

Н. В. К а л а ч е в

**МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ ПРОБЛЕМНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ПРАКТИКУМОВ В ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗАХ**

*Рассмотрен опыт создания и внедрения проблемно-ориентированных физических практикумов на кафедре физики МГТУ им. Н.Э. Баумана, МГУПС (МИИТ) и других вузов. Описаны видеообучающая система допуска к лабораторным работам, а также ряд дистанционных лабораторных работ.*

**E-mail: kalachev@sci.lebedev.ru**

**Ключевые слова:** физические практикумы, проблемно-ориентированные практикумы, видеообучающая система допуска, дистанционные лабораторные работы.

Обсуждаемая в настоящее время проблема модернизации российского образования может быть решена, если изменить содержание и методологию учебного процесса так, чтобы традиционное обучение физике и другим естественнонаучным дисциплинам сочетать с развитием и формированием творческой учебной деятельности на всех видах занятий: лекционных, практических и лабораторно-практических на основе современных информационных технологий, как средств интеграции и синтеза методологических, методических подходов и дидактических принципов, т.е. в рамках технологических подходов к обучению, одним из которых является проблемно-ориентированные физические практикумы (ПОФП), включающие системный подход к комплексной организации самостоятельной работы поисково-исследовательского характера в условиях открытого образования [1–4].

**Структура ПОФП.** Под проблемно-ориентированными физическими практикумами (ПОФП) понимаются практикумы, в которых на основе интерактивного взаимодействия между субъектами учебного процесса, методиками и средствами обучения, оперативного управления этими ресурсами обеспечивается творческая самостоятельная работа студентов, основой которой является поисковая учебно-исследовательская деятельность с использованием современных информационных технологий, ориентированная на овладение методами решения проблемных ситуаций, соответствующих актуальным задачам науки и практики [3].

Возможности ПОФП особенно выразительно проявляются и реализуются при системном подходе в использовании функций современных информационных технологий [5]. В этом случае ПОФП в цикле естественнонаучных дисциплин могли бы выступить как инновационные технологии, преобразующие характер обучения в отношении целевой ориентации, способов взаимодействия преподавателя и студента, возможности дифференциации, индивидуализации, организации активного участия студентов в творчестве, новых форм самостоятельной работы.

Реализация возможностей ПОФП предполагает разработку: научно-методического обеспечения занятий, методики обучения студентов системному подходу к решению проблем, теоретических основ создания дидак-

тических и методических средств, отвечающих целям, концепции и методологии обновления современного физического образования в технических вузах, практических пособий для преподавателей, комплекта программных, аппаратных и методических средств обеспечения ПОФП [4].

Использование ПОФП в цикле естественнонаучных дисциплин в условиях открытого образования будет способствовать повышению эффективности обучения, если:

1) системные возможности ПОФП в цикле естественнонаучных дисциплин реализовать во всех аспектах образовательной деятельности, содержательном, мотивационном и процессуальном;

2) дидактически и методически значимые средства ПОФП использовать во всех формах и компонентах самостоятельной поисковой познавательной деятельности студентов системно, оптимально, сообразно с логикой и методологией физики;

3) разработать соответствующие целям ПОФП методические подходы и соответствующие им информационно-технологические средства, которые будут использоваться в организации самостоятельной деятельности студентов технического вуза;

4) разработать и спроектировать теоретически обоснованную видеообучающую интерактивную систему, а в ее основу положить визуализированную модель теоретического, практического знания и вычислительной физики;

5) разработать и применить современные методические подходы и информационные средства для использования в учебно- и научно-поисковой деятельности студентов, при проведении лекций, практических занятий и лабораторных работ использовать проблемно-ориентированную систему добавленных знаний и умений, композиционные демонстрации физических экспериментов;

6) связать в единый комплекс видеообучающую интерактивную систему и ПОФП, системообразующим элементом которого станут современные информационные технологии, использовать непрерывный мониторинг по этапам обучения и тайминг обучающихся [3].

**Выполнение проекта.** Суть разработанной методической системы ПОФП состоит в использовании видеообучающей интерактивной системы и оптимальном, отвечающем методологии научного исследования, сочетании натурального, виртуального и вычислительного экспериментов, в рамках предлагаемого физического практикума [2–4].

При этом реализуются концепция и модель ПОФП, условия проектирования и реализации на их основе информационно-технологических средств обучения физике, направленных на формирование у студентов комплексного подхода к физическому эксперименту, освоение большого объема информации, ее критического анализа, поиска нестандартных подходов к решению проблемных ситуаций в учебной деятельности [5].

Исследования показали, что проблемно-ориентированная система практических занятий в цикле естественнонаучных дисциплин в техническом вузе способствует превращению студента в полноправного субъекта образовательной деятельности, активно участвующего в создании эффективной

информационно-образовательной среды и осуществляющего диалогическую субъект-субъектную коммуникацию с преподавателем и другими участниками исследовательского мини-коллектива [6].

Педагогический эксперимент проводился на базе зала НИРС на кафедре физики МГТУ им. Н.Э. Баумана среди студентов 2-го курса в третьем и четвертом семестрах [2]. В начале семестра преподаватели, работающие в зале НИРС, имеют возможность выбрать из общего потока по 6–8 студентов, перешедших на 2-й курс с отличными и хорошими оценками по физике за второй семестр. Если в других залах группы из 10–15 студентов выполняют одну и ту же лабораторную работу, то в НИРС одновременно выполняются 3–4 разные работы группами по 2–3 человека.

Прежде чем приступить к выполнению работы, студенты получают допуск по разработанной нами компьютерной программе, которая последовательно предлагает вопросы, включающие общую теорию и более узкую теорию конкретных лабораторных работ, в частности методику и технику проведения эксперимента, вывод рабочих формул, схемотехническое моделирование. Часть тестовых заданий позволяет оценить способность студентов к обобщенным методам экспериментального исследования как будущих инженеров. Для этого в них включаются вопросы типа:

а) какова физическая основа предлагаемого метода измерений?

б) какие действия необходимы для реализации данного метода и оценки его эффективности?

в) какие из разработанных методов (известных в литературе) определения конкретных физических величин являются наиболее эффективными?

г) какие приборы требуются для проведения данных измерений и т.д.?

д) какие величины могут быть измерены непосредственно?

Обучающая особенность разработанной системы заключается в том, что студентам предлагаются как теоретические объяснения, сопровождаемые анимациями и фрагментами учебных фильмов, созданными на комплексе приборов в лаборатории НИРС кафедры физики, так и виртуальные тренажеры. Тренажеры заменяют готовый теоретический ответ, предлагая студентам самим прийти к выводу о существующей зависимости между физическими параметрами для объекта исследования. Виртуальные тренажеры позволяют получать наглядные динамические иллюстрации физических экспериментов и явлений, воспроизводить их скрытые детали, которые не видны при наблюдении реальных экспериментов.

Созданный интерактивный режим позволяет студенту приступить к проведению натурального эксперимента только при правильном ответе на все поставленные вопросы. При этом каждое задание сопровождается подробными теоретическими объяснениями. Результаты тестирования, дата и время прохождения теста выводятся на монитор и заносятся в электронный журнал. Благодаря этому, в ходе педагогического эксперимента определяются следующие статистические показатели: мода, медиана, средний арифметический балл, математическое ожидание, дисперсия, среднеквадратическое отклонение, асимметрия, эксцесс, бисериальный коэффициент, дифференцирующая способность заданий, корреляция между заданиями теста, надежность теста и др.

Анализ статистических показателей позволяет реализовать следующие процедуры:

- оптимизировать тестовые задания по их качеству (по дифференцирующей способности и трудности в параллельных вариантах);
- дифференцировать студентов по степени подготовленности проводить экспериментальные исследования;
- оценить временные затраты и настойчивость (по числу попыток), т.е. получить индивидуальные личностные характеристики, что необходимо для формирования творческих мини-групп, выполняющих проектно-лабораторные работы по темам рабочей программы, вынесенным на самостоятельную работу.

В конце семестра (16–17-я неделя) и во время рубежного контроля (9–10-я неделя) в режиме контроля остаточных знаний описываемая видеообучающая система предъявляет обобщающие вопросы по каждой из выполненных лабораторных работ и выдает студенту по две задачи из банка задач, выполняемых им в форме домашних заданий. При этом в электронном журнале оцениваются и фиксируются результаты прохождения тестов.

При изучении физики ключевое место занимает лабораторный практикум. В рамках дистанционного обучения [7] на кафедре физики МГТУ им. Н.Э. Баумана создан лабораторный практикум удаленного доступа через сеть Интернет (<http://phybro.bmstu.ru>), что для естественных дисциплин представляет особую сложность.

Это лабораторные стенды по механике, электричеству и квантовой физике. Среди них по механике — “Изучение ударных и волновых процессов в твердом теле с помощью пьезодатчиков”, по разделу электричество — “Исследование скин-эффекта”, по разделу квантовая физика — “Лазерная спектроскопия” и “Изучение космических лучей”. Продолжается развитие такого практикума с целью охвата всех разделов курса физики в техническом университете.

На кафедре создан также целый ряд работ по компьютерному моделированию физических процессов. Они используются при проведении занятий со студентами в лаборатории научно-исследовательской работы студентов (НИРС). В качестве примера можно привести такие, как “Опыт Резерфорда”, “Модельные задачи квантовой механики”, “Лазерное излучение”.

Управление стендами, сопряженными с персональными компьютерами и сетью Интернет, полностью автоматизировано, что позволяет проводить на стендах исследования и эксперименты в режиме удаленного доступа.

Применение этого раздела практикума в режиме демонстрации позволяет расширить круг лекционных экспериментов.

Большинство лабораторных работ в зале НИРС отличаются от стандартных лабораторных работ тем, что они позволяют не только ознакомиться с тем или иным физическим явлением, а определить зависимость этого явления от совокупности различных факторов, влияющих на характер и динамику развития физического процесса.

Особое внимание уделено прикладному характеру лабораторных работ и исследований, что важно для будущего выпускника технического университета.

Работа студентов в зале НИРС строится таким образом, что она содержит все необходимые компоненты научно-исследовательской работы: многопараметрические измерения, современные методы обработки результатов измерений, планирование эксперимента, проведение самостоятельных исследований наряду с задачами и исследованиями, рекомендуемыми в методических указаниях к лабораторной работе.

Таким образом, в зале НИРС созданы условия для выполнения студентами их первых научных исследований, более глубокого изучения курса физики. Занятия в студенческой группе ведут преподаватель кафедры и инженер-лаборант в часы, отводимые студентам учебным расписанием. Продолжительность занятия — четыре академических часа с периодичностью один раз в две недели.

Наличие в зале НИРС большого числа лабораторных работ на различные темы дает студенту право выбора работ с учетом его наклонностей и специфики обучения на профилирующем факультете и кафедре, т.е. студент сам устанавливает себе индивидуальный график прохождения лабораторного практикума.

**Педагогические проблемы.** При создании ПОФП мы пытались в первую очередь уйти от шаблонов и стандартных методик проведения лабораторных работ. При анализе описаний многочисленных существующих лабораторных практикумов можно сделать вывод о том, что форма их организации и содержание в различных вузах не создают условий и не способствуют формированию у студентов экспериментальных умений, не иницируют творческого подхода к проводимым работам. Действительно, порядок проведения работ, методы обработки полученных результатов, теория изучаемого явления, описание экспериментальной установки и методы физического исследования даются обучаемым в готовом виде. Даже описание хода проведения экспериментов в лабораторной работе представлено настолько подробно, что не побуждает студентов думать и разрабатывать самим схемы и планы их проведения. Анализ формулировок целей лабораторных работ (например, “Изучение принципа действия осциллографа”) представлен в таком виде, что не содержат указаний на конечный продукт экспериментальной деятельности, а потому не побуждают учащихся к творческой деятельности. В ходе выполнения лабораторного практикума студентам не всегда приходится устанавливать, что за явление они изучают [8].

Для того чтобы уровень подготовки студентов соответствовал современным стандартам и требованиям, прежде всего необходимо в цели ПОФП включить овладение учащимися методами проведения современных физических исследований, ориентированных на получение заданных конечных продуктов экспериментальной деятельности, и сделать их предметом усвоения. Для этого необходимо разработать принципиально новую структуру практических занятий по естественнонаучным дисциплинам; повысить самостоятельность студентов в выборе средств и методов проведения экспериментов; обучить студентов и внедрить в ПОФП современные методы получения и обработки экспериментальных данных.

В конечном итоге речь идет о превращении учебной экспериментальной задачи в модель научно-учебного исследования с присущими ему атрибутами — построением физической и математической моделей рассматриваемого

явления, исследованием частных и предельных случаев найденного решения, поиском и разбором аналогий с другими задачами и явлениями, а также сравнением методов их анализа [4, 8]. Используя компьютерные информационные технологии, студент самостоятельно разрабатывает путь решения задачи, проводит эксперимент, строит модель явления, планирует эксперимент, выбирает измерительные средства и методы измерения.

Разработанные ПОФП позволяют реализовать в учебном процессе дневного и открытого образования полную систему материальных и виртуальных носителей дидактических средств и принципов в их современной и доступной интерпретации.

**Выводы.** Показано, что образовательный процесс, основанный на предлагаемом методологическом подходе к организации создания ПОФП, направлен в первую очередь на обеспечение индивидуальной (в том числе автономной) и групповой самостоятельной деятельности учащихся по решению учебных и научно-исследовательских задач на основе создания адекватного поставленным целям программно-методического и лабораторного комплекса [3–4]. При этом активное использование ПОФП в системе обучения открывает дополнительные возможности для всестороннего освоения основ и методов наукоемких технологий, в том числе в условиях открытого образования [5–6]. Практическое значение выполненной работы состоит в том, что в ней изложены основные теоретические основы создания проблемно-ориентированных физических практикумов в технических университетах и даны рекомендации по их проведению.

Результаты проведенных исследований внедрены на кафедрах “Инженерная экология и техносферная безопасность” Российского государственного открытого технического университета путей сообщения (РГОТУПС) [3], “Физика-2” Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ) [9], кафедре “Физика” МГТУ им. Н.Э. Баумана [2], в Финансовом университете при Правительстве Российской Федерации на факультете открытого образования [4] и в Институте транспорта и связи (ТТИ) (Латвия, г. Рига) [1].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. П р и м е н е н и е видеосистем для расширения возможностей проведения лабораторных проблемно-ориентированных практикумов / Н.В. Калачев, А.А. Кривченков, Б.Ф. Мишнев и др. // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Естественные науки. – 2010. – № 1. – С. 110–117.
2. К а л а ч е в Н. В., М о р о з о в А. Н. Проблемно-ориентированные физические практикумы — основы организации лабораторных работ в условиях открытого образования // Изв. Волгоградского госуд. пед. университета. – 2010. – № 7 (51). Сер. Педагогические науки. – С. 80–84.
3. К а л а ч е в Н. В. Проблемно-ориентированные физические практикумы в условиях открытого образования в цикле естественнонаучных дисциплин. Практические аспекты. Монография. – М.: Издательский дом МФО. – 2011. – 228 с.
4. К а л а ч е в Н. В., Л а н с к и х А. Н. Системный подход в организации преподавания естественнонаучных дисциплин на факультете открытого образования // Сб. докладов VII Междунар. научно-практ. конф. “Европейская наука XXI века – 2011”, 7–15 мая 2011 г. – Т. 14. Педнауки, психология и социология. – Przermyśl: Nauka i studia, 2011. – С. 29–33.

5. К а л а ч е в Н. В. Опыт преподавания естественнонаучных дисциплин в условиях открытого образования // Научно-методический журнал “Школа будущего”. – 2010. – № 5. – С. 49–54.
6. Л а н с к и х А. Н., К а л а ч е в Н. В. Вопросы преподавания естественнонаучных дисциплин на факультете открытого образования // Научно-технич. вестник СПбГУ ИТМО. – 2011. – № 5 (75). – С. 135–139.
7. П л о с к о в и т о в А. Б. Методико-технические проблемы преподавания естественнонаучных дисциплин с использованием элементов открытого образования “Научно-образовательный портал “Инженер”, МГТУ им. Н.Э.Баумана”. [Электронный ресурс] Дата обращения 13.06.2010. [http://www.engineer.bmstu.ru/journal/publications/ploskovitov\\_problems.phtml](http://www.engineer.bmstu.ru/journal/publications/ploskovitov_problems.phtml).
8. А н о ф р и к о в а С. В., С т е ф а н о в а Г. П., С м и р н о в В. В. Введение в практикум по общей физике. – Астрахань: Издательский дом “Астраханский университет”, 2006. – 150 с.
9. К а л а ч е в Н. В. Цикл переносных лабораторных работ по дисциплинам “Физика” и “Методы и приборы контроля окружающей среды и экологический мониторинг” / Н.В. Калачев, С.М. Кокин, В.А. Никитенко и др. // Физическое образование в вузах. ИД МФО. – 2008. – Т. 14. – № 1. – С. 61–69.

Статья поступила в редакцию 27.09.2011

Николай Валентинович Калачев родился в 1950 г., окончил в 1974 г. Московский физико-технический институт (МФТИ). Канд. физ.-мат. наук, ст. науч. сотр. Физического института им. П.Н. Лебедева РАН, доцент МГТУ им. Н.Э. Баумана и Финансового университета при Правительстве РФ. Автор более 130 научных и учебно-методических работ в области физики и математики.

N.V. Kalachev (b. 1950) graduated from the Moscow Physics and Technology Institute (MPhTI) in 1974. Ph. D. (Phys.-Math.), senior researcher of the Lebedev Physical Institute of Russian Academy of Sciences, assoc. professor the Bauman Moscow State Technical University and the Financial University under the Government of the Russian Federation. Author of more than 130 publications and methodical papers in different fields of physics and mathematics.

