ю.Г., Сусленкова Э.Б. Методика проведения натурно-виртуального лабораторного эксперимента.// Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта №9. - Санкт-Петербург, 2009.
19. Мартыненко В.В., Лещинский М.Б. Виртуально-модельные комплексы как технология системы непрерывного профессионального образования. Известия Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота: Психолого-педагогические науки (теория и методика профессионального образования). Калининград: Изд. БГАРФ, 2010, № 3-4 (13-14), с. 41-50.
20. Мартыненко В.В., Пестриков А.М., Рудинский И.Д. Принципы построения виртуально-натурных обучающих комплексов для системы повышения профессиональной квалификации специалистов. - Известия БГА РФ: Психолого-педагогические науки: научный журнал. Калининград, 2012. - № 1(19), с. 32-41.
21. Ершова Т.В., Хохлов Ю.Е., Шапошник С.Б. Информационное общество для всех сегодня и завтра: совместные действия заинтересованных сторон по реализации стратегии развития информационного общества [Электронный ресурс] URL: <http://emag.iis.ru/arc/infosoc/emag.nsf/BPA/> (дата обращения 20.07.2015).

22. Mie Buhl New teacher functions in cyberspace — on technology, mass media and education [Электронный ресурс] URL: <http://seminar.net/volume-4-issue-1-2008-previousissuesmeny-122/> (дата обращения 20.07.2015).

23. Чивчалов А. 20 примеров дополненной реальности в образовании [Электронный ресурс] URL: <http://arnext.ru/articles/20-ar-eksperimentov-v-obrazovanii-2353> (дата обращения 30.07.2015)

24. Пец А.В. Вычислительная математика (технология вычислительного эксперимента): учебное пособие. – Калининград: Издательство БГАРФ, 2012. – 115 с.

25. Пец А.В. Полионтизм как характеристика деятельности в цифровых электронных средах. Вестник Российского государственного университета им. Иммануила Канта. Вып.4: Сер. Физико-математические науки.– Калининград: Изд-во РГУ им. И. Канта, 2009. с.104-107.

***Е.К. Артищева***

**доктор педагогических наук, доцент  
доцент кафедры математических и**

**естественнонаучных дисциплин**

**Калининградский пограничный институт  
artlena2010@mail.ru**

***Т.В. Сеницына***

**старший преподаватель**

**кафедры математических и**

**естественнонаучных дисциплин**

**Калининградский пограничный институт  
tatyana390@gmail.com**

## **Формирование исследовательской компетентности курсантов младших курсов при изучении дисциплин математического цикла**

*Описаны приемы формирования исследовательской компетентности в ходе аудиторных занятий по дисциплинам математического цикла. В центре внимания роль творческих заданий и научной работы для формирования исследовательской компетентности, а также контрольных и лабораторных работ и тестов коррекции знаний*

Ключевые слова: исследовательская компетентность; творческие задания, лабораторная работа; контрольная работа

Подготовка специалистов в высших военных учебных заведениях реализуется в условиях кардинального пересмотра представлений о целях образования и путях реализации этих целей.

Новые Федеральные стандарты высшего профессионального образования (ФГОС) ставят перед руководством и преподавателями вопросы о выборе типа и моделей обучения, соответствующих образовательных технологий, концепций развития учебно-методического обеспечения процесса обучения и средств обучения таким образом, чтобы обеспечить достойное качество образования.

Учитывая интеллектуальную нагрузку, которая в современном мире ложится на военного специалиста в условиях возрастающих требований к высоким технологиям в сфере обеспечения государственной безопасности, одной из важнейших задач подготовки курсантов должно стать формирование их исследовательской компетентности. Под исследовательской компетентностью будем понимать готовность специалиста применять исследовательские компетенции в профессиональной деятельности.

Исследовательская компетенция – это совокупность знаний в определенной области, наличие исследовательских умений (видеть и решать проблемы на основе выдвижения и обоснования гипотез, ставить цель и планировать деятельность, осуществлять сбор и анализ необходимой информации, выбирать наиболее оптимальные методы, выполнять эксперимент, представлять результаты исследования) [7].

Согласно ФГОС ВПО выпускник технического вуза должен обладать способностью использовать в профессиональной деятельности основные законы естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования в теоретических и экспериментальных исследованиях, приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии, что составляет одну из основных профессиональных компетенций будущего инженера.

Для достижения поставленной цели при изучении дисциплин математического цикла обучающийся обязательно должен получить совокупность знаний, способностей, навыков и опыта в проведении исследования, получении определенного нового знания, нового интеллектуального продукта, создания нового проекта, нового решения проблемы и т.д.

Формирование исследовательской компетентности осуществляется прежде всего в ходе научной работы курсанта. Доказано [3], что заметная эффективность научно-исследовательской работы обучающегося достигается только при комплексной подготовке, реализуемой по нескольким направлениям.

**Первое направление** – научно-исследовательская работа, непосредственно включенная в учебный процесс и органически связанная с ним (учебно-исследовательская работа). Виды работ этого направления реализуются как на аудиторных занятиях, так и в часы самостоятельной подготовки и носят систематический характер.

**Вторым направлением** подготовки специалистов-исследователей, бесспорно, является научно-исследовательская работа, выполняемая вне рамок учебного процесса. Этот вид работы носит индивидуальный характер и предназначен для курсантов, профессионально интересующихся научными исследованиями. При этом содержание работы имеет, как правило, межпредметный характер и может предполагать привлечение сведений и методик, не входящих в учебный план.

Научно-исследовательские работы курсантов – это самостоятельные работы, выполняемые только на добровольной основе и дающие простор для свободного самовыражения личности, становления индивидуальных склонностей и интересов, развития творческих способностей.

На основе опыта реализации данного направления в различных вузах [5] можно рекомендовать следующие формы внеучебной научной деятельности курсантов:

- предметные и проблемные кружки;
- проблемные курсантские лаборатории;
- научные и научно-практические конференции.

**Третье направление** подготовки – организационно-массовые мероприятия, к которым относятся предметные олимпиады, дни научного творчества, смотр-конкурсы на лучшую организацию научно-исследовательской работы в группах, смот-

ры-конкурсы научных работ и так далее. Данные мероприятия носят эпизодический характер и организуются на вузовском либо межвузовском уровне.

Имеет место мнение, что научно-исследовательская деятельность – призвание хорошо успевающих курсантов с прочной базой знаний. Однако уже краткий обзор направлений, по которым должна быть организована такая деятельность, демонстрирует, что в той или иной степени в научную работу должны вовлекаться все курсанты независимо от уровня их подготовки.

Курсанты с невысоким уровнем подготовки в ходе научной работы развивают познавательную активность и приобретают уверенность в собственных силах. Доказано, что научная работа является важным фактором коррекции знаний и способствует повышению успеваемости курсантов и формированию их профессиональной компетентности [1].

Включение в учебную научно-исследовательскую работу должно происходить уже на первом курсе и осуществляться преподавателями дисциплин фундаментальной подготовки. Как же этот может быть осуществлено?

В рамках второго и третьего направления организации научной работы курсантов большинство обучающихся не имеет возможности включиться в таковую и формирование их исследовательской компетентности существенно замедляется, а то и вовсе не достигается к моменту завершения обучения в вузе.

Очевидно, что наиболее перспективным в плане включения в научно-исследовательскую работу всех курсантов является первое направление.

К сожалению, оно в меньшей степени развито на практике и не имеет достаточного теоретического обоснования.

Остановимся подробнее на формировании исследовательской компетентности на аудиторных занятиях. Формы организации творческой научной деятельности курсантов при этом могут быть следующими:

- научные семинары;
- лабораторные и контрольные работы;
- курсовые работы;
- дипломные работы.

В литературе приводятся описания аудиторных занятий, в которых формирование исследовательской компетентности является отдельной и основной целью: проблемные лекции, тематические семинары, рефлексивные практикумы [6].

В то же время элементы исследования могут быть органично включены и в обычное аудиторное занятие. Для этого можно применять различные дидактические средства: творческие задания, доклады (рефераты), обучающие программы, тесты коррекции знаний и др.

Предлагаемые курсантам задания (могут быть как индивидуальными, так и групповыми) непосредственно связаны с изучаемым материалом, соответствуют требованиям ФГОС и предполагают работу с разнообразными источниками информации.

В рамках аудиторного времени на занятиях по дисциплинам математического цикла мы предлагаем:

- использовать творческие задания для курсантов разного уровня подготовки, нестандартные задачи на учебных занятиях и в рамках индивидуальных домашних заданий, эвристические задачи для контроля усвоения теоретического материала, тесты коррекции знаний;
- проводить контрольные и лабораторные работы с элементами исследования и самоконтроля, научные семинары;
- применять метод работы с книгой для составления конспекта и реферата, компьютерной презентации.

Творческие задания могут предлагаться на любых видах занятий. В простейшем случае творческое задание формулируется одинаково для всей группы.

Например, по теме «Системы счисления» каждому курсанту необходимо было самостоятельно составить и решить задачи, приводящие к использованию чисел в различных системах счисления и арифметических действий над ними.

В результате были представлены достаточно разнообразные задачи.

Некоторые курсанты составляли типовые задачи, аналогичные тем, которые можно найти во многих источниках.

Например, задача: «В парке растет 134 дерева: 41 береза, 32 осины и 21 липа. В какой системе счисления посчитаны деревья?». Задача имеет известный алгоритм решения, приводящий к ответу: в шестеричной системе счисления.

Однако имелись и очень нетривиальные задачи. В частности, один из курсантов сочинил былинку:

Пришел гонец однажды с ужасом к царю:  
«Царь-батюшка, не гневайся, мамо!  
Войско монгольское на землю русскую идет,  
Тучи черные и беды нам несет.  
Рукопись пришла, а в рукописи той  
Цифры!!! Не видывал ни разу силы я такой.  
Сто тысяч богатырей ...  
Сильных, статных, могучих сыновей».  
Испугался царь, но не стал бежать  
Тут же он собрал большую рать  
А придя на поле боя со своею тьмой  
Увидел – луг-то боевой почти пустой,  
Идет на Русь всего лишь сорок человек,  
Никто не видел такой армии вовек.  
Оказалось, что в таинственном письме  
Посланье на заморском языке.  
Почесал затылок наш царевич молодой,  
Постыдился, что не знал системы исчисления такой.

Несмотря на минимальный математический аппарат, требуемый для решения этой задачи:  $100000_2 = 40_8$ , усваивается не только материал занятия, но и формируется навык самостоятельного нестандартного мышления, что весьма важно для формирования исследовательской компетентности вне зависимости от направления подготовки курсантов.

Приведем еще один пример составленной курсантом сюжетной задачи: «Два автомобилиста проехали мимо поста ДПС: один со скоростью 210 км/ч, а другой со скоростью 204 км/ч, но их не остановили, хотя известно, что разрешенная скорость 60 км/ч.

Почему их не остановили?» Ответ задачи: инспектор ДПС руководствуется правилами дорожного движения, в которых все числа записаны в десятичной системе счисления, а спидометры машин работают в пятеричной системе счисления.

Отличие от предыдущей задачи заключается в большем исследовательском компоненте процесса ее решения. Здесь речь идет уже не только о простом переводе чисел из одной системы счисления в другую, но и о сравнении чисел и подборе основания системы счисления, при котором будет выполнено условие – скорость автомобиля не превосходит 60 км/ч. Данному условию отвечает основание 5:  $210_5 = 55_{10}$ ,  $204_5 = 54_{10}$ .

Некоторые курсанты формулировали исследовательскую сущность задачи в явном виде. К таковым относятся, например, следующие задачи:

1) Расстояние между пунктами А и В составляет 1000 км. Автомобиль потребляет 7,2 л бензина на 100 км. После заправки датчик уровня топлива в бензобаке показывал 140 л. Какой максимальный порядок системы счисления может быть на измерительной шкале бензобака, при которой водителю не хватит топлива, чтобы добраться из пункта А в пункт В? Ответ: шесть.

Примечательно то, что данная задача допускает несколько различных способов решения, каждый из которых предполагает качественное усвоение теоретического материала по изучаемой теме.

2) В некотором секретном учебном заведении отсчет времени учебного процесса осуществляется в десятичной системе счисления. В 11ВВ году, наступившем через три года после последнего високосного, курсант записал в конце тетради знаменитую фразу: «До летнего отпуска осталось 113 дней». Определить дату записи и количество дней до отпуска в десятичной системе счисления, если летний отпуск начинается первого августа, а в январе 11ВВ года было 27 дней.

При решении данной задачи необходимо сопоставить условие задачи с известными фактами: в десятичной системе счисления в январе 31 день, то есть  $27_n = 31_{10}$ , откуда следует, что учебный процесс осуществляется в двенадцатеричной системе счисления, что дает возможность определить десятичные эквиваленты всех чисел в условии задачи, с учетом того, что год - не високосный, т.е. в феврале 28 дней. Ответ: записано 22 февраля 2015 года, осталось 159 дней до отпуска.

На дисциплинах вариативного цикла можно предлагать исследовательские работы рубежного контроля. Так, курсантам направления АСУ на спецкурсе по математике было предложено индивидуальное домашнее задание (ИДЗ) достаточно высокого уровня сложности [4]. В частности, в задании содержались логические задачи, требовавшие анализа каждого приведенного в условии факта.

Приведем пример такой задачи: «В городе три футбольные команды: «Звезда», «Салют» и «Победа». Смирнов, Родин и Егоров – вратари этих команд. Однажды в день состязаний все они находились на стадионе. В первой половине игры Смирнов оказался в крайне невыгодном положении – солнце светило ему в глаз и он едва не пропустил мяч. Дул сильный ветер, сорвавший шляпу с головы вратаря «Салюта». В первой половине игры счет открыт не был.

Но вот свисток судьбы возвестил о начале второго тайма. Вскоре радиокomentатор, находившийся на западной трибуне, сообщил: «Слева от меня, у ворот «Звезды», опасный прорыв! Удар! Еще удар! Вратарь делает отчаянный бросок. Поздно! Мяч в воротах «Звезды». Счет 1 : 0 так и не изменился до конца матча. После игры Егоров подошел к вратарю проигравшей команды и указал на его ошибки. В какой команде играет каждый из вратарей?» [4, с. 173]. Решить ее было возможно с учетом того, что вратарь на поле не играет в шляпе, то есть играли «Звезда» и «Победа».

Также следовало учесть расположение трибун на стадионе, обмен команд воротами после перерыва и направление солнечного света, попадавшего Смирнову в глаз. Ответ задачи: Смирнов играет в «Победе», Родин в «Звезде», а Егоров в «Салюте».

Кроме логических задач, ИДЗ содержало задания на основные правила комбинаторики, соединения, теорию рекуррентных соотношений, принцип математической индукции и разнообразные задачи по теории графов. Решение многих из них требовало работы с разнообразными источниками, так как учебного материала, полученного на аудиторных занятиях, было недостаточно. Большинство задач носило весьма нестандартный характер.

Допускалась замена «нерешаемой» задачи на задачу из того же раздела математики, но более легкую. Обязательным условием было отсутствие задачи - заменителя и ее решения в учебных пособиях, обязательных для изучения.

Результат – задачи практически не заменялись. Поиск решения наиболее сложных задач осуществлялся активными методами всем коллективом. Были проработаны все учебные пособия, имеющиеся в фонде библиотеки, материалы сети Интернет. Курсанты ускоренно приобретали опыт исследовательской деятельности.

Еще один тип творческих задач, применяющихся в учебном процессе, связан с разработкой методических рекомендаций. Курсантам предлагается составить методические рекомендации для желающих изучить тот или иной раздел учебного материала.

При этом они обязаны изложить необходимый теоретический материал и предложить типовые задачи с решением, причем последние не должны совпадать с задачами, уже рассмотренными в рекомендованных учебных пособиях.

Данный тип исследовательских заданий можно применить при желании курсанта повысить рейтинг по итогам прохождения конкретной темы. В некоторых учебных группах можно иногда поручать курсантам проведение отдельных практических занятий, включая разработку плана и дидактических средств, но это требует очень высоких затрат со стороны преподавателя, включая контроль подготовки курсанта к занятию.

Творческий характер имеют также задания на составление презентации, разработку опорного конспекта, конкурс на лучшую шпаргалку и т.п.

Преимущество использования творческих заданий заключается в том, что данная методика применима в рамках любого направления подготовки, в том числе на учебном материале непрофильной дисциплины.

В частности, курсанты юридического профиля с большим интересом создавали презентации лекций по дисциплине «Математика и информатика» с самостоятельным подбором иллюстративных примеров.

Отдельно следует сказать о применении тестов коррекции знаний [1] в целях развития исследовательской компетентности. Тест коррекции знаний представляет собой блок тестовых заданий, составленный соответственно дидактическим целям занятия, учитывающий не только фактически проверяемые знания и общие закономерности усвоения согласно месту контроля в учебном процессе, но и, что самое главное, индивидуальные особенности каждого курсанта, выявленные в ходе применения дидактических и психологических методик.

Рассматриваемый блок тестовых заданий поддерживается набором дополнительных средств коррекции знаний, целенаправленно к нему подобранным – это указания к выполнению теста, соответствующие опорные конспекты, адаптированные к программе учебные пособия и методические рекомендации, элементы электронного ресурса и т.д.

Важное свойство теста – его адресность, то есть преподаватель должен предложить обучающемуся именно тот тип теста, который максимально реализует обучающую и корректирующую функции диагностики, а также дозировать его сопровождение либо разрешить студенту самостоятельно выбрать дополнительные средства коррекции.

Правила конструирования тестов типичны для дидактического теста, могут использоваться все формы заданий.

Нацеленные на формирование рефлексивных навыков, данные тесты позволяют прививать элементы исследовательской деятельности не только у курсантов, потенциально склонных к научной работе и желающих заниматься ею, но и у курсантов, традиционно оказывающихся за бортом интересов преподавателей, в том числе слабоуспевающих.

Структура тестов такова, что решение заданий повышенного уровня сложности в явном виде формирует исследовательскую деятельность и требует от курсанта доста-

точно развитых исследовательских умений, что повышает исследовательскую компетентность.

Контрольная работа традиционно не подразумевает формирование элементов исследовательской компетентности.

Тем не менее, введение эвристических задач в тексты контрольных работ позволяет использовать ресурс этих занятий в рассматриваемых целях. Так, например, в контрольной работе «Теория вероятностей» (второй курс) требовалось дать развернутые ответы на вопросы:

1. Может ли функция распределения случайной величины быть равной

$$F(x) = 2^x, F(x) = \frac{2^x}{2^x + 1} ?$$

2. Может ли плотность распределения случайной величины быть равной

$$f\{x\} = \frac{1}{x} ?$$

Чтобы решить предложенные задания, необходимо не только знать, но и понимать определения и свойства таких форм закона распределения случайных величин, как функции и плотности распределения, а также обладать навыками аналитико-систематизирующей учебно-исследовательской деятельности.

Приведем пример контрольной работы с элементами самоконтроля («Графы», второй курс). Работа состоит из пяти заданий. Первые два задания реализуют исследовательский компонент при осуществлении самоконтроля в сопоставлении решения задачи двумя способами: геометрическим и аналитическим (с помощью матриц смежности).

В первом задании графы заданы диаграммами. Предлагается выполнить две операции над графами: вначале в графической форме (объединение или пересечение, композиция), затем перейти к заданию матрицами смежности и выполнить те же операции в матричном виде.

Во втором задании графы заданы матрицами смежности.

Необходимо выполнить операцию произведения или декартова произведения в матричной форме, затем перейти к графическому заданию и перемножить графы, используя диаграммы.

Третье задание (на связность графа, наличие эйлера и гамильтонова цикла), четвертое задание (на нахождение минимального остовного дерева) и пятое (на определение кратчайшего пути в графе) предполагают самопроверку решения с использованием компьютерного пакета «Графоанализатор». Подчеркнем, что геометрический образ графа неоднозначен. Поэтому исследовательский компонент реализуется уже на этапе сопоставления графа, изображенного самостоятельно и графа, полученного в программе.

Кроме того, пакет «Графоанализатор» дает возможность проводить модельное микроисследование, демонстрирующее те или иные свойства графа. Далее, ответ тоже не всегда бывает однозначным.

Например, в графе может существовать несколько кратчайших путей между вершинами. Получив при решении на компьютере ответ задачи, не совпадающий с результатом, самостоятельно рассчитанным по определенному алгоритму, курсант вынужден провести анализ правильности своего решения, то есть опять формирует исследовательскую компетентность.

Отдельно следует рассмотреть специфичный для дисциплин математического цикла вид аудиторных занятий – лабораторные работы. Именно на лабораторной работе наиболее полно можно развивать общие исследовательские умения и навыки, видеть



проблему, задавать вопросы, выдвигать гипотезы, давать определения понятиям, классифицировать факты, наблюдать, делать выводы и умозаключения, работать с текстом и компьютерной программой, доказывать и защищать свои идеи и др.

В течение нескольких лет нами был разработан лабораторный практикум по дисциплине «Математика», включающий в себя восемь лабораторных работ исследовательского характера для курсантов радиотехнических направлений [2]:

1. Численное решение алгебраических уравнений
2. Численное решение систем линейных алгебраических уравнений
3. Метод наименьших квадратов.
4. Численное интегрирование.
5. Численное решение дифференциальных уравнений.
6. Практический гармонический анализ.
7. Статистическая проверка гипотезы о виде неизвестного распределения.
8. Моделирование случайной величины методом Монте-Карло.

Для курсантов направления АСУ дополнительно разработаны еще шесть лабораторных работ:

1. Системы счисления.
2. Решение систем алгебраических и трансцендентных уравнений.
3. Интерполяция и численное дифференцирование функций.
4. Численное решение систем обыкновенных дифференциальных уравнений.
5. Численное решение дифференциальных уравнений в частных производных.
6. Моделирование реального процесса обслуживания системы массового обслуживания с неограниченной очередью.

9. Все работы предполагают выполнение вычислительного эксперимента в средах MathCad или Excel и обеспечены соответствующими методическими рекомендациями.

Элементы исследования в лабораторных работах реализуются за счет:

- сравнения результатов компьютерных и аналитических методов решения поставленной задачи;
- сравнения результатов, полученных при реализации различных численных алгоритмов решения задачи;
- визуализации явлений и понятий при помощи ресурсов компьютерных пакетов;
- анализа хода решения задачи, выявления возможных причин накопления погрешности численного решения;
- построения и сравнения различных математических моделей рассматриваемого явления;
- проверки выдвинутых гипотез.

Например, в лабораторной работе «Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений» (первый курс):

- анализируются результаты, полученные при решении дифференциального уравнения точным методом (методом Бернулли решения линейных дифференциальных уравнений первого порядка) и приближенными (методом Эйлера, методом Рунге-Кутты);
- оцениваются погрешности методов;
- сопоставляются результаты расчетов с использованием встроенных функций пакета MathCad и непосредственно по алгоритму;
- оценивается возможность реализации решения дифференциального уравнения в табличном процессоре Excel.

Самостоятельно полученные выводы делают знания темы неформальными и позволяют продолжить исследования на втором курсе в ходе выполнения лабораторной работы «Численные методы решения дифференциальных уравнений и систем» уже применительно к более сложным объектам – уравнениям высших порядков и системам дифференциальных уравнений.

В качестве примера можно также привести лабораторную работу «Решение систем алгебраических и трансцендентных уравнений» (направление АСУ, второй курс), где решается ряд проблемных вопросов, важных для реализации исследовательской деятельности инженера:

- почему итерационные численные методы решения систем линейных уравнений предпочтительнее универсального метода Гаусса (лабораторная работа «Решение систем линейных алгебраических уравнений» (первый курс));

- почему важен удачный выбор первого приближения для реализации метода Ньютона при решении нелинейных систем;

- как можно организовать расчет по численным методам в пакетах MathCad и Excel;

- почему метод Зейделя удобнее использовать при расчете «вручную», чем метод простой итерации;

- каково влияние расчета выбранным методом на погрешность решения;

- какие ошибки можно получить при использовании встроенных функций пакетов и влияет ли выбор пакета на погрешность решения.

Следует отметить, что получение исследовательских навыков в ходе вычислительного эксперимента имеет огромное значение для формирования исследовательской компетентности.

Научный поиск в инженерной деятельности связан с техническим экспериментом, представляющим синтез вычислительного и физического эксперимента. Умение организации и анализа результатов вычислительного эксперимента должно формироваться в ходе изучения дисциплин математического цикла.

Умение организации физического эксперимента должно формироваться в ходе лабораторного практикума по физике. И то и другое происходит не в сфере некоторой дополнительной индивидуальной работы, а на аудиторных занятиях.

Таким образом, опыт применения средств формирования исследовательской компетентности курсантов при изучении дисциплин математического цикла позволяет с уверенностью говорить, что формирование исследовательской компетентности должно осуществляться прежде всего в ходе аудиторной научно-исследовательской работы. Внеаудиторная научная работа должна рассматриваться как вспомогательная и служить интересам наиболее одаренных курсантов.

## Литература

1. Артищева Е. К. Роль и место тестов коррекции знаний в системе методов педагогической диагностики // Вестник Российского государственного университета им. И. Канта. — Калининград: Изд-во РГУ им. И. Канта, 2009. - Вып. 11. — С. 67—74.

2. Артищева Е. К., Сеницына Т. В. Коррекция знаний обучающихся на лабораторной работе с использованием компьютерных технологий // Известия БГА РФ: психолого-педагогические науки. - 2013. - № 2. - С. 170—180.

3. Брызгалова С.И. Обобщение массового опыта организации исследовательской деятельности студентов педагогических вузов // Вестник Российского государственного университета им. И.Канта. Вып. 11. Серия «Педагогические и психологические науки». - Калининград: РГУ им. И.Канта, 2006. – С. 57 – 64

4. Копылов В.И. Курс дискретной математики: учебное пособие. – СПб.: Лань, 2011. – 208 с.
5. Пионова Р.С. Педагогика высшей школы : учебное пособие. – Мн.: Университетское, 2002. – 256 с.
6. Рындина Ю. В. Формирование исследовательской компетентности студентов в рамках аудиторных занятий / Ю. В. Рындина // Молодой ученый. — 2011. — №4. Т.2. — С. 127-131.
7. Ушакова О. В. Формирование исследовательской компетенции обучающихся средствами современных педагогических технологий в рамках учебной дисциплины «Химия». // Тамбовский областной институт повышения квалификации работников образования. – Тамбов, 2010. [http://dinastia-ulk.narod.ru/DswMedia/issled\\_pnp0.doc](http://dinastia-ulk.narod.ru/DswMedia/issled_pnp0.doc)
8. Шумакова Н. Б. Исследование как основа обучения. / Н. Б. Шумакова // Одаренные дети и современное образование. 2003. № 5.

**В.М. Смургин**  
кандидат физико-математических наук  
доцент кафедры физики и химии  
«БГАРФ» ФГБОУ ВПО «КГТУ»  
[ipp\\_bga\\_rf@mail.ru](mailto:ipp_bga_rf@mail.ru)

## **Уравнения кинематики в графической интерпретации**

*Рассматриваются вопросы подготовки первокурсников к восприятию уравнений кинематики и их графической интерпретации*

Ключевые слова: уравнения кинематики, графическая интерпретация, низкий уровень школьной подготовки, межпредметные связи

Как известно, движение тела полностью определяется заданием закона движения, который устанавливает зависимость положения тела в пространстве как функцию времени:  $\vec{r} = \vec{r}(t)$  – это кинематическое уравнение движения материальной точки (тела).

В средней школе при изучении механического движения в разделе «Кинематика» вводятся уравнения, описывающие простейшие виды движения, в частности: прямолинейное равномерное, прямолинейное равноускоренное, а также колебательное движение. Эти виды движений представляются и в виде графиков: зависимости перемещения, пути, скорости, ускорения от времени. Графическое описание движения удобно, так как очень наглядно.

По графику зависимости перемещения тела от времени при прямолинейном движении можно полностью установить, как происходило движение тела по прямой, в частности, найти значение скорости в заданный момент времени. В данном случае скорость определяется как тангенс угла, образованного касательной к кривой в соответствующей точке и осью времени.

Следует отметить, что графически значение скорости при равноускоренном движении определяется довольно грубо. Аналогичным образом по графику зависимости скорости тела от времени можно найти значение ускорения.

Иначе говоря, зная графики зависимости координаты тела или его скорости от времени, можно графическим дифференцированием вычислить скорость и ускорение, с

которыми движется тело. Возможна и обратная задача - по известным зависимостям скорости или ускорения от времени графическим интегрированием вычислить расстояние и построить график движения.

В учебниках по алгебре за 10 – 11 классы, в разделах, где рассматриваются темы: линейная и квадратичная функции и их графики, степенная и показательная функции и их графики, логарифмическая функция, тригонометрические функции и их графики, подробно рассматривается теория вопроса, анализируются функции, предлагаются для решения различные задачи, строятся графики.

Однако, как показывает опыт работы в техническом вузе и средней школе, графическая интерпретация механического движения часто не усваивается учащимися и студентами, поскольку в учебных программах по физике, как в школах, так и технических вузах на эту тему времени практически не отводится.

Самая грубая, но наиболее распространенная ошибка, которую делают учащиеся и первокурсники, состоит в том, что они путают или не могут отличить график равноускоренного прямолинейного движения в координатах:  $x = f(t)$  от траектории движения. Ведь равноускоренное прямолинейное движение задается уравнением:  $x = v_0 t + \frac{at^2}{2}$ , которое на графике в координатах  $x = f(t)$  представляется в виде ветви параболы. С другой стороны, траектория движения тела, брошенного с начальной скоростью  $v_0$  под некоторым углом  $\beta$  к горизонту, представляется графически также ветвью параболы:  $y = x \operatorname{tg} \beta - \frac{gx^2}{2v_0^2 \cos^2 \beta}$ .

С целью подтверждения вышесказанного, студентам радиотехнического факультета первого курса после изучения раздела «Кинематика» были предложены задания, позволяющие выяснить уровень восприятия ими графического представления простейших видов механического движения:

Задания следующие:

1. Дан график зависимости скорости тела от времени (см. рис.1). Начертить графики зависимости ускорения и координаты тела, а также пройденного им пути от времени.
2. Дан график зависимости ускорения тела от времени (см. рис. 2). Начертить графики зависимости скорости, смещения и пути, пройденного телом, от времени. Начальная скорость тела равна нулю.
3. На рис. 3 дан график зависимости координаты тела от времени. После момента  $t = t_1$  кривая графика – парабола. Охарактеризовать движение этого тела. Построить график зависимости скорости тела от времени.
4. Точка совершает гармонические колебания. Определить по графику, приведенному на рис. 4, амплитуду и циклическую частоту колебаний. Каковы максимальная скорость и ускорение точки?

О предстоящем испытании по теме «Кинематика, графическое представление механического движения» студенты были предупреждены заранее, времени на выполнение задания было достаточно, но результаты проверки выполненных заданий показали низкий уровень восприятия данной темы, о чем говорилось выше.

Так, на второй и третий вопросы первого задания верно ответили лишь 18 %, на второй и третий вопросы второго задания дали верный ответ 44%. Третье задание не выполнил ни один студент. Четвертое задание полностью выполнил один студент. Качество знаний по данной теме составило 34 %.

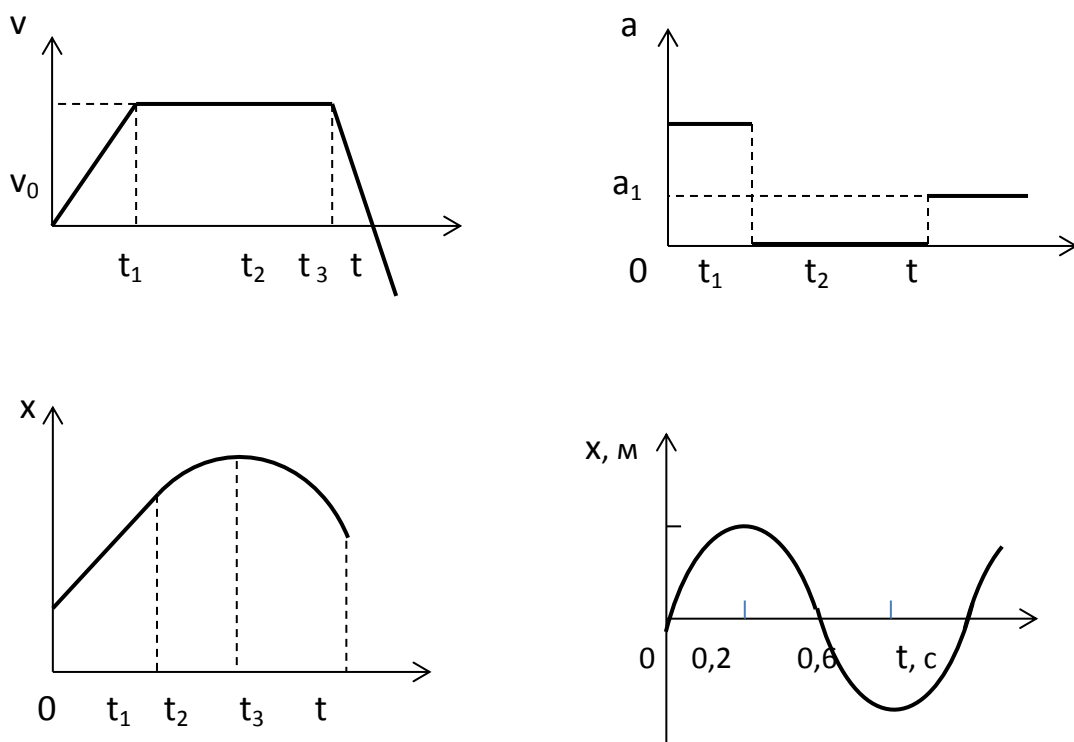


Рис. 3

Раздел «Кинематика» открывает большие возможности для установления межпредметных связей физики и математики. Здесь необходимо провести поэлементный анализ знаний, получаемых учащимися при изучении функций и законов кинематики и систематизировать эти знания.

Необходимо стремиться к тому, чтобы одни и те же научные понятия, используемые в физике и математике, получали бы согласованную, взаимно дополняющую трактовку. На уроках математики, как правило, какая-либо функция обозначается через  $y = f(x)$ , где  $x$  задается, а  $y$  принимает значения, каждое из которых каким либо образом зависит от выбранного значения переменной  $x$ . Это нередко вызывает у школьников, а соответственно и у студентов, затруднения при решении физических задач, и особенно при построении графиков движения, анализе законов движения, поскольку здесь обозначения переменных величин иные.

В лабораторном практикуме по физике, который входит в учебные планы студентов первых и вторых курсов технических специальностей, при обработке экспериментальных данных очень часто приходится строить графики различных функций, из которых находят те или иные физические величины.

Так, в лабораторном практикуме по механике в лабораторной работе «Экспериментальное определение момента инерции вращающейся системы» требуется найти ускорение  $a$  падения маятника Максвелла. Поскольку падение маятника равноускоренное без начальной скорости, то уравнение движения имеет вид:  $S = \frac{at^2}{2}$ .

Отсюда:  $\sqrt{S} = \sqrt{\frac{a}{2}} t$ , что есть ничто иное, как линейная функция:  $\sqrt{S} = \kappa t$ , где  $\kappa = \sqrt{\frac{a}{2}}$ . Построив график в координатах  $\sqrt{S} = f(t)$ , где  $S$  и  $t$  являются известными переменными величинами, из него найдем  $\kappa$  как тангенс угла наклона  $\beta$ , а затем

найдем и ускорение  $a$  по формуле:  $a = 2tg^2\beta$ .

В лабораторной работе «Измерение ускорения свободного падения с помощью математического и обратного маятников» ускорение свободного падения с помощью математического маятника находится с использованием формулы для периода колебаний маятника:  $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ . Используя известные переменные величины  $T$  и  $\ell$ , построим график в координатах:  $T^2 = f(\ell)$ . Видно, что мы имеем линейную функцию:  $T^2 = k\ell$ , где  $k$  есть коэффициент, равный:  $k = \frac{4\pi^2}{g}$ . Этот коэффициент  $k$  находим из графика как тангенс угла наклона прямой к оси  $\ell$ .

При построении графиков у старшеклассников и первокурсников возникают определенные трудности, поскольку у них нет навыков этой работы. Практически никто из них не знает, что такое миллиметровая бумага или «миллиметровка» (масштабно-координатная чертёжная бумага). Большие затруднения вызывает выбор масштаба. Ведь при верно выбранном масштабе угол наклона построенной прямой линии близок к  $45^\circ$ , а прямая занимает большую часть поля графика. Наиболее частая ошибка при построении графиков, это обозначение координатных осей. Так, в рассматриваемых случаях, значительное число студентов по оси ординат откладывают величину  $t$ , а по оси абсцисс – величину  $\sqrt{S}$  (в первом примере), а во втором примере: по оси абсцисс величину  $T^2$ , а по оси ординат - величину  $\ell$ .

Все изложенное выше проанализировано и учтено при изучении раздела «Кинематика».

В настоящее время в учебный план по физике в Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота введено 36 часов на проведение пропедевтического курса. В рамках этого времени раздел «Кинематика» раскрывается в тесной взаимосвязи с курсом алгебры за 9-11 классы, где рассматриваются темы: линейная и квадратичная функции и их графики, степенная и показательная функции и их графики, логарифмическая функция, тригонометрические функции и их графики. Перечисленные функции встречаются в лабораторном практикуме при изучении других разделов курса общей физики.

*Е.Е. Алексеева*  
кандидат педагогических наук  
доцент кафедры высшей математики  
БГАРФ ФГБОУ ВПО «КГТУ»  
ipp\_bga\_rf@mail.ru

### **Роль креативно ориентированной математической подготовки в формировании деловой компетенции студентов в вузе**

*Описана составляющая креативно ориентированной математической подготовки в формировании деловой компетенции студентов в ВУЗах, которая является практической подготовкой студента и обеспечивает не только знания, но и умения решать прикладные задачи, готовность к творческому труду, в будущей профессиональной деятельности*

Ключевые слова: математическая подготовка; формирование деловой компетенции; практическая подготовка студента

Система математической подготовки в ВУЗе, как и на предварительных стадиях обучения, предусматривает ее движение к конкретным задачам, к практике. Без отражения в теории объективной реальности А. Эйнштейн не видел смысла науки – «без веры в то, что, возможно, охватить реальность нашими теоретическими построениями, без веры во внутреннюю гармонию нашего мира не могло быть никакой науки». Наука для науки столь же нецелесообразна, как и искусство для искусства.

Математика позволяет исключительно глубоко проникнуть в суть явлений по причине абсолютной абстрактности категорий, которыми она оперирует, но именно по этой же причине ее результаты потенциально наиболее подвержены вхождению в противоречие с реалиями жизни и действительности.

Объективный характер этого противоречия заставляет не просто учитывать его существование, а разрабатывать способы эффективного научного познания и методов обучения, позволяющих достигать максимальной эффективности учебного процесса. Система обучения математике в ВУЗе, как и любая другая система, имеет в своем составе средства и методы ее реализации.

Научное знание к средствам математики относит: аксиомы и постулаты, как правило, возникающие из созерцания объективной реальности; определения и дефиниции, обозначающие и идентифицирующие предмет или категорию; принципы исследования и обучения, из которых к числу важнейших может быть отнесен принцип «от простого к сложному»; интерпретация математического знания в аспекте жизненных реалий.

К методам изучения математики относят: восхождение «от конкретного к абстрактному» и наоборот; аксиоматическое построение научных и технических моделей; использование эвристических подходов к исследованию процессов и решению задач.

Набор средств и методов их использования образуют систему. Чем совершеннее средства и методы и чем рациональнее структура, включающая эти средства и методы тем эффективнее система.

Любая система должна быть внутренне не противоречивой, результативной и эффективной. Развитие креативно ориентированной математической подготовки студентов в ВУЗе с целью формирования деловой компетенции, требует дополнить систему традиционно используемых организационных форм – коллективных и индивидуальных, такими организационными формами, как формы групповой дискуссии, разбор практических ситуаций, творческий анализ ситуаций выбора оптимального решения задачи с точки зрения рационального выбора.

Так разбор практических ситуаций, формы групповой дискуссии использовались с целью проявления каждым студентом своей творческой, деловой точки зрения, актуализации способности к доказательству и обоснованности собственных суждений, умения признавать вариативность мнений.

Педагогический процесс протекает в этом случае в форме «делового творческого поиска». Сотворчество выражается в том, что каждый студент имеет право высказать свое суждение по любому вопросу, может ошибаться, находить свои пути решения задачи.

Это приводит к открытости, заинтересованности, желанию понять друг друга, служит стимулом для дальнейшего развития мышления, продуцирования новых идей. В концепции ЮНЕСКО сфера межличностного общения преподавателя и студента включена в понятия системы образования.

Развитие деловой компетенции в ходе учебного процесса невозможно вне творчества обучаемого, которое создается путем общения и деятельности.

Выбор оптимального решения задачи с точки зрения оценочного выбора формирует нравственный выбор. Это объясняется тем, что полнота восприятия, осознания,

осмысления оценки изучаемых фактов, явлений обеспечивается не только в условиях приобретения студентами теоретических и практических знаний, опыта способов деятельности, но и «организацией опыта эмоциональных переживаний»

Методологическую основу разработки критериев оценки уровня креативной математической подготовки составляют работы С.Л. Рубинштейна о соотношении действий с целеполаганием. В качестве первого критерия оценки уровня развития креативной подготовки студентов необходимо выделить осознанность. Согласно С.Л. Рубинштейну, «так называемое произвольное действие человека – это осуществление цели».

Прежде чем действовать, надо осознать цель, для достижения которой действие предпринимается» (3).

В этой связи осознанность как критерий оценки уровня рассматриваемого качества личности характеризует понимание студентом смысла собственной математической подготовки. «Осознание цели, приводит к специальной систематической работе по ее достижению» (3).

Опираясь на это положение, в качестве второго критерия оценки уровня развития креативно ориентированной математической подготовки, необходимо выделить систематичность. Систематичность как критерий характеризует способность студентов к креативной учебной деятельности в течение всего семестра.

Осознание цели, специальная систематическая работа по достижению этой цели приводит к творческому овладению материалом – в смысле возможности оперировать им в различных условиях, применяя его на практике.

На этом основании необходимо выделить третий критерий оценки уровня развития креативно ориентированной математической подготовки студентов – результативность. Результативность фиксирует степень успеха работы студентов при изучении математики.

Таким образом, разработана структура процесса развития креативно ориентированной математической подготовки студентов. Ее графическая интерпретация отражена в схеме.



Представленные выше компоненты процесса развития креативно ориентированной математической подготовки студентов рассматриваем как педагогические условия, способствующие успешности развития исследуемого качества личности. Для обоснования эффективности педагогических условий автором разработана диагностика динамики развития креативно ориентированной математической подготовки студентов. [2]

Анализируя методики обучения высшей математики вообще и числовым рядам в частности, и, определяя новые решения в этой области математики, автор, прежде всего, исходит из анализа выше перечисленных средств и методов, имеющих место в современной практике обучения. [1]



## Литература

1. Алексеева Е.Е. Креативно ориентированная математическая подготовка в ВУЗе: Монография/ Е.Е. Алексеева; БГА РФ, Калининград, 2006. 158с.
2. Алексеева Е.Е. Реализация креативной направленности курса «Числовые ряды» в учебном процессе ВУЗа: Монография/ Е.Е. Алексеева; БГА РФ, Калининград, 2006. 115с.
3. Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии./Сост. А.В. Брушлинский, К.А. Абульханова. – Спб., М., Харьков, Минск, 1999. 802с.

*И.П. Корнева*

кандидат технических наук, доцент  
профессор кафедры физики и химии  
«БГАРФ» ФГБОУ ВПО «КГТУ»  
ikorneva05@rambler.ru

### **Освоение магистрантами технического профиля технологии изготовления приборных структур**

*Рассматривается методика освоения технологии изготовления тонкопленочных структур с целью их использования в микроэлектронике в ходе проектно-исследовательской деятельности студентов магистратуры технического профиля*

Ключевые слова: фотодатчики; проектно-исследовательская деятельность; магистратура

Мировое сообщество плавно входит в шестой технологический уклад [1]. Технологический уклад нацелен на развитие и применение наукоёмких технологий. Такая группа технологий сложилась в конце прошлого века и получила название «наукоёмкие» или «высокие технологии» [2].

В последнее время возрастает доля ученых, инженерных и технических работников, занятых в этой сфере. В нашей стране сложилась ситуация, обусловленная объективными причинами, не способствующая развитию качественного инженерного образования.

Тем не менее, сложность современного оборудования, использующего достижения разнообразных наук – физики, электроники, схмотехники, вычислительной математики и т.д. – обуславливает высокий уровень подготовки специалистов инженерного профиля.

В этой связи обучение студентов современным физическим методам исследования предполагает их вовлечение в научно-исследовательскую и проектную деятельность в сфере современных наукоёмких технологий. Поэтому в процессе обучения студентов технических направлений необходимо большое внимание уделять приобщению их к данному виду деятельности.

В мире существует ряд наукоёмких отраслей (нано- и биотехнологии, фотоника, разработка новых материалов, электронно-вычислительных машин, средств коммуникации и т.д.), являющихся приоритетными вследствие своей значимости. Содержание основ и методов высоких технологий, связанных с этими отраслями, служит предметом обсуждения в образовательных кругах при обучении студентов технических направлений всех ступеней.

В этой связи учебный материал должен соответствовать целям, ожидаемым результатам, содержанию основных образовательных программ (ООП), условиям и тех-

нологии реализации образовательного процесса для магистрантов технических направлений. Освоение указанных выше методов в практическом плане, как указано в работе [3], должно происходить «в форме практико-ориентированного исследовательского обучения».

Одной из задач, поставленных перед студентами магистратуры технического профиля в ходе проектно-исследовательской деятельности, может быть задача освоения технологии изготовления тонкопленочных структур с целью их использования в микроэлектронике.

Для электроники является актуальным поиск новых структур, на основе которых могут быть созданы новые разновидности электронных приборов. Как отмечает академик Е.Н. Каблов, материаловедение, производство материалов должны быть в центре технологических разработок, «именно материалы являются базой, фундаментом, на которых возводятся все научно-технические достижения» [1].

Одной из разновидностей материалов, которые могут быть использованы при создании таких структур, являются халькогенидные стеклообразные полупроводники (ХСП).

Эти материалы обладают рядом специфических свойств:

- состав ХСП можно менять произвольным образом в пределах области стеклообразования, тем самым целенаправленно изменять их физические свойства;
- при воздействии ионизирующих излучений на эти материалы их структура практически не меняется даже при большой интенсивности излучения, в то время как основные параметры кристаллических полупроводников существенно ухудшаются под воздействием таких излучений. Нечувствительность к ионизирующему излучению может быть использована при изготовлении приборов, работающих в условиях повышенной радиации.

В мире накоплен огромный материал о свойствах стекол, разработаны новые модели, позволяющие понять особенности этих материалов, но «физикохимия стекла находится на довольно раннем этапе своего развития, поскольку многие ее фундаментальные проблемы еще не решены» [4].

Целью проектно-исследовательской работы магистрантов является разработка полупроводниковых пленочных структур на основе ХСП и исследование электрофизических и фотоэлектрических процессов в них с последующей перспективой их использования при изготовлении полупроводниковых приборов, в том числе и в области микроэлектроники.

Причем главным аспектом будет являться необходимость отработки технологии изготовления тонкопленочных структур на основе ХСП и проведение комплексного исследования их свойств.

В ходе выполнения различных заданий данной работы необходимо использовать следующее оборудование:

- установка высоковакуумного напыления;
- установка для исследования фотоэлектрических свойств пленочных структур;
- установка для исследования контактов металл-полупроводник методом фотоэмиссии через границу раздела;
- установка для исследования процессов на поверхности полупроводниковых структур;
- низко- и высокочастотные генераторы и частотомеры.

Предполагается, что студенты на этом уровне обучения владеют предметным теоретическим материалом в области физики твердого тела, электроники, вакуумной техники. Кроме фундаментальных знаний студенты должны иметь навыки работы на описанном выше оборудовании, уметь планировать проведение эксперимента и оцени-

вать его результаты. Физические закономерности, получаемые студентами в ходе эксперимента, должны быть основой для дальнейшего воплощения в виде технической разработки.

Возможности, открываемые анализом физических явлений в электронике, должны способствовать формированию у студентов видения различных подходов к построению моделей данного процесса или явления.

Магистранты в ходе выполнения исследовательского задания решают ряд принципиальных вопросов, относящихся к последовательности разработки технологии изготовления фотоприемников.

Во-первых, необходимо обратить внимание студентов на тот факт, что традиционные технологии, используемые для изготовления фотоприемников на основе гомопереходов, не используются при создании фотоприемники на гетеропереходах, так как в последнем контактируют материалы разного химического состава. Преимущественно используется метод эпитаксиального наращивания одного полупроводникового материала на другой [20]. Также используется метод вакуумного нанесения полупроводниковых пленок на подложки.

Во-вторых, необходимо предварительно выбрать состав полупроводникового материала, отвечающий заданным требованиям, так как свойства фотоприемников на гетероструктурах определяются не только технологией их изготовления, но и используемыми материалами.

Так, например, тонкие пленки и поликристаллические слои халькогенидов свинца обладают высокой фоточувствительностью в далекой инфракрасной области спектра.

В-третьих, необходимо предварительно обсудить со студентами последовательность нанесения слоев. Так, для получения фотоприемников на основе гетеропереходов GaAs изготавливаются структуры Al-i-GaAs-n-GaAs-ХСП-Al. Технология нанесения слоев такова [6].

За основу берутся монокристаллические образцы компенсированного арсенида галлия, на поверхности которого выращивается эпитаксиальный слой с n-типом проводимости. Затем на эпитаксиальный слой GaAs методом термического распыления в вакууме наносится слой халькогенидного стеклообразного полупроводника. При изготовлении фотодатчиков толщина слоя ХСП может варьироваться от долей до нескольких микрометров.

На поверхность пленки ХСП методом вакуумного напыления последовательно наносятся полупрозрачный и толстый слои алюминия. Перед напылением толстого слоя центральная часть образца перекрывается маской, под которой полупрозрачный слой алюминия служи одновременно и собирающим электродом и окошком, через которое освещается структура. С обратной стороны образца на подложку из собственного GaAs, для создания контакта, также наносится толстый слой алюминия.

Параллельно с процессом изготовления приборных структур со студентами обсуждается вопрос об улучшении параметров фотодатчиков и совершенствовании технологии их изготовления. В ходе семинарских занятий следует рассмотреть возможности, открываемые использованием гетероструктур на основе различных полупроводниковых материалов в управлении параметрами приборов в микроэлектронике [7, 8].

Изготовленные фотодатчики должны пройти проверку, для чего следует определить следующие параметры: максимум спектральной чувствительности  $S_{\max}$ ;  $\lambda_{\max}$  - длину волны, соответствующую  $S_{\max}$ , и ширину спектральной кривой по уровню 0,5 от максимальной чувствительности -  $\Delta\lambda$ . Так как при изготовлении датчиков, кроме случайного разброса параметров, могут возникать отклонения, связанные с технологией изготовления, то необходимо произвести сортировку. Из-за отклонений в технологии

распределение параметров датчиков будет отлично от нормального распределения (распределения Гаусса).

Для проверки нормальности распределения можно выбирать различные статистические критерии. Например, использование критерия Пирсона, примененного для сортировки фотодатчиков, показало следующее. Фотодатчики, отобранные в нормально распределенные группы по максимальной спектральной чувствительности, имеют нормальное распределение и по двум другим параметрам - длине волны, соответствующей максимальной чувствительности, и ширине спектральной кривой.

На основании полученных результатов был сделан вывод о том, что первая группа образцов изготавливалась в одних технологических условиях, а при изготовлении другой группы произошло изменение технологического режима, которое привело к получению датчиков с другими параметрами [9, 10].

Следующим этапом в данной работе магистрантов будет анализ условий, приведших к появлению дефектов в изготовлении приборных структур на основе гетеропереходов с полупроводником в качестве чувствительного слоя. Для решения этой задачи необходимо проводить координированные действия научного руководителя и студентов, направленные на освоение студентами новых знаний в области физики и полупроводниковой электроники, техники и технологии изготовления структур.

Подробный анализ причин появления технологических отклонений при изготовлении датчиков позволит в дальнейшем избежать ошибок, и тем самым увеличить эффективность производства полупроводниковых приборных структур требуемого качества.

Целевые установки данного исследования должны включать в себя интеграцию теоретических знаний и практических навыков, полученных магистрантами в бакалавриате, раскрывать корреляцию прикладных и фундаментальных исследований, расширять область исследовательской деятельности, направленной на решения физико-технических проблем, способствовать окончательному формированию навыков экспериментальной подготовки магистрантов в области освоения современных технологий изготовления материалов и приборных структур.

## Литература

1. URL: <http://www.nkj.ru/archive/articles/17800/>
2. URL: <http://textb.net/112/31.html>
3. Остроумова Ю.С. Физические основы и достижения современных наукоемких технологий в содержании уровневой подготовки педагогических кадров // Физическое образование в вузах. 2014. - Т. 20, № 1, с.89-97.
4. Козюхин С.А. Модифицирование халькогенидных стеклообразных полупроводников. Дисс. докт. хим. наук. - Москва, 2007. - 404 с.
5. Милнс А., Фойхт Д. Гетеропереходы и переходы металл -полупроводник. - М.: Мир, 1975. - 432 с.
6. Аржанухина И.П. Создание и исследование датчиков для приборов контроля параметров окружающей среды на основе стеклообразных полупроводников. Дисс. канд. тех. наук. - Калининград, 1999. - 155 с.
7. Хинич И.И. Научно-методическое обеспечение целостности и продуктивности в исследовательском обучении физике при подготовке педагогических кадров: Монография. – СПб.: Санкт-Петербург XXI век, 2009. – 231 с.
8. Ханин С.Д., Хинич И.И. Освоение физики материалов и приборов электронной техники и проблема достижения целостности и результативности исследовательского обучения. Монография. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2009. – 108 с.

9. Корнев К.П., Кострикова Н.А., Корнева И.П. Особенности лабораторного практикума по курсу общей физики. Материалы 8<sup>й</sup> международной конференции «Физика в системе современного образования» СПб.: РГПУ им. Герцена, 2005.- с. 70-71.
10. Корнева И.П. Обучение использованию методов математической статистики в проектно-исследовательской деятельности будущих инженеров. III Балтийский морской форум. XIII международная научная конференция «Инновации в науке, образовании и предпринимательстве – 2015»: тезисы докладов. II том. – Калининград: Изд-во БГАРФ, 2015. – с. 61 – 62.