



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

КАЛАЧЕВ Николай Валентинович

**ПРОБЛЕМНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ
ПРАКТИКУМЫ В УСЛОВИЯХ ОТКРЫТОГО ОБРАЗОВАНИЯ
В ЦИКЛЕ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН**

Практические аспекты

Москва 2011



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«МОСКОВСКИЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

Калачев Николай Валентинович

**ПРОБЛЕМНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ
ПРАКТИКУМЫ В УСЛОВИЯХ ОТКРЫТОГО ОБРАЗОВАНИЯ
В ЦИКЛЕ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН
Практические аспекты**

**13.00.02 – Теория и методика обучения и воспитания
(физика, уровень высшего профессионального образования)**

г. Москва – 2011

УДК 378.147:88

ББК 74.58 + 22.3

К 17

Работа печатается по решению учёного совета
факультета физики и информационных технологий
Московского педагогического государственного университета

Рецензенты: Г.П. Стефанова – доктор педагогических наук, профессор, АГУ;
А.М. Коротков – доктор педагогических наук, профессор, ВГПУ;
Ю.Л. Колесников – доктор физико-математических наук, профессор СПбИТМО
(ГУ).

Калачев Н.В.

К 17 Проблемно-ориентированные физические практикумы в условиях открытого образования в цикле естественнонаучных дисциплин. Практические аспекты: монография / Н.В. Калачев. – М.: Издательский дом МФО. 2011. – 228 с.

В монографии рассматриваются практические аспекты проблемно-ориентированных физических практикумов, широко применяемых в условиях открытого образования в циклах естественнонаучных дисциплин. В первой главе рассмотрены методические указания к лабораторным работам, проводимым по теме «Методы и приборы контроля среды обитания». Две последующие главы посвящены практическим проблемам, возникающим при проведении физических практикумов по акустической и радиационной экологии. В четвертой главе рассматриваются вопросы, возникающие при проведении проблемно-ориентированных физических практикумов по экологии электромагнитного излучения.

Книга будет полезна преподавателям, аспирантам и студентам - будущим учителям физики и технологии.

Научный редактор: – доктор физико-математических наук, профессор М.Б. Шапочкин, МФО.

ISBN 978-5-9900-230-4

© Калачев Н.В. 2011

© Московский педагогический государственный университет, 2011

© Оформление. ООО «Издательский дом МФО», 2011

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
Глава 1. Методические указания к проблемно-ориентированным физическим практикумам по методам и приборам контроля среды обитания	14
1.1. Лабораторная работа «Измерение температуры термометрами разных типов»	14
1.2. Приложение 1.1 «Термометры и измерители температуры»	24
1.3. Лабораторная работа «Измерение относительной влажности воздуха»	26
1.4. Приложение 1.2 «Гигрометры и психрометры»	40
1.5. Лабораторная работа «Измерение освещённости рабочего места»	42
1.6. Приложение 1.3 «Нормативные значения освещённости»	57
1.7. Приложение 1.4 «Приборы для измерения освещённости и яркости»	58
1.8. Лабораторная работа «Исследование зависимости электропроводности раствора от температуры и концентрации»	65
1.9. Приложение 1.5 «Приборы для кондуктометрического контроля»	71
1.10. Лабораторная работа «Оценка токсичности среды методом биотестирования»	72
1.11. Приложение 1.6 «Приборы для биотестирования»	81
1.12. Лабораторная работа «Измерение концентрации лёгких аэроионов в воздухе»	82
1.13. Приложение 1.7 «Приборы – счётчики аэроионов»	96
Глава 2. Методические указания к проведению проблемно-ориентированных физических практикумов по акустической экологии	98
2.1. Лабораторная работа «Измерение уровня эффективного звукового давления»	98
2.2. Лабораторная работа «Определение скорости звука в воздухе методом стоячих волн»	111
2.3. Лабораторная работа «Измерение уровня звукового давления, создаваемого несколькими источниками»	120

2.4. Приложение 2.1 «Метод Стьюдента»	136
2.5. Приложение 2.2 «Шумомеры, виброметры, анализаторы спектра»	139
Глава 3. Методические указания к проведению проблемно-ориентированных физических практикумов по радиационной экологии	148
3.1. Лабораторная работа «Измерение окружающего радиационного фона»	148
3.2. Приложение 3.1 «Дозиметрические приборы»	164
Глава 4. Методические указания к проведению проблемно-ориентированных практикумов по экологии электромагнитного излучения	171
4.1. Лабораторная работа «Измерение параметров электромагнитных полей»	172
4.2 Лабораторная работа «Измерение индукции магнитного поля»	183
4.3. Приложение 4.1 «Измерители параметров электромагнитного поля»	194
Заключение	201
Литература	204

ВВЕДЕНИЕ

Задача обеспечения процесса обучения физике на основе проблемно-ориентированных физических практикумов в технических вузах выступает интегрирующей и самоорганизующей системой обновления и создания вариативных методов обучения не только физике, но и общепрофессиональным дисциплинам [104, 105]. Система обучения на основе проблемно-ориентированных физических практикумов обладает рядом важных преимуществ по сравнению с традиционными системами: нелинейность, вариативность, индивидуальный подход и проблемно ориентированные способы освоения различных уровней подготовки как по физике, так для и повышения квалификации будущих инженеров. При обучении физике по этой методике учитывается не только конкретика изучаемого предмета исследования, но и то, что у будущего инженера развивается способность к навигации и готовность самостоятельно выстраивать траекторию профессиональной деятельности, обладать реальным инструментарием действий (исследовательским, аналитическим, информационным и организационным) и алгоритмом (логистикой) их выполнения и оценки.

В ряде технических университетов проблемно-ориентированные физические практикумы, спроектированные на междисциплинарной основе, сочетаются с элитным обучением [164]. При этом освоение дополнительной образовательной программы по физике в техническом университете реализуется широким вариативным способом и большим набором предлагаемых возможностей. В зависимости от осваиваемой будущей инженерной специализации студентам (и/или слушателям курсов повышения квалификации) может быть предложен выбор из ряда профильно-ориентированных модулей, а также дается возможность самостоятельного конструирования индивидуального вектора и формирования компетентностей по физике за счет выбора курсов из разных модулей. Построение модулей на основе проблемно-ориентированных физических практикумов предполагает междисциплинарный принцип (межпредметные связи) и носит методолого-практический характер, так как ориентирован на формирование многофакторного и кластерного мышления.

Обучение студентов методике, опирающейся по проблемно-ориентированные физические практикумы (ПОФП), позволяет достичь следующих результатов:

- развиваются способности алгоритмично и системно мыслить, действовать на границе разных профессиональных естественнонаучных и технических сообществ, обладать аналитическими навыками по переработке больших объемов различного типа и вида информации по новейшим технологиям, подвергать их анализу и интерпретации, находить нестандартные подходы в решении различных проблем;
- формируются умения и навыки прогнозировать, принимать меры по предупреждению негативных последствий на экосистемы, применять и повсеместно внедрять энергосберегающие технологии.

Метод ПОФП позволит осуществить:

1. Усиление интеграции образования и науки, при этом создается основа для новых методологических направлений деятельности в области обучения физике и новых педагогических подходов, сокращаются сроки внедрения научных результатов в образовательную практику. Достигается повышение эффективности научно-инновационной деятельности технических вузов.
2. Радикальное обновление физического образования не только в технических университетах РФ, но и в классических университетах и педагогических вузах.
3. Существенное повышение качества обучения физике будущих инженеров. Это позволит создать современную фундаментальную базу мирового уровня для повышения конкурентоспособности выпускников технических университетов в области наукоемких технологий.

В настоящее время многие технические университеты РФ находятся на этапе преобразования в исследовательские университеты, в которых должна осуществляться подготовка специалистов, обладающих значительным научным и творческим потенциалом, и которые будут способны вести на базе фундаментальных и прикладных исследований многоплановую научно-внедренческую деятельность в широком спектре специальностей и наукоемких технологий.

В соответствии с концепцией долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года [185] и инновационными программами подготовки специалистов в этих областях, эти задачи предполагается выполнять на основе реализации исследовательского, практико-ориентированного, задачного, компетентностного и контекстного подходов к обучению, сочетания фундаментальной и профессиональной направленности образования, усиления творческой учебной деятельности. Поскольку физика на всех этапах развития общества всегда была наиболее эффективной основой промышленного и сельскохозяйственного производства, кроме того она (как наука) имеет богатейший опыт превращения (преобразования) гипотез и научных открытий в реальные приборы и технологии, поэтому ее роль многократно возрастает с развитием информационной среды. Следовательно, для полноценного овладения соответствующих методик, физику следует рассматривать как неотъемлемую часть полноценного инженерного образования, вносящего вклад в развитие творческой личности, в оснащение будущего выпускника технического университета современной методологией инновационной и внедренческой деятельности, готового самостоятельно ставить и квалифицированно решать новые задачи.

Проведенное нами внедрение результатов педагогического эксперимента в учебный процесс в ряде технических университетов [76, 93, 102, 108], позволил решить ряд проблем по совершенствованию системы подготовки инженеров в технических вузах, но в то же время оно не решает в полной мере проблему развития и формирования творчества будущих выпускников технических университетов и организации их самостоятельной поисковой и исследовательской учебной деятельности. Наши исследования не затрагивают ряд других вопросов, связанных с обучением физике, таких как: технологического обеспечения формирования творческой учебной деятельности при обучении физике, пути и методы реализации единства обучения и саморазвития, методы комплексного использования информационных технологий как методологического регулятора построения содержания лекционных, практических и лабораторно-практических занятий для развития и проявления студентами творческих способностей и индивидуальности и т.д.

Анализ публикаций [6, 8, 9], показывает, что до сих пор, несмотря на особую значимость рассматриваемых проблем, как в практике работы, так и в методике преподавания в большинстве технических университетов не уделяется должного внимания сочетанию формирования предметных знаний по физике с организацией творческой самостоятельной деятельностью учащихся.

При этом если изменить содержание и методологию учебного процесса, то обсуждаемые вопросы могут быть решены так, чтобы сочетать традиционное обучение физике с развитием и формированием творческой учебной деятельности на всех видах занятий: лекционных, практических и лабораторно-практических на основе информационных технологий [102]. Для осуществления этих решений необходимы как интеграция, так и синтез методологических, методических подходов и дидактических принципов в рамках технологических реализаций приемов в обучении студентов. Одним из них является проблемно-ориентированные физические практикумы (ПОФП) на основе информационных технологий, включающие систему комплексной самостоятельной работы поисково-исследовательского характера.

Под проблемно-ориентированными физическими практикумами (ПОФП) на основе информационных технологий мы понимаем процесс обучения физике при интерактивном взаимодействии между субъектами учебного процесса, оперативном управлении методами, методиками и средствами обучения для обеспечения творческой самостоятельной работы студентов, основой которой является поисковая учебно-исследовательская деятельность с использованием информационных технологий, ориентированная на овладение методами поиска проблемных ситуаций, и решения задач, соответствующих актуальным вопросам науки и практики [96].

На основе ПОФП можно создать условия и ситуации, побуждающие студентов к ответственной самостоятельной учебной и научно-исследовательской работе, условий для качественно нового формирования их творческой познавательной деятельности. При этом происходит расширение проблемного поля обучения физике в техническом университете, а вследствие применения современных информационных технологий, и приближение его содержания к современному уровню научных знаний. Широкое и активное использование методологии физики в учебном процессе как науки во всей полноте требует обучения,

ориентированного не только на освоение системы предметных знаний, но и на развитие индивидуального творчества студентов. В этом случае проблемно-ориентированные физические практикумы (ПОФП) на основе информационных технологий могут быть переведены на уровень инновационной технологии и существенным образом преобразовать характер обучения в отношении целевой ориентации, способов взаимодействия студента и преподавателя, возможности организации новых форм самостоятельной работы, дифференциации и активного участия учащихся в научном творчестве.

Проблемно-ориентированные физические практикумы (ПОФП) на основе информационных технологий в общем случае опираются на общепсихологические и дидактические закономерности и, как показывает педагогический эксперимент [93, 172], в сочетании с традиционными методами способствуют активизации самостоятельной и научно-поисковой деятельности студентов. Применение ПОФП создает необходимые условия для развития познавательной мотивации учащихся и преобразует их потребность в деятельности. При этом возрастает потребностное состояние, когда мотив обучения преобразуется в устойчивое стремление к познавательно-ориентированному процессу получения знаний. Одновременно решается задача формирования у студентов элементов инновационной деятельности [10], а также механизма функционирования и развития личности – рефлексии, персонализации и стереотипизации (Н.Г. Алексеев [2]). Очевидно, что формирование инновационных умений и навыков можно и необходимо начинать с младших курсов [144, 200, 213, 214] при весьма важном условии сохранения фундаментальности традиционного образования [3, 12, 169]. В этой системе результат – мотивация следует учитывать особенности обучения в техническом университете [34, 37]. Несомненно, что сложность выбора критерия мотивации очевидна. При этом на наш взгляд, одним из методов оценки мотивации, является оценивание по количеству вопросов, поставленных учащимися к данной теме изучения, их готовность выполнять проектное задание. В качестве мотивации учитывается профессиональная направленность, скорость ее достижения при выполнении данного проекта.

С позиций педагогики системно-деятельностный подход (В.С. Леднев [147] – В.Г. Афанасьев [13]) рассматривает систему как «совокупность объектов, взаимодействие которых вызывает появление новых интегративных качеств, не

свойственных отдельно взятым образующим систему компонентам. Система активно воздействует на свои компоненты, преобразуя их соответственно собственной природе» [147, с. 27]. Именно данные свойства присущи композиционному физическому эксперименту [102, 139, 140].

На основе свойств композиционности в физическом эксперименте реализуются следующие принципы дидактики [6, 8, 9, 96, 138, 139, 145, 173]:

1. Перенос знаний и умений в новую создаваемую или созданную проблемную ситуацию.
2. Самостоятельное выделение проблемы в изученной ситуации.
3. Деятельностное разрешение противоречий в проблемной ситуации.
4. Выделение основных элементов системы, ее структуры и раскрытие ее свойств.
5. Формирование новых свойств системы на основе выделенных аналогов.
6. Создание визуализированной модели и интегрирование обучающей информации.
7. Варьирование информационными технологиями, применяемыми для визуализации и моделирования.
8. Реализация нечетко заданных или менее определенных условий, т.е. создание переизбытка информации для инициации любопытства, интереса и поля деятельности.
9. Детализация информации с помощью интерактивных справок, презентаций, схем, позволяющих реализовать активную преобразовательную деятельность, поэлементно видеоинтегрировать свойства учебного материала посредством условных обозначений, стрелок, направлений перемещения, параллельного совмещения графиков на одном кадре монитора и т.п.
10. Формирование междисциплинарных объединений на основе информатики, физики и математики и визуализированного информационного поля.
11. Применение натурального эксперимента при синхронном видеоизменении на виртуальной схеме и сопряженном представлении различных способов представления изучаемого явления [102, 141, 146].

Как в традиционной, так и в инновационной схеме на занятиях по физике и других естественнонаучных дисциплин создаются научные, поисковые, технические, учебные проблемы. Общей психологической основой названных про-

блем, началом мыслительного акта и в научном познании, и в обучении являются проблемные ситуации [156]. Поэтому во многих исследованиях педагогов и психологов определено отличие этих проблем друг от друга и показано, каким образом их следует формировать [2, 24, 25, 146-148, 156, 158, 184, 186, 201, 220]. Отличие учебной проблемы от научной определяется логикой раскрытия причинно-следственных связей и различием функций элементов структуры проблем, ролью и значением неизвестного и известного. Если на лекции рассказано о каком-либо законе физики, то при выполнении стандартной лабораторной работы по этой теме проблемной ситуации не возникает. В этом случае проводится экспериментальная проверка, которая сама по себе означает получение навыков проведения измерений. Следовательно, необходимым и обязательным условием является создание соответствующего физического эксперимента, в котором методологически ориентировано развивается проблемная ситуация, реализуются учебно-познавательные задачи, выступающие в виде учебной, исследовательской или иной проблемы, происходит (П.И. Пидкасистый [171]) преобразование учебной информации в знания и их закрепление, осуществляется постоянное конструирование нового знания. В этом случае в учебном задании создан полноценный в гносеологическом и дидактическом отношении материал, усвоение которого способствует развитию обучающегося как личности. Это приводит к стиранию различия между учебной и научной проблемой. Известно [156], что различие учебной и научной проблем раскрывается на каждом из трех этапов творческого мышления: а) возникновения проблемной ситуации; б) постановки проблемы; в) ее решения. Проблемные ситуации в науке возникают как результат практических требований развития производства и самой науки, в итоге перерастания практической проблемы в научную или по логике развития собственно науки. В обучении им соответствуют проблемные ситуации, возникающие стихийно или преднамеренно создаваемые преподавателем. Методологизация и повышение научного уровня курса общей физики эффективно способствуют развитию творчества, способности ставить и решать новые задачи, принимать решения и выполнять другие процедуры учебного моделирования и проектирования – наиболее развитой в настоящее время методологии созидательной деятельности. Таким образом, преднамеренно организованные проблемные ситуации определяются поисковыми требованиями [1, 4, 26, 27, 30, 170, 213, 214].

Проблема «как найти и теоретически обосновать новое знание» перестает быть учебной. Кроме того, эти различия легко преодолимы посредством исследовательских проектно-поисковых задач, а также благодаря корпоративному характеру современного проблемного обучения [14, 32, 36, 119, 133-134, 143]. В связи с тем, что образование по современной парадигме протекает всю жизнь, развитие мыслительных способностей студента и ученого совпадает, оно непрерывно, и проблемные ситуации в обучении и науке имеют единые цели. Особенно большое значение, как в процессе научного исследования, так и в обучении имеет факт постановки проблемы. При соответствующей дидактической схеме физического практикума (композиционность) творческие процессы могут протекать примерно в одинаковых условиях у ученых, с одной стороны, и у студентов 2–3-го курса – с другой [7]. Поэтому логико-психологической основой процессов постановки научной и учебной проблем в учебном исследовании является их соответствие.

Признаком познавательно-практической задачи является известный заранее результат при неизвестном средстве его достижения [166]. Этот метод является весьма эффективным и продуктивным в плане развития творческих способностей студентов и школьников. Если результат неизвестен полностью, то задачу следует считать чисто познавательной. Творческие способности студентов развиваются путем применения творческих задач в процессе технического моделирования и экспериментирования [4, 11, 76, 93, 102, 108, 139, 140, 141, 143, 145, 146]. Если к этим признакам добавить педагогически регламентированное деятельностное назначение и проблемность данных задач, то классификацию следует считать удачной [18, 142]. Здесь явно прослеживается недооценка задач, в которых известен результат, но неизвестны средства его достижения. Именно последнее обстоятельство делает эти задачи проблемными, так как предполагает несколько путей решения (вариативный подход), что характерно для большого числа физических задач [26, С. 196–203; 137, 140, 162, 205].

Для целей обучения физике ряд исследователей выделяет физико-теоретические, физико-методологические, физико-исторические проблемы и проблемы, связанные с применением знаний по физике на практике [27, 48, 49, 60, 119, 120, 130, 155, 159]. Интересны положения И. Ван-дер-Гера, в которых рассматривается процесс решения проблемы как постепенное сближение усло-

вий и требований задачи. Различие между проблемами усматривается «как различие путей достижения субъектом решения проблемы; природы и содержания трудности проблемы; природы содержания данных и цели; характеристик элементов, составляющих структуру проблемы». Исходя из уровня изучения научной проблемы как категории научного познания, необходимо выделить объективный принцип в зависимости от характера неизвестного, функциональный принцип в зависимости от роли проблем в научном познании, структурный принцип по области возникновения и принцип общности как критерий дифференциации проблем на универсальные и частные. В реальной действительности научная проблема может быть одновременно аналитической, тактической, специальной, первоочередной или же синтетической, ключевой, комплексной, не первоочередной или с сочетанием указанных типов проблем.

В предлагаемой читателям монографии изложены методические указания и рекомендации к 12 лабораторным работам по курсу «Экология окружающей среды», построенным по принципу проблемно-ориентированных физических практикумов и посвященным экологии среды обитания, акустической и радиационной экологии и экологии электромагнитного излучения [79, 80, 82, 83, 123, 125, 194, 195]. Данный курс читался в Российской открытой академии транспорта (МИИТ) для студентов 4 курса.

Применение проблемно-ориентированных физических практикумов при проведении лабораторных работ по данному курсу позволило повысить успеваемость студентов по изучаемому предмету, вызвать их заинтересованность, инициировать и развить навыки творческого подхода к решению поставленных задач [73, 77, 88, 95, 96, 100, 117].