

**А. М. Задорожный, А. С. Золкин, Б. А. Князев, Г. Л. Коткин, А. А. Кочев, Г. В. Меледин,  
А. М. Оришич, В. С. Черкасский**

## КАФЕДРА ОБЩЕЙ ФИЗИКИ

Заведующий кафедрой д-р физ.-мат. наук, проф. А. М. Оришич  
Направление подготовки: общефизическое образование студентов естественных  
факультетов НГУ

Сервер кафедры: <http://www.phys.nsu.ru/ok01/>

### **Введение**

Физика, наряду с математикой, является краеугольным камнем в здании научного мировоззрения, и ее роль в воспитании активного и образованного молодого поколения чрезвычайно высока. Новосибирский государственный университет, с самого основания неразрывно связанный с большой наукой благодаря непосредственному участию в преподавании ученых мирового уровня, создал уникальную систему преподавания, которая может служить прообразом и реально действующим образцом пропагандируемой сегодня идеи «научно-исследовательского университета».

Система обучения физического факультета – с четко проработанной последовательностью перехода студентов от базового обучения на первых двух курсах к обучению на специализированных кафедрах с одновременным приобщением к серьезной научной работе – позволила вырастить как ученых высокого уровня, так и специалистов, работающих в области высоких технологий. Основное оружие, которое получают студенты физфака – это фундаментальные знания и умение учиться. Именно поэтому при невероятно быстром развитии знаний и быстрой смене технологий наши выпускники всегда остаются на высоте положения.

Кафедра общей физики (КОФ) является самой большой кафедрой университета и успешно обеспечивает первую ступень подготовки студентов. Являясь подразделением физического факультета, она обеспечивает преподавание физики как собственно на физфаке, так и на других факультетах естественно-научного профиля и механико-математическом факультете.

Формы обучения включают в себя и традиционные (лекции, семинарские занятия, лабораторные и компьютерные практикумы), и достаточно оригинальные (нестандартный практикум, система письменных

контрольных работ и экзаменов, курсовые работы на младших курсах, интеграция компьютерных и лабораторных практикумов, система олимпиад). Впрочем, и традиционные методы организованы достаточно не традиционно. Параллелизм курса математики и физики, включение теоретической физики в курс общей физики, изучение специальной теории относительности в первом семестре – вот особенности, позволяющие студентам начинать исследовательскую работу не позже третьего курса.

В настоящей главе мы расскажем об истории и становлении кафедры, опишем формы и методы преподавания, проанализируем ее достоинства и обсудим проблемы и перспективы.

### **История становления кафедры. Основные вехи**

В первые годы существования НГУ преподавание дисциплин естественно-научного профиля велось на одном факультете – факультете естественных наук, деканом которого был Б. О. Солоноуц. Здесь учились будущие физики, химики, геологи, математики. Поэтому наша кафедра, созданная в эти годы, обучала физике студентов различных специальностей. В настоящее время КОФ фактически является общеуниверситетской кафедрой, так как ведет преподавание физики на шести факультетах: физическом, механико-математическом, геолого-геофизическом, естественных наук, информационных технологий, медицинском. Кроме того, преподаватели КОФ ведут занятия в Высшем колледже информатики НГУ и физико-математической школе НГУ (СУНЦ НГУ).

Первым заведующим кафедрой общей физики был акад. Г. И. Будкер. Первыми лекторами и создателями идеологии курса физики были академики Б. В. Чириков и Г. И. Будкер. Б. В. Чириков читал лекции по физике, конспекты которых он написал, об-

суждая программу и содержание с Г. И. Будкером еще будучи в Москве в Курчатовском институте. Б. В. Чириков выдвинул идею бригадной работы преподавателей – они должны учить всей физике (от механики до атомной): вести семинары, работать в практикуме и всей бригадой принимать экзамены у студентов, на следующий семестр – перемещаться всем составом вслед за лектором. Тогда это была единственная возможность, которая позволила из группы молодых энтузиастов-физиков воспитать основной костяк преподавателей физики. Позднее бригады разделились по предметам, а еще позднее преподаватели разделились на ведущих семинарские занятия и лабораторные практикумы. На сегодняшний день именно такой специализированный подход является основным, хотя понятие бригады, как группы преподавателей, ведущих занятия по одному курсу, сохранилось.

Основы, заложенные акад. Г. И. Будкером, были развиты чл.-корр. Р. И. Солоухиным (зав. КОФ в 1966-1972 гг.). Большой заслугой Р. И. Солоухина является организация и формирование вместе с проф. Я. А. Крафтахером комплекса физических лабораторных практикумов, включая демонстрационный кабинет физики. В эти же годы был начат выпуск методических пособий (конспекты лекций), некоторые из них до сих пор пользуются популярностью у студентов и преподавателей («Методы физических измерений» Р. И. Солоухина, «Курс лекций по молекулярной физике и термодинамике» А. И. Бурштейна, «Электромагнитное поле» И. Н. Мешкова и Б. В. Чирикова и др.). Можно сказать, что основные элементы технологии преподавания физики были заложены во времена Р. И. Солоухина – лабораторные практикумы, лекционные демонстрации, месячные задания, промежуточные потоковые контрольные, бригады преподавателей по различным курсам и практикумам во главе с лектором и «бригадиром».

Здесь необходимо отметить особую роль физика-теоретика акад. С. Т. Беляева, ставшего вторым ректором НГУ. С. Т. Беляев, обладая широкой эрудицией, организаторским талантом, замечательными человеческими качествами, не только реализовал основные идеи «отцов»-основателей, создав «систему НГУ», но, будучи преподавателем кафедры общей физики, вместе с Р. И. Солоухиным заложил фундамент физического образования в НГУ.

После Р. И. Солоухина заведующим кафедрой был избран Г. И. Димов. С ним и его заместителем Ю. А. Брагиным связана история модернизации измерительного практикума и практикума по электромагнетизму.

В измерительном практикуме (первый практикум, с которым встречаются студенты) примерно треть работ по изучению механических явлений была заменена на работы, посвященные современным на тот момент методам измерений. В дальнейшем эти навыки оказывались крайне полезными для активной работы в последующих практикумах.

В практикуме по электромагнетизму было сокращено количество работ, связанных с вакуумной электроникой, зато расширены работы по электростатике, магнетизму и СВЧ электродинамике.

В молекулярном практикуме появились вакуумные установки и связанные с ними оригинальные лабораторные работы, сделанные в основном В. Н. Кихтенко. Он же был назначен заведующим этим практикумом, а в дальнейшем возглавлял и координировал работу всех физических практикумов.

Еще одним полезным начинанием на кафедре общей физики в это время было появление нестандартного практикума. Студенты, не успевавшие освоить навыки работы с современной измерительной техникой, могли поработать в неурочное время, углубить свои знания; кроме того, они могли попытаться реализовать свои творческие экспериментальные идеи. Первым руководителем этого практикума был назначен молодой выпускник физического факультета А. А. Кочев.

М. Я. Топчийн, продолжая работы начатые предшественниками, приложил значительные усилия по выпуску методических пособий, курсов лекций по физике, особенно для непрофильных факультетов – ФЕН, ГГФ, ММФ. В это же время под руководством Ю. А. Брагина при кафедре формируется и начинает активно работать научно-исследовательская лаборатория геоэлектричества (сейчас – отдел атмосферных исследований НИЧ НГУ).

Научно-исследовательская работа на кафедре особенно активизировалась при заведующем кафедрой И. Н. Мешкове. Были начаты исследования по устойчивости заряженных пучков, физике плазмы, оптике. Введено обязательное выполнение курсовой



Штатные сотрудники кафедры общей физики на пороге третьего тысячелетия

работы, завершающей соответствующий практикум. Чаще всего эти работы выполнялись в нестандартном практикуме, расширенном от двухмодульной аудитории до нескольких подвальных помещений общей площадью 500 кв.м.

В это время в НГУ (1985–1986 гг.) была завершена разработка терминальной вузовской системы ТЕВУС, позволявшей на распределенных по НГУ недорогих и компактных рабочих местах, объединенных в сеть, кроме традиционных вычислений проводить моделирование физических явлений с возможностью визуализации результатов на цветном графическом дисплее, реализованном на базе цветного телевизора. По инициативе И. Н. Мешкова на кафедре общей физики впервые в стране была создана и внедрена в Большой физической аудитории система компьютерных лекционных демонстраций, которую проф. И. Н. Мешков активно использовал в своих лекциях по курсу электродинамики.

Также впервые в стране был создан и введен в эксплуатацию класс автоматизированных лабораторных работ, в которых одним из элементов экспериментальной установки является компьютер. Был создан практикум по электродинамике в терминальном классе. Непосредственно руководил работами на кафедре по внедрению компьютеров в учебный процесс А. М. Задорожный.

В. Г. Дудников продолжил эти работы и провел кардинальную модернизацию атомного практикума. В нестандартном практикуме

(заведующий В. И. Гусельников) началось проведение нескольких факультативов по различным направлениям экспериментальной физики. Неполный срок пребывания на посту заведующего кафедрой не позволил реализовать многие его начинания.

С работой Б. А. Князева (1991–2000 гг.) кроме традиционных работ по совершенствованию учебных планов и программ, работ по модернизации практикумов, организации подготовки и выпуска методических пособий связана активная информатизация преподавания физики. В университете был создан мультимедиа-центр. Завершилось формирование сегмента компьютерной сети КОФ, был создан сайт кафедры, на котором выкладывались методические и учебные материалы. Получила дальнейшее развитие компьютеризация лабораторных работ уже на базе персональных компьютеров. Кроме того, часть работ студенты должны были подготовить на компьютере совместное задание по измерительному практикуму и практикуму по основам информационных технологий. Понимая, что современный физик должен хорошо владеть компьютером как инструментом для исследований, Б. А. Князев приложил немало усилий по формированию на физфаке сквозного согласованного курса преподавания информатики: от знакомства с компьютером, использования стандартных офисных приложений, работы в Интернете (на первом курсе) до достаточно серьезного изучения языков программирования Паскаль, С++, работы с базами данных, изучения возможностей операционных систем (в конце обучения).

Трудные условия начала нового тысячелетия заставили нынешнего зав. кафедрой А. М. Оришича начать работу с ремонта обветшавших помещений лабораторных практикумов и подразделений КОФ. Отремонтированы молекулярный, атомный, оптический, нестандартный практикум и практикум по электромагнетизму. В рамках целевой федеральной программы «Интеграция» рабочие места практикумов частично оснащены более современным оборудованием, в нестандартном практикуме появились реальные исследовательские установки.

С помощью мультимедиа-центра ЦНИТ НГУ подготовлен и выпущен на CD-носителе мультимедийный курс «Физика атомов и молекул».

Конечно, все эти работы были невозможны без участия коллектива кафедры общей физики. Кроме корифеев науки академиком Г. И. Будкера, С. Т. Беляева, В. Е. Захарова, Э. П. Круглякова, Д. Д. Рютова, Р. З. Сагдеева, С. А. Христиановича, Б. В. Чирикова, чл.-корр. Р. И. Солоухина, проф. Ю. Б. Румера на кафедре работали приехавшие вместе с ними молодые преподаватели: Е. И. Биченков, А. А. Бузуков, И. Ф. Гинзбург, В. Л. Истомин, В. К. Кедринский, Г. Л. Коткин, Л. А. Лукьянчиков, Г. В. Меледин, И. Н. Мешков, В. Митрофанов, А. Б. Попов, М. Я. Топчиян, а также А. И. Бурштейн, Н. Г. Преображенский, М. С. Рывкин, В. Г. Сербо, Т. И. Оришич, Е. Филатова, Л. Г. Филиппова.

Этот коллектив сумел создать уникальную систему физического образования, получившую широкую известность и признание как в нашей стране, так и за рубежом. Уже в первые десять лет существования университета вопрос о конвертации диплома физического факультета НГУ не стоял, в начале 70-х выпускники физфака принимали на работу в известные зарубежные исследовательские центры и университеты.

Говоря о первопроходцах, следует сказать о роли первых выпускников физфака, работавших и продолжающих работать на кафедре. Первый выпускник физфака, затем преподаватель КОФ, чл.-корр. РАН Н. С. Диканский продолжил работу по реализации и развитию системы физического образования в течение почти двойного срока на посту декана физического факультета и продолжает ее сейчас, будучи ректором НГУ.

Выпускниками физического факультета являются заведующие кафедрой общей физики В. Г. Дудников и А. М. Оришич. Почти

с начала основания кафедры на ней работали выпускники ФФ, руками которых создавались и модернизировались практикумы – В. Н. Кихтенко, А. Г. Костюрина, А. А. Кочев, Л. Н. Смирных и многие другие.

В настоящее время на кафедре работают 50 штатных сотрудников. Из них – 13 штатных преподавателей и 37 инженерно-технических работников. Всего в учебном процессе участвуют 146 преподавателей, среди них 32 доктора наук, 67 кандидатов наук. На кафедре преподают 19 профессоров.

### **Технология преподавания и основные принципы**

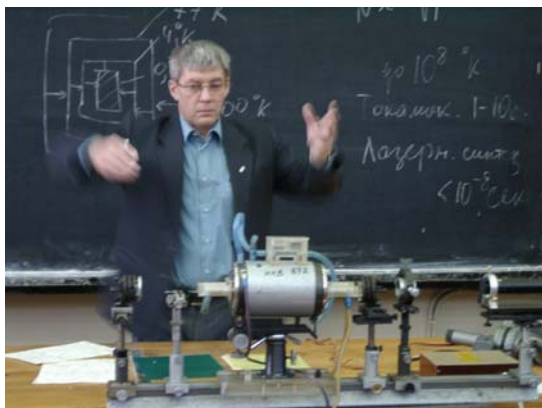
НГУ – единственный в стране университет нового типа со своей особой программой и своей технологией преподавания и контроля знаний. Интеграция с СО РАН, использование площадей и лабораторий академических институтов, работа в научных коллективах не над надуманными, а над реальными научными проблемами – вот основа этого нового подхода к подготовке высококвалифицированных кадров для науки. Основной костяк преподавателей – совместители, реально работающие ученые.

Особенность курса физики, который преподается на физическом факультете НГУ, – это собственные программы, гибкая возможность их изменения и улучшения. В основном, реализована идея «одноцикловости» обучения, что позволяет сократить базовое образование за счет его интенсификации. Так, например, круг вопросов, связанных с электромагнитными явлениями, рассматривается один раз, а не делится, как это традиционно принято, на электричество и теорию поля. Вместе с изучением электромагнитных явлений изучается и оптика, как одно из проявлений теории электромагнитных волн. Часть вопросов вообще вынесена из курса общей физики в курс теоретической физики, который следует непосредственно за курсом общей физики с небольшим перекрытием по времени.

Электродинамика сплошных сред, объединенная с механикой сплошных сред, вынесена в отдельный курс – «Физика сплошных сред». Сокращен курс механики в цикле «Общая физика» за счет выноса ряда вопросов в односеместровый курс аналитической механики. Тщательное согласование курса высшей математики с преподаванием соответствующих физических курсов позволяет студентам овладеть необходимым



аппаратом к моменту его использования в курсе физики.



Проф. Е. И. Пальчиков проводит лекционную демонстрацию

Соединение в одном курсе механики и теории относительности – прекрасная идея, выдвинутая в свое время Г. И. Будкером, позволяет сочетать уже на первом курсе интересную физику с простой математикой, что позволяет позднее излагать электродинамику сразу как релятивистскую науку. В свое время это была новация в преподавании, которая сейчас воспринята во многих вузах. Такая же идея была реализована и в известном Фейнмановском курсе физики, разработанном в Калифорнийском технологическом институте (США) чуть позже в 1961–1962 гг.

Первая часть курса механики посвящена релятивистской физике. В нее включены релятивистская кинематика, законы сохранения и простейшие элементы релятивистской динамики. Вторая часть курса содержит такие традиционные темы, как интегрирование одномерных уравнений движения, движение в центральном поле, инерциальные и неинерциальные (вращающиеся) системы отсчета.

Курс «Термодинамика и молекулярная физика» состоит из двух сравнительно независимых частей. В первой части излагаются основы классической феноменологической термодинамики, а также теория циклов и процессов. После того, как студенты, изучая параллельно курс теории вероятности, познакомятся с ее основными положениями, начинается вторая часть курса – собственно молекулярная физика с основами теории переноса. Следует также отметить, что если изучение курса механики идет без соответствующего сопровождения лабораторным практикумом по механике (он, как будет описано далее, заменен на «Измерительный

практикум»), то курс термодинамики и молекулярной физики сопровождается как семинарскими занятиями, так и лабораторным практикумом по молекулярной физике и термодинамике.

Курс «Электродинамика» фактически представляет собой соединение общей и теоретической частей этой науки (учение об электричестве и магнетизме – из курса общей физики; теория электромагнитного поля – из теоретической физики). Эти разделы излагаются один раз. Базируясь на знаниях, полученных на первом курсе, вводится релятивистская формулировка электродинамики.

В курсе рассматриваются волновое уравнение и его решение в виде плоских волн, после чего из граничных условий выводятся «оптические» законы преломления и отражения света. Оптика и теория электромагнитного поля излагаются фактически вместе (интерференция, дифракция, антенны). В конце курса рассматриваются вопросы излучения движущимися частицами, в том числе и релятивистскими, а также вопросы рассеяния электромагнитных волн.

Курс «Электромагнетизм», так же как курс термодинамики и молекулярной физики, сопровождается двумя семестрами лабораторного практикума. В первом семестре, как и в теоретическом курсе, лабораторные работы посвящены статическим и квазистатическим явлениям, а во втором семестре – работам по оптике, спектроскопии и СВЧ-оптике.

Курс «Физика и химия атомов и молекул» читается студентам после квантовой механики, что позволяет им на достаточно высоком уровне знакомиться с современной физикой атомов и молекул, выполняя большое количество упражнений и расчетов по применению ранее изученных методов. Кроме того, параллельно студенты выполняют лабораторные работы в практикуме «Атомная физика».

Помимо базовых физических курсов на кафедре преподаются «Введение в информационные технологии», «Компьютерное моделирование физических процессов», «Введение в технику физического эксперимента», «Искусство преподавания физики», «Основы проектирования экспериментальных физических установок», «Современная экспериментальная физика» и «Экологические проблемы Земли и роль физики в их решении».

Курс «Искусство преподавания физики» в отличие от подобных курсов читает не один лектор. Этот курс читают лучшие, признанные лекторы и мастера своего дела. Достаточно перечислить только несколько тем: «Как учить решать физические задачи», «Представление научных результатов аудитории: от курсовой работы к Нобелевской лекции», «Физические курсы для различного состава студентов», «Учебные демонстрации-иллюстрации и задачи» и др.

### Решение задач – основа обучения

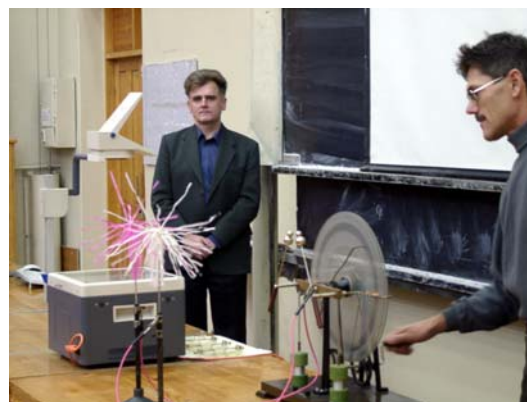
Решение задач по физике – лучший способ активного усвоения новых понятий, поэтому число семинаров на основных физических курсах в полтора – два раза превышает число лекций. Помимо семинаров существует система заданий: каждый студент в течение семестра должен самостоятельно решить 15–20 задач; эти задачи принимаются преподавателем в дополнительное время в форме индивидуальной беседы со студентом, объясняющим свое решение – это одно из самых эффективных нововведений на физфаке НГУ, дающее возможность прямого общения отдельно взятого студента с преподавателем.

Для развития физической интуиции большое значение имеют занятия в компьютерном классе, где есть возможность получения быстрого численного или графического ответа на большое число достаточно сложных задач по механике, электродинамике и квантовой механике. Дополнительная сверхзадача таких занятий – студент привыкает относиться к компьютеру, как к обычному, почти стандартному методу получения информации.

### Лекционные демонстрации

Лекционные демонстрации в курсе общей физики являются важнейшим фактором повышения эффективности и доходчивости излагаемого материала. Подобные демонстрации помимо естественного оживления лекции призваны показать студентам, что физика – это наука о природе, а не набор букв и крючков на доске. Конечно, возможности таких демонстраций ограничены по сравнению с самостоятельной экспериментальной работой, но, будучи показанными здесь и сейчас, сразу же после или непосредственно перед изложением соответ-

ствующего теоретического материала, они производят неизгладимое впечатление на студентов. Оказывая такое значительное воздействие, лекционные демонстрации должны быть тщательно спланированы и



Демонстрация электрофорной машины на лекции по электродинамике (проф. И. А. Котельников)

безукоризненно проведены на глазах у всей аудитории, что предъявляет весьма высокие требования к их подготовке и проведению.

В настоящее время имеется более 200 физических и компьютерных демонстраций по всем разделам физики. Большинство из них созданы силами сотрудников лаборатории и преподавателей кафедры, некоторые установки были переданы из институтов СО РАН. Существенная их часть носит классический характер и относится к определенному разделу физики, другая часть представлена в виде задач-демонстраций, третья связана с тематикой работы научно-исследовательских институтов СО РАН.

Многие из них являются в буквальном смысле уникальными и не имеют аналогов в других вузах, а некоторые, предложенные известными учеными с мировым именем, не имеют аналогов и за рубежом. Например: демонстрация «Султан» (модель подводного взрыва) – акад. М. М. Лаврентьев; демонстрация «Вихрь» (вихревое гашение факела на нефтегазовом месторождении) – акад. М. М. Лаврентьев; демонстрация «Плазменный шнур» (поведение плазмы в магнитном поле) – акад. Р. З. Сагдеев; демонстрация «Ускоритель электронов на трансформаторе Тесла» – акад. Г. И. Будкер; демонстрация «Огни святого Эльма» – акад. Б. В. Войцеховский; и т. д.

Постоянно проводятся работы по созданию новых компьютерных демонстраций. В частности, уже действует новый комплекс

лекционных демонстраций по волновой оптике с использованием ПК и фоторегистрирующей системы на базе линейки фотодиодов, включающий в себя изучение дву- и многолучевой интерференции света, дифракции Френеля и Фраунгофера на различных объектах.

### **Задания и технология их использования**

Месячные задания, которые должны выполнять студенты в процессе изучения всех частей курса общей физики, содержат задачи для самостоятельного решения. У каждого студента преподаватель принимает решенные им задачи индивидуально. При разборе даются другие задачи на ту же тему, используется компьютерное моделирование и т.д. Как правило, прием заданий осуществляется регулярно, один раз в неделю. Качество и своевременность сдачи задания влияет на оценку за работу в семестре. Процедура сдачи зачета отсутствует – своевременная сдача всех заданий и есть необходимое и достаточное условие получения зачета.

Существуют общие правила составления заданий. Задание должно обязательно содержать задачи разной сложности. Простые – для обучения, для фиксации некоторых связей, для того, чтобы студент понял, что он способен решить сразу хотя бы некоторые задачи. Сложные задачи-проблемы требуют серьезных размышлений, глубокого продумывания, обращения к конспектам и учебникам.

Система заданий распространилась и на другие предметы и стала важнейшей частью методики обучения студентов на физическом факультете НГУ.

### **Прием экзаменов и зачетов**

Зачеты по теоретической части курса, т. е. по семинарским занятиям выставляются по итогам сдачи всех заданий автоматически после выполнения всех заданий. Зачет по лабораторным работам выставляется по итогам сдачи необходимого количества выполненных лабораторных работ.

Цель экзамена по физике – проверка знаний и умений. Экзаменов на факультете много. Форма экзаменов обычно меняется от курса к курсу. На младших курсах (первом, втором) экзамен по механике и электродинамике уже много лет разделен на две части – письменный, который проводится за два-три дня до устного экзамена, и устный.

Письменный экзамен устраивают по аналитической механике и другим курсам.

Задачи для письменного экзамена тщательно отбираются на специальном заседании бригады физиков-преподавателей данного курса. В результате конкурсного отбора задач (решение каждой задачи всей бригаде рассказывает автор) составляется текст письменного экзамена с присвоением каждой задаче определенной «ценности» в баллах. Это обычно 6–7 задач на темы пройденной части программы. При решении задач на письменном экзамене разрешается использовать любую литературу (конспекты, учебники, задачки, тексты заданий). На возникающие вопросы дает краткие ответы дежурный преподаватель.

Каждый преподаватель проверяет работы студентов своей группы. После того как проверена большая часть работ, бригадир предлагает интервалы баллов и их соответствие обычной 5-балльной системе. Кроме того, определяется количество баллов для получения отметки «отлично» без сдачи устного экзамена. Отличные оценки без сдачи устного экзамена получают только те студенты, которые имеют отличные оценки за работу в семестре. Факт получения отличной оценки без сдачи экзамена торжественно объявляется студентам утром в день устного экзамена. При этом к устному экзамену готовятся все студенты.

При сдаче устного экзамена выясняется не только способность студента отвечать на теоретические вопросы, но и решать пусть простые, но практические проблемы. По неписанным правилам, принятым во всех бригадах физического факультета, устный экзамен принимается только «чужим» семинаристом или лектором.

Особенностью устного экзамена последних лет является наличие «критериальных вопросов». Это 20–25 вопросов из программы, которые нельзя не знать. Это ключевые вопросы программы, они заранее размещены на сайте факультета вместе с программой. Для ответа на такой вопрос дается одна минута на размышление, т. е. ответ надо дать сразу. Если студент не отвечает на подобный вопрос, то он получает «неуд». Если отвечает, то экзамен продолжается дальше.

### **Лабораторные практикумы в курсе общей физики**

*Задачи и принципы построения лабораторных практикумов.* Обучение экспери-

ментальной физике на первых трех курсах физического факультета Новосибирского государственного университета включает в себя пять обязательных лабораторных практикумов плюс один факультативный, превосходящий обычные учебные требования, нестандартный практикум. Поскольку основополагающим принципом на физфаке НГУ является раннее (начиная с третьего курса) приобщение студентов к реальной научной работе в научно-исследовательских институтах Сибирского отделения РАН, главной задачей практикумов наряду с обычным «сопровождением» теоретических курсов является обучение основам физического эксперимента, закладывающее базу для последующей специализации в выбранной области физики.

Следует отметить, что некоторые лабораторные практикумы проходят также студенты других естественно-научных дисциплин – геофизики, медики, информатики, химии, биологи. В измерительном практикуме для них даже издан особый сборник описаний лабораторных работ.

Вследствие относительной сложности работ в практикумах каждая работа имеется в одном-двух экземплярах. Это означает, что студентам (особенно в первой половине семестра) часто приходится выполнять работы, теоретические основы которых еще не прочитаны в лекционном курсе, что предъявляет серьезные требования к содержанию описаний лабораторных работ. Они не должны превращаться в теоретический курс, но могут дать студенту достаточно знаний для выполнения работы.

Прежде всего, требуется ясное качественное описание явлений и простых физических оценок, на основе которых уже можно приводить необходимые для выполнения работы точные выражения с понятным их объяснением. Для более глубокого понимания студенту рекомендуется просмотреть материал, представленный на соответствующих страницах цитируемых учебников.

Учебно-методическая работа в практикумах организуется куратором практикума, назначаемого заведующим кафедрой общей физики из числа преподавателей с большим опытом преподавательской работы. В свою очередь, куратор определяет преподавателей, отвечающих за методическое сопровождение каждой работы (в том числе модернизацию работы и ее описания). За инженерно-техническое состояние работ отвечает заведующий учебной лабораторией.

*Содержание лабораторных практикумов.* Лабораторные практикумы на первых трех курсах физического факультета обеспечивают потребности практической подготовки бакалавров. Особое значение в системе лабораторных практикумов играет измерительный практикум, выполняющийся в первом семестре первого курса. Он заменяет традиционный практикум по механике. В наш век для иллюстрации основных законов механики вполне достаточно лекционных демонстраций, а первый семестр наиболее разумно использовать для знакомства с принципами, методами измерений и приборами, что положительно сказывается при выполнении лабораторных работ последующих практикумов.

Измерительный практикум был разработан и введен в систему образования именно в НГУ, а впоследствии создан и в ряде других вузов.



Работа в измерительном практикуме

Большая часть работ практикума дает студентам базовые знания о методах измерений и принципах работы приборов. Содержание этих работ становится ясным, если привести названия хотя бы нескольких: «Электроизмерительные приборы», «Электронные осциллографы», «Компенсационные методы измерений», «Измерение скорости звука в металлах методом соударения стержней». Несколько работ посвящены измерениям, на которых студенты осваивают понятие «ошибок измерений» и изучают методы статистической обработки («Статистические закономерности, возникающие при измерениях» и «Измерение энергии образования ион-электронной пары альфа-частицами в воздухе»).



Вооруженные полученными в измерительном практикуме знаниями, студенты во втором семестре выполняют лабораторные работы в молекулярном практикуме. Основная часть заданий практикума является оригинальной и в учебной литературе не описана.



Лаборатория молекулярной физики

Лабораторные работы условно разделены на три раздела. В разделе «Атомное строение, кинетическая теория вещества», наряду с наглядной демонстрацией броуновского движения на экране телевизора, студенты получают глубокие знания по физике низких давлений и вакуумной технике, которые имеют важное значение в современных технологиях.

В разделе «Термодинамика» выполняются работы по исследованию фазовых переходов первого рода и критическим явлениям, измерению теплофизических свойств веществ.

Молекулярная диффузия, трение, молекулярный энергообмен представлены в третьем разделе – «Динамика жидкости и газа». Здесь студенты знакомятся с законами движения газа и жидкости, с дозвуковыми и сверхзвуковыми скоростями течений. Большой интерес вызывает компьютеризированный комплекс по определению скорости звука и показателя адиабаты различных газов.

Вот названия некоторых работ: «Знакомство с методами получения и измерения вакуума», «Изучение внутренних волн в стратифицированных средах», «Определение параметров газов и их смесей с помощью импульсной акустической трубы», «Определение времени колебательной релаксации в углекислом газе», «Исследование ударных волн в газах». Последняя работа – хороший пример переноса установок из институтов

СО РАН в учебные лаборатории университета. Она была создана по инициативе Р. И. Солоухина и была первой установкой в вузах страны, позволяющей получать и исследовать ударные волны. Работа сочетает простоту конструкции с возможностью проведения достаточно глубоких физических исследований.

Лабораторный практикум по электричеству и магнетизму выполняется параллельно с первой частью курса электродинамики. Практикум содержит двадцать работ, разделенных на четыре раздела: электростатика проводников и диэлектриков, электрический ток, магнитное поле в вакууме и веществе, квазистационарные процессы.



Занятие в лаборатории практикума по электричеству и магнетизму

Практикум преследует цель продемонстрировать основные законы электромагнетизма; закрепить навыки экспериментальной работы, полученные на первом курсе; познакомить с измерительной аппаратурой, используемой при электромагнитных измерениях; дать представление о системах единиц измерения электрических и магнитных величин и их практическом использовании; закрепить навыки статистической обработки экспериментальных данных, полученные в предыдущих практикумах кафедры.

В качестве примера приведем названия некоторых работ: «Электростатическая индукция», «Ток проводимости в вакууме», «Переходные процессы в электрических цепях с сосредоточенными параметрами». Во многих работах по необходимости затрагиваются вопросы, выходящие за рамки курса электродинамики. В некоторых случаях, например в работе «Измерение потенциалов возбуждения и ионизации атомов», используются элементарные знания, полученные

еще в школе. В других работах, таких как «Магнитная восприимчивость вблизи точки Кюри» или «Определение ширины запрещенной зоны полупроводника», изучаются явления, позволяющие получить представление о некоторых разделах электродинамики, выходящих за рамки теоретического курса, но являющихся существенными для воспитания физика-экспериментатора

Практикум по физической оптике (четвертый семестр) состоит из **шести разделов**. Поскольку оптика благодаря изобретению лазеров претерпела в последние годы революционные изменения, этот практикум являлся одним из самых мобильных. В нем создано много новых работ, находящихся на передовом фронте науки. Достаточно упомянуть работы «Дифракция и фильтрация изображений в когерентном свете», «Статистический Фурье-спектрометр», «Статистические свойства света», «Спекл-интерферометрия».

В разделе «Дифракция света» студенты получают глубокие знания по явлениям оптики, относящимся к дифракции света: дифракция Френеля и Фраунгофера, принцип Гюйгенса–Френеля, метод зон Френеля, дифракция на щели (качественный анализ), интеграл Кирхгофа в приближении Френеля и Фраунгофера, дифракция Френеля на одиночной щели, дифракция Фраунгофера на щели, дифракция Фраунгофера на решетке, практическое наблюдение дифракционных картин.

В разделе «Интерференция и когерентность» содержатся работы по исследованию элементарной теории двухлучевой интерференции света без учета дифракционных явлений (приближение геометрической оптики). Рассматривается случай интерференции строго монохроматических волн, распространяющихся от двух точечных источников. Вводятся понятия временной и пространственной когерентности, и проводится анализ влияния когерентности волн на интерференционную картину.

Представлены экспериментальные методы наблюдения интерференции света (устройство Юнга, бипризма Френеля, опыт Ньютона). Описано применение интерференции для определения длины волны света, радиуса кривизны линзы, длины и времени когерентности источника излучения.

Рассматриваются физические принципы и экспериментальные методы голографии. В одной из работ студенты измеряют малые

смещения плоской поверхности методом двухэкспозиционной голографической интерферометрии.

В разделе «Поляризация» студенты знакомятся с несколькими работами: получение и исследование поляризованного света, исследование явлений хроматической поляризации света, изучение вращения плоскости поляризации света, изучение явления вращения плоскости поляризации света в импульсном поле.

Лазеры – квантовые генераторы когерентного электромагнитного излучения оптического диапазона длин волн представлены разделом «Принципы лазеров». Вот некоторые лабораторные работы: «Изучение модового состава генерации лазера»; «Трехзеркальный лазерный интерферометр»; «Спектральные характеристики лазера на красителе»; «Гауссовы пучки и лазерные резонаторы»; «Генерация оптических гармоник».

В разделе «Оптические устройства» студентам предлагаются работы, позволяющие познакомиться с принципом действия призматического спектрографа, изучить основные характеристики отражательной дифракционной решетки, исследовать сверхтонкую структуру спектральной линии ртути с помощью интерферометра Фабри–Перо. При выполнении работ обращается внимание на особенности осветительной системы, ее влияние на разрешающую способность прибора.

В разделе «Радиооптика» представлены классические лабораторные работы по физической оптике в СВЧ-диапазоне. Они демонстрируют единство весьма разных на первый взгляд явлений классической электродинамики, показывают связь между описаниями явлений в квантовой механике и оптике.

Атомным практикумом (седьмой семестр) завершается достаточно обширная программа практических занятий студентов-физиков НГУ по программе общей физики. Он призван ознакомить студентов с ключевыми понятиями и явлениями атомной физики. Выполняемые студентами лабораторные работы (6 лабораторных + курсовая за 32 академических часа) охватывают, как правило, основные темы стандартной программы курса атомной физики классического университетского образования. Самостоятельно приобретенные студентами знания закрепляются при индивидуальном об-

шении с преподавателем во время защиты выполненных лабораторных и курсовых работ. При этом учитываются будущая специализация студентов и научные интересы руководителя практики студента в НИИ СО РАН. Поскольку в атомный практикум студенты приходят уже распределившись по кафедрам, курсовые работы они теперь выполняют, как правило, на своих кафедрах под руководством опытных научных сотрудников.

Представление о содержании практикума дает перечисление некоторых работ: «Изучение изотопической и сверхтонкой структуры спектральных линий», «Возбуждение и ионизация атомов (опыт Франка–Герца)», «Изучение эффекта Зеемана системой “ПЗС-линейка – персональный компьютер”», «Автоматизированный ЭПР-спектрометр», «Гелий-неоновый лазер и усиление электромагнитного излучения на длинах волн 0,63 и 3,39 мкм», «Определение удельного заряда электрона методом магнитной фокусировки».

Для преподавания в практикуме привлекаются физики-экспериментаторы с большим стажем научной деятельности, работающие в научно-исследовательских институтах СО РАН. Процесс обучения обеспечивается при постоянной технической поддержке штатными сотрудниками лаборатории атомного практикума во главе с зав. лабораторией. Большая техническая поддержка лаборатории, включая автоматизацию лабораторных работ, оказывается институтами СО РАН. С помощью Института ядерной физики им. Г. И. Будкера в лаборатории практикума создан факультатив «Импульсная плазма». Большая помощь лаборатории со стороны ИЯФ осуществляется в вопросе автоматизации лабораторных работ с использованием персональных компьютеров.

*Курсовые работы в практикумах по общей физике.* Для студентов-физиков все практикумы, за исключением измерительного, заканчиваются выполнением курсовой работы. Она может быть посвящена изучению некоторых физических явлений и процессов, измерению характеристик вещества и универсальных физических констант, развитию методов и средств измерений. Обычно эти работы родственны тем, которые были выполнены студентом в практикуме в течение семестра. Тема курсовой работы может быть дальнейшим продолжением и развитием лабораторной работы из числа

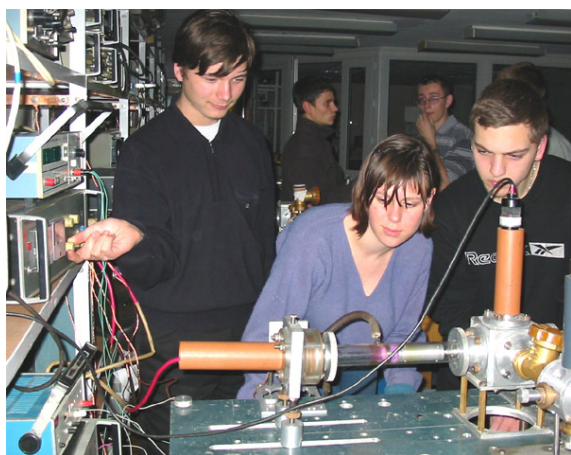
выполненных в течение семестра. Более того, работа может быть посвящена измерению даже той же самой величины, что и в стандартной лабораторной работе, но с заметно улучшенной точностью, что может быть достигнуто лишь путем существенного изменения методики измерения, использованной в стандартной работе.

О необходимости выполнения таких работ студента предупреждают на первом же занятии в лаборатории и предлагают заранее обдумать тему будущей работы. Наибольшую ценность представляет тема, предложенная самим студентом. Естественно, что для постановки и проведения оригинальной работы необходимо изготовить некоторые нестандартные устройства и приспособления. Сложные детали изготавливаются в механических мастерских НГУ по чертежам, выполненным самим студентом. Общий объем заказа не должен значительно превышать двух-трех десятков нормочасов.

Для того чтобы мастерская имела возможность справиться с большим количеством студенческих заказов, чертежи должны быть сданы в нее примерно за один-полтора месяца до окончания семестра. Кроме того, студент сам может выполнить достаточно большой, определяемый его возможностями и энтузиазмом объем слесарных и электро-монтажных работ в специальной лаборатории физического эксперимента НГУ. Здесь же он может провести и основную часть своих исследований.

Предложенная самостоятельно или полученная студентом тема работы обсуждается совместно с преподавателем. В процессе этого обсуждения студент должен привести оценки, показывающие выполнимость работы, ожидаемый уровень точности, необходимую для этого аппаратуру и примерный объем работ по изготовлению нестандартных деталей и приспособлений в механических мастерских университета. Обычно преподаватель предлагает несколько модификаций рассматриваемой схемы, но право выбора наилучшего варианта принадлежит студенту. В этой ситуации преподаватель имеет совещательный голос.

Следует особо отметить, что студент может выполнить курсовую работу также на одном из факультативов в нестандартном практикуме или в одном из институтов СО РАН. Последняя возможность все чаще используется студентами, поскольку позволяет выполнить работу на тему, являющуюся



Работа в лаборатории нестандартного практикума

«горячей» для современной физики, на современном оборудовании. Очень часто место выполнения курсовой работы существенным образом влияет на последующий выбор специализирующей кафедры. По этой причине ведущие и наиболее активные научные сотрудники институтов СО РАН с удовольствием берут студентов для выполнения курсовых работ в свои лаборатории.

В настоящее время, когда практически все студенты имеют возможность работать на компьютерах и имеют навыки и знания, полученные еще в курсе «Введение в информационные технологии», обработка данных ведется с использованием соответствующих прикладных программ. При оценке курсовой работы учитываются: самостоятельность выбора темы и выполнения всех перечисленных выше этапов проведения работы; качество представления результатов; оформление отчета и продемонстрированный при защите работы уровень знаний и понимание проблемы.

Выделенные преподавателями лучшие работы докладываются на конкурсах студенческих работ – ежесеместровых конференциях, после которых победители и все участники получают соответствующие дипломы. Работы, имеющие серьезное научное значение и выполненные на высоком уровне, представляются на студенческие научные конференции, а иногда публикуются в научных журналах или трудах конференций. Не так уж редко научная биография выпускников НГУ открывается хорошей курсовой работой, выполненной на младших курсах.

*Использование компьютеров в лабораторных практикумах.* Современная научная и инженерная работа немыслима без ис-

пользования компьютеров. Следовательно, адекватное использование компьютеров в лабораторных практикумах абсолютно необходимо для обучения специалистов высокой квалификации. Но как и в каждом деле, здесь необходимо чувство меры. Нам представляется, что в учебных лабораториях по экспериментальному естествознанию было бы просто вредно стремиться «автоматизировать» все работы без исключения.

Несомненно, в значительной (а может быть, и большей) части работ практикума должны сохраниться обычные работы, в которых студент выполняет все операции, включая настройку установки, выполнение эксперимента, запись и статистическую обработку данных (возможно, достаточно сложную), своими руками, постигая при этом тонкости экспериментальной работы, которые при бездумном использовании компьютера были бы от него скрыты. Те же работы, в которых компьютер используется как средство регистрации и обработки данных, должны быть «прозрачными» для студента, а в ключевых моментах – требовать его осознанного вмешательства.

Вторым ключевым принципом, который безусловно должен выполняться при создании компьютеризированных лабораторных работ (КЛР), является условие, что использование компьютера и сопряженных с ним электронных устройств дает возможность существенно расширить объем получаемой информации (например, набор большой статистики), либо работа вообще не может быть выполнена без применения компьютера (например, полученные результаты сопоставляются с обширной компьютерной базой данных, или результат эксперимента может быть получен только как решение обратной или итерационной задачи по полученным данным). В противном случае применение дорогостоящей техники вряд ли можно считать оправданным.

Сегодня во всех лабораторных практикумах кафедры общей физики имеются десятки работ, в которых управление экспериментальной установкой и/или регистрация экспериментальных данных осуществляется с помощью персональных компьютеров. Уже в измерительном практикуме сбор данных и статистическая обработка результатов в одной из работ выполняются с помощью ПК. Впервые в практике вузов мы интегрировали лабораторный практикум с курсом «Введение в информационные тех-



нологии». Данные, полученные при выполнении этой работы, передаются по сети на сервер компьютерных классов. Далее под наблюдением преподавателей курса «Введение в информационные технологии» студент с помощью прикладных программ обрабатывает экспериментальные данные, готовит отчет, используя текстовый процессор, создает личную Web-страничку и публикует на ней отчет.

В последующих практикумах студенты работают с компьютером регулярно, осваивая как методику компьютеризированного эксперимента, так и принципы обработки данных. Применение компьютеров позволяет значительно расширить познавательную ценность работ.

Остановимся в качестве примера на двух работах. Принципы Фурье-спектроскопии изучаются в лаборатории оптики практикума по общей физике на установке, представляющей собой Фурье-спектрометр так называемого статического типа. Фурье-образ излучения, входящего в спектрометр, формируется в фокальной плоскости линзы, регистрируется многоэлементной фотодиодной линейкой и записывается в базу данных. Исходный спектр восстанавливается путем вычисления и отображения на дисплее ПК Фурье-преобразования, который и является искомым спектром источника. Для того чтобы показать физическую реальность Фурье-преобразования, та же операция выполняется с помощью специальной оптической системы. Сравнение результатов компьютерного восстановления с оптическим позволяет студенту выявить связи между часто воспринимаемой им абстрактно математикой и реальной действительностью.

Другой пример – моделирование рассеяния рентгеновских лучей кристаллической решеткой. Рентгеновское излучение имитируется СВЧ излучением, а «кристаллом» является куб из пенопласта с вмонтированной в него решеткой из металлических цилиндров. Меняя угловое положение детектора и сканируя угол падения вращением «кристалла», записываем с помощью АЦП, вставленных в ПК, интенсивность рассеяния. Сравнивая с результатами численного моделирования, выполняемого на том же компьютере, определяем тип и параметры кристалла. Данную работу, как и предыдущую, практически невозможно выполнить без использования компьютерной технологии.

### **Нестандартный практикум и его место в системе подготовки**

В 1983 г. профессорами И. Н. Мешковым и Н. С. Диканским организована специальная лаборатория для развития творчества студентов-физиков младших (перво-третьего) курсов. На базе лаборатории образован специальный нестандартный практикум, где студенты придумывают способы решения научных и технических проблем, синтезируют новые материалы и изучают их свойства, создают исследовательские и технологические установки.

В 1995 г. лаборатория начала интенсивно развиваться. В 2000 г. зав. КОФ проф. А. М. Оришичем было принято решение о форсированной модернизации лаборатории в связи с необходимостью поддерживать высокий уровень учебного процесса на кафедре. В настоящее время наряду с фундаментальными знаниями особое внимание уделяется физическим основам высоких технологий.

Основное содержание нестандартного практикума – факультативы, отражающие приоритетные направления развития науки и высоких технологий. Их темы изменяются в зависимости от интереса студентов и актуальности научного направления: «Квантовая электроника», «Физика плазменных технологий», «Высокотемпературная сверхпроводимость», «Физическая электроника», «Физика ускорителей заряженных частиц», «Теплофизика», «Взаимодействие лазерного излучения с веществом», «Нанотехнологии» и др. Важно, что направления работы в нестандартном практикуме соответствуют приоритетным научным направлениям РАН.

Работа на нестандартном практикуме способствует формированию положительных качеств у студентов: творческому подходу; высокой мотивации на успех; нацеленности на достижение результата; профессионализму (знания, умение их применить и использовать); целеустремленности, самостоятельности и ответственности; активной жизненной позиции, мобильности; умению работать в команде, перестраиваться, искать оптимальный путь в решении новых задач, не теряться перед возникшей абсолютно новой ситуацией. Все это достоинства учебного процесса, в котором активно участвуют сотрудники РАН.

## Компьютерные практикумы

Сегодня компьютер – рабочий инструмент, обеспечивающий полноценное участие исследователя в жизни научного сообщества, позволяющий управлять экспериментом, накапливать и обрабатывать данные, быстро и эффективно проводить необходимые расчеты и численные эксперименты, готовить научные отчеты, доклады и публикации, общаться с коллегами через Интернет.

Сумма знаний и навыков, необходимая для стартового уровня молодого физика-исследователя, стремительно возрастает. Практически в каждом семестре при обучении на первых трех курсах имеется хотя бы один курс, связанный с использованием компьютеров. На первом курсе – «Основы информационных технологий» в первом семестре и «Компьютерное моделирование физических процессов» – во втором семестре; «Компьютерный практикум по электродинамике» на втором курсе и «Компьютерный практикум по квантовой механике» – на третьем.

Кроме того, изучается программирование на языке Си на втором курсе и численные методы вычислений – на третьем. Для студентов третьего курса имеется еще отдельный годовой курс «Технические средства автоматизации научных исследований», но он относится к ведению кафедры радиофизики.

*Практикум «Введение в информационные технологии».* Предназначен для студентов первого курса физического факультета. Его цель – познакомить студентов с общими возможностями использования компьютеров в научной деятельности, приобрести первичные навыки работы с наиболее популярными программными продуктами, выработать потребность в использовании компьютерных технологий при решении самых различных задач.

Особенностью данного курса является его глубокая интеграция с обучением основной дисциплины на физическом факультете – курсом общей физики. В процессе обучения информационным технологиям студент подготавливает отчет об одной из лабораторных работ, параллельно выполняемых студентом в измерительном практикуме кафедры общей физики. Суть работы в компьютерном практикуме заключается в обработке полученных при выполнении ла-

бораторной работы экспериментальных данных, оформлении и распечатке отчета, подготовке электронной презентации результатов работы и их публикации в Интернете.

В рамках данного курса не предполагается полное, глубокое изучение используемых программных продуктов – задачей курса является получение базовых навыков использования компьютеров в деятельности физика-исследователя. В ходе занятий студенты знакомятся с:

- возможностями компьютерной обработки данных;
- типами и инструментами визуализации научных данных;
- правилами и инструментами оформления научных текстов;
- возможностями и средствами научной коммуникации через Интернет;
- методами представления научных результатов на конференциях и в Интернете.

Учащиеся приобретают навыки:

- статистической обработки экспериментальных данных с помощью электронной таблицы Excel, компьютерных аналитических и численных расчетов моделей природных явлений с помощью программы Mathcad;
- построения диаграмм и графиков в программах Word, Excel, Mathcad, растровых изображений в Adobe Photoshop, векторных изображений в программе Visio;
- подготовки научных статей и отчетов в текстовом редакторе Word;
- настройки и использования электронной почты на примере почтового клиента Outlook Express, поиска научной информации в Интернете;
- подготовки презентаций в PowerPoint, Web-страничек во FrontPage.

*Практикум «Компьютерное моделирование физических процессов».* Использование компьютеров в процессе обучения на кафедре общей физики всегда уделялось большое внимание. Еще в те времена, когда в НГУ был директивно внедрен курс АСУ, который повсюду сводился, в лучшем случае, к обучению программированию, ректор НГУ акад. С. Т. Беляев поставил перед физиками вопрос – как можно использовать компьютеры в НГУ более эффективно? В качестве ответа Л. М. Альтшулем была разработана ОС для М-220, позволявшая вести отладку и расчет в терминальном режиме. Л. М. Альтшулю помогал лаборант

Шмаков; различные части работы выполнили С. Л. Мушер (графика), Ф. М. Израйлев и Г. Л. Коткин (описания задач). При переходе к многопользовательскому терминальному режиму были использованы разработки ИЯФ, внедренные в НГУ под руководством В. И. Нифонтова.

Существенно, что практикум был разработан физиками и выполнялся в рамках обучения на физической кафедре. Потребовалось также, чтобы на одного преподавателя приходилось 6–7 студентов. Эта норма сохраняется до сегодняшнего дня и распространяется на другие компьютерные практикумы. В процессе развития были совершены переходы на иную технику, операционные системы и языки программирования (Фортран II → Фортран IV → Паскаль → MatLab). В настоящее время практикум действует для студентов первого курса физического отделения и называется «Компьютерное моделирование физических процессов с использованием “MatLab”». Курс состоит из 8 лекций (16 ч) и 48 ч практических занятий в компьютерном классе.

Существенным отличием данного варианта практикума от всех предыдущих является использование не универсального языка программирования (Фортран или Паскаль, использовавшиеся ранее), а специальной системы MatLab фирмы MathWorks, созданной для облегчения решения инженерных и научных задач. Выбор системы MatLab был определен в немалой степени тем, что, являясь интерпретирующим языком высокого уровня, MatLab имеет богатую библиотеку встроенной графики. В предыдущем варианте реализации практикума на языке Паскаль авторами курса были разработаны вспомогательные средства (графический вывод, меню и т. д.), которые в комплексе MatLab являются неотъемлемой частью системы.

Таким образом, одна из задач курса – научить студента пользоваться высокоуровневыми средствами программирования. Наличие в системе возможности визуального программирования интерфейса позволяет говорить о том, что данная система является простой и практичной моделью работы с более сложными системами.

Основные задачи курса предлагаются студентам в виде заготовок, решающих простейшие вопросы, но которые могут служить основой для доработки и усложнения соответствующих моделей. Эти заготовки

доступны в виде исходных текстов (так называемых m-файлов). Подготовлен электронный вариант методического пособия, выложенный на сервер учебного класса и на WWW сервер физического факультета (<http://www.phys.nsu.ru/courses/pdf/GP.25.pdf>) в формате PDF. Это пособие с учетом выявленных замечаний и дополнений стало основной печатной версией.

В курсе предлагаются задачи, в которых затронуты разные подходы к моделированию. Это исследование моделей, движение которых определяется обыкновенными дифференциальными уравнениями (задачи «Маятник», «Планета»), и метод Монте-Карло («Случайные блуждания», «Броуновское движение», «Потери пучка»). Решение этих задач позволяет «потрогать руками» функции распределения. Молекулярная динамика («Шары») демонстрирует возникновение молекулярного хаоса и фактическую необратимость движения при столкновениях шаров. Изучаются также нелинейные резонансные явления при вынужденных колебаниях маятника, изменение траектории частицы в кулоновском поле при его искажении. Студенты в процессе обучения помимо ознакомительных заданий должны выполнить три обязательные задачи – «Маятник», «Случайные блуждания» и «Шары». При успешном выполнении этих трех задач студент, как правило, получает оценку «хорошо». Для получения оценки «отлично» студент должен выполнить еще одну самостоятельную задачу из прилагаемого списка или придумать ее самостоятельно, согласовав с преподавателем.

В НГУ проводились «школы» с обучением нашим практикумам на компьютерах. Были физики из Владивостока, Иркутска, Красноярска, Свердловска, Харькова и т. д. Приезжали изучать наш опыт из ФИЗТЕХа и МГУ. Опыт преподавания докладывался на ряде всероссийских и международных конференций.

*Компьютерный практикум по электродинамике.* Предназначен для студентов второго курса физического факультета. Практикум является дополнением к традиционным формам учебного процесса – лекциям, семинарам, лабораторным работам. Занятия проводятся в компьютерном классе в течение двух семестров на втором курсе, во время которых читается лекционный курс электродинамики. Общий объем практикума составляет 20 ч.

Практикум функционирует и постоянно модернизируется на физическом факультете НГУ с 1986 г. В 1994 г. компьютерный практикум по электродинамике стал победителем Первого Европейского конкурса учебного программного обеспечения EASA'94 (г. Гейдельберг, Германия, 27–29 ноября 1994 г.), и коллектив авторов (Н. А. Башлыкова (Витюгова), А. М. Задорожный, В. Г. Казаков, Е. А. Переведенцев, Ю. И. Эйдельман, С. Г. Воропаев, Г. Л. Коткин) получил диплом.

Компьютерный практикум по электродинамике является программно-методическим комплексом, предназначенным для использования при изучении классической электродинамики. Он построен на прикладном программном обеспечении, написанном специально для этой цели, и методике, развиваемой в Новосибирском государственном университете в течение многих лет. В состав практикума входят пакет компьютерных моделирующих задач и методическое пособие. Практикум охватывает пять разделов курса классической электродинамики:

- электростатические поля систем точечных зарядов;
- электростатические поля в области, свободной от зарядов;
- аксиально-симметричные магнитные поля систем круговых витков;
- Фурье-анализ сигналов;
- электромагнитные волны в неоднородных средах.

Основная цель практикума – дать студентам возможность, пользуясь методами численного моделирования, познакомиться с физическими закономерностями пространственно-временной структуры электромагнитных полей, генерируемых различными системами зарядов и токов, законами движения частиц в электромагнитном поле; Фурье-анализом сигналов. Работая с программой, студент моделирует и изучает физическое явление или процесс, изменяя параметры, может наблюдать результаты этих изменений. Программы обеспечивают наглядное представление изучаемых физических явлений и процессов на экране персонального компьютера. Работают студенты в диалоговом режиме с полностью отлаженными программами. Для выполнения работ не требуется знания языков программирования.

В настоящее время изучается возможность использования в компьютерном практикуме по электродинамике одной из наиболее популярных математических про-

грамм MatLab фирмы MathWorks, используемой на физическом факультете НГУ в курсе «Компьютерное моделирование физических процессов». Для этого раздел курса «Электростатические поля в области, свободной от зарядов» выполняется в настоящее время в среде MatLab.

### **Интернет-технологии в преподавании общей физики**

На кафедре общей физики представлены практически все направления: предоставление интернет-доступа к учебным и учебно-методическим материалам, разработанным и изданным на кафедре; размещение на сервере факультета учебных программ и заданий, видеокопий лекционных демонстраций; создание специальных интерактивных задач, которые могут использоваться как лекторами для демонстрации во время лекций, так и студентами для самостоятельных упражнений. Ряд технологий, использованных при создании учебных и учебно-методических материалов, являются авторскими.

Например, для разработки представления в Интернете учебно-методических материалов естественно-научного характера ряд сотрудников кафедры (проф. И. А. Котельников, доц. В. С. Черкасский) получили грант министерства образования по федеральной целевой программе «Интеграция науки и высшего образования России на 2002–2006 годы» для выполнения работ по теме «Разработка технологии представления научно-технических публикаций в интернете и печатном виде на основе единого хранилища информации».

На основании проведенных работ создан и действует веб-сервер (на основании MatLab-WebServer), на котором размещены 11 интерактивных задач по электродинамике (<http://www.phys.nsu.ru:8000/eldin/default.htm>), которые могут выполняться студентами в удаленном интерактивном режиме, причем расчет ведется на стороне сервера, а занимающийся, задав определенные параметры задачи, получает на свой компьютер статическую или динамическую картинку – результат расчета.

Такая технология позволяет снизить требования к компьютеру пользователя даже при решении весьма сложных задач. Насколько нам известно, подобные серверы в России есть еще в двух местах – Астраханском государственном университете (<http://mathmod.aspu.ru>) и в Институте земного магнетизма РАН



(<http://matlab.izmiran.ru/magdata>). Разработанная в рамках этого же гранта технология конвертации методических пособий из популярного формата LaTeX в полноценный HTML–MathML документ используется в настоящее время для создания полноценного Интернет-курса по классической электродинамике.

В мультимедиа-центре НГУ предложен и развивается оригинальный подход к построению учебных ресурсов, как информационных систем на основе баз данных учебных материалов. Основой для их создания служит система ЛЕММА, обеспечивающая построение ресурсов в трехуровневой архитектуре клиент–сервер. В то время когда для хранения данных, а также для их доставки и просмотра используется стандартное программное обеспечение (WWW сервер, SQL сервер, WWW клиент соответственно), сервер приложений обеспечивает поддержку модели данных, ориентированной на адекватное отображение данных учебного характера. Описанный подход был применен для построения курсового обеспечения по атомной физике. На основе анализа учебника были выделены основные классы учебных материалов и построена модель БД, которая затем была реализована в системе ЛЕММА 2. Кроме того, в учебнике имеется ряд моделей, реализованных как блокноты MathCad. Они используются, например, для расчета некоторых таблиц, зависящих от параметра, сложных функций и интегралов.

Для отработки технологии научного взаимодействия различных групп исследователей с использованием Интернета по инициативе проф. Б. А. Князева были проведены две международные Интернет-олимпиады по физике, в которой команды разных стран (России и США) из 4 городов – Новосибирска, Санкт-Петербурга, Сан-Диего и Сизтла в режиме реального времени совместно обсуждали и решали задачи через Интернет.

#### **Подготовка и публикация методических материалов**

Поскольку сама структура курса общей физики является не совсем традиционной,

то и использование стандартных, общепринятых учебников затруднительно. Поэтому с самого момента зарождения кафедры особая роль отводилась подготовке и публикации методических пособий, которые могли бы помочь студенту в его нелегком труде. Как правило, в течение года издается не менее 5–7 методических изданий, некоторые из них впоследствии издаются типографическим способом и получают всероссийскую известность.

#### **Заключение**

Подводя итоги, можно констатировать, что за сорок лет развития в Новосибирском государственном университете создана оригинальная система преподавания физики, позволяющая и сегодня выпускать высококлассных специалистов для науки и промышленности. Система новых ценностей и давление внешних обстоятельств, сформировавшиеся в последние годы, привела к тому, что многие выпускники физфака вынуждены были либо искать работу по специальности за рубежом, либо уходить в сферы деятельности далекие от физики.

Те немногие, кто остается в науке, демонстрируют обычно хороший уровень университетской подготовки. Выпускники, ушедшие в сферы, весьма далекие от науки, также очень часто показывают нам, что фундаментальная подготовка, которая учит людей логически мыслить и быть готовым воспринимать все новое и нестандартное, позволяет достичь высот во всех сферах, включая бизнес.

Проект создания в стране вообще, и в Новосибирске в частности, зон высоких технологий означает, что потребность в высококлассных специалистах в ближайшие годы должна резко возрасти. Причем в связи с быстрой сменой технологий сегодня практически невозможно подготовить специалиста для работы в какой-либо узкой области знаний. Поэтому так важен курс общей физики, который является надежным базисом для дальнейшего совершенствования любого специалиста в области новых и новейших технологий.