

ИННОВАЦИИ В ОБРАЗОВАНИИ

УДК 378

ПРОЕКТНЫЙ МЕТОД В ПОДГОТОВКЕ РАДИОФИЗИКОВ-ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ ДЛЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ НАУКИ

© 2014 г.

М.И. Бакунов¹, Е.З. Грибова¹, А.М. Сергеев²

¹Нижегородский госуниверситет им. Н.И. Лобачевского

²Институт прикладной физики РАН, Н. Новгород

gribova@rf.unn.ru

Поступила в редакцию 10.11.2014

Анализируется опыт радиофизического факультета ННГУ по применению проектного метода обучения при целевой подготовке физиков-исследователей для научных институтов Российской академии наук. Рассмотрены особенности курса «Учебно-научный эксперимент», специально разработанного для реализации проектного метода, и его роль в раннем вовлечении студентов в научную деятельность.

Ключевые слова: проектный метод, целевая подготовка, фундаментальная наука.

Введение

В современных условиях стремительного научно-технологического развития общества, когда время устаревания специальных знаний становится короче времени их приобретения в традиционном образовательном процессе, наиболее адекватной стратегией подготовки специалистов в области точных наук становится ориентация на достижение преимущественно двух образовательных целей:

- 1) формирование у обучаемых основы в виде фундаментального физико-математического знания;
- 2) выработка у них творческих навыков по самостоятельному получению (обновлению) специальных знаний для решения возникающих перед ними конкретных проблем.

Достижение последней цели – нетривиальная задача, которая требует разработки специальных образовательных подходов. Один из таких подходов составляют проектно-ориентированные методы обучения.

Удивительно, но система обучения, соответствующая указанной выше стратегии современного образования, была заложена на радиофизическом факультете ННГУ еще при его создании в далеком 1945 году. Факультет создавался для решения новой для того времени и жизненно важной для обороны страны проблемы радиолокации [1]. В связи с этим крайне важно было создать особую образовательную систему, сочетающую фундаментальную физико-мате-

матическую подготовку студентов с развитием у них творческого мышления, критического отношения к готовым истинам, привычки и умения получать необходимые для решения конкретной задачи знания самостоятельно.

Особенности подготовки студентов на радиофизическом факультете ННГУ

Особенностями системы образования на факультете являются сочетание фундаментальности и глубины образования со специализацией в самых современных направлениях науки и техники, а также направленность обучения на развитие гибкого аналитического мышления, широты кругозора, позволяющего быстро переключаться на новые направления исследования.

Основные принципы, на которых всегда строилось и строится обучение на факультете, следующие:

- единство научного и образовательного процессов;
- многоцелевая индивидуальная подготовка специалистов.

Остановимся на них подробнее.

1. Единство научного и образовательного процессов. «Студенты должны получать науку из первых рук» – это главный педагогический постулат факультета. С первых лет его существования к преподаванию были привлечены ведущие ученые Москвы и Горького – профессора В.Л. Гинзбург, А.Г. Майер,

С.М. Рытов, Е.Л. Фейнберг, М.Л. Левин. Ими была разработана концепция радиофизического образования, созданы учебные планы и новые лекционные курсы. Многие страницы знаменитой книги Г.С. Горелика «Колебания и волны» рождались как за рабочим столом, так и в учебных аудиториях, лабораториях факультета. Прочитанные студентам лекции легли в основу ставших классическими монографий «Распространение электромагнитных волн в плазме» В.Л. Гинзбурга и «Распространение радиоволн вдоль земной поверхности» Е.Л. Фейнберга. Традиционно преподавание ведется активно работающими учеными и строится на примерах новейших научных разработок.

2. Многоцелевая индивидуальная подготовка специалистов. Известно, что представители нижегородской радиофизической школы гораздо раньше, чем их коллеги (в том числе и зарубежные), оказываются в основных точках развития того или иного научного направления. И к этим точкам они порой подходят с самых неожиданных сторон, делая прозрачными междисциплинарные перегородки. В этом, собственно, и заключается универсальность единого подхода к изучению различных явлений природы, присущего радиофизикам, которым с самого начала обучения прививается общая «колебательно-волновая культура». С этой точки зрения термин «радиофизика», который исторически возник в СССР и получил распространение именно в связи с созданием радиофизического факультета в Нижнем Новгороде, имеет большее количество значений, чем принятый на Западе термин «Radio Science».

Индивидуальная подготовка студентов реализуется на факультете, как правило, с 3-го курса, когда начинается выполнение курсовых работ. Каждый третьекурсник имеет своего руководителя, способного развить лучшие индивидуальные стороны студента и вырастить из него творческую личность с широкими и глубокими фундаментальными знаниями. Тесное общение студентов с ведущими учеными, находящимися на переднем крае науки, позволяет им почувствовать романтику научной работы и уже на 3-м курсе начать собственные исследования.

Особое положение на факультете занимает открытая в 2000 г. специальность (в настоящее время – направление подготовки) «Фундаментальная радиофизика и физическая электроника» (ФРФЭ). В отличие от традиционных направлений подготовки ФРФЭ прямо ориентирована на подготовку кадров для научных исследований, в первую очередь – в академических институтах Нижнего Новгорода ИПФ

РАН и ИФМ РАН [2]. Особенностью ФРФЭ является фактически «штучная» подготовка студентов, слагающаяся из базового обучения (на младших курсах) и специальной углубленной подготовки в лабораториях институтов с участием ведущих специалистов в конкретных областях исследований (на старших курсах).

Учебно-научный эксперимент как проектный метод обучения

Этап, в ходе которого студенты ФРФЭ получают первый опыт личного участия в исследовательской работе, начинается уже на втором году обучения и продолжается 3 семестра. На втором и третьем курсах в учебный план ФРФЭ включен оригинальный лабораторный практикум «Учебно-научный эксперимент» (УНЭ), который организуется непосредственно в исследовательских лабораториях ИПФ РАН и ИФМ РАН. Концепция УНЭ, разработанная в ходе создания программ и учебных планов ФРФЭ и не имеющая, насколько нам известно, аналогов в других вузах, может служить примером применения проектно-ориентированных методов обучения. В отличие от традиционных работ лабораторного практикума по общим и специальным дисциплинам, выполняемых на специально созданных учебных установках, УНЭ по своему замыслу предполагает вовлечение студентов в реальную исследовательскую работу. При этом, в отличие от проектных методов в том виде, как они обычно трактуются, формулировки проблем носят, как правило, не только учебный (зачастую надуманный) характер. Фактически проекты в рамках УНЭ выполняются в соответствии с интересами работодателей (ИПФ РАН и ИФМ РАН), что является абсолютно новым для ННГУ применением проектно-ориентированных методов.

Основные цели курса УНЭ:

- сформировать у студентов навыки творческого мышления, позволяющего осуществлять самостоятельное решение незнакомых проблем;
- познакомить студентов с тематикой проводимых в институтах исследований;
- подготовить к осознанному выбору темы курсовой работы на третьем курсе (у многих курсовая работа перерастает впоследствии в дипломную работу или в магистерскую диссертацию, у некоторых – в кандидатскую);
- поднять уровень экспериментальной культуры студентов-радиофизиков;
- способствовать приобретению навыков работы на самом современном оборудовании;

– адаптировать к работе в научном коллективе.

В соответствии с обозначенными целями курс разделен на двухмесячные циклы, в течение которых студенты, разбившись на группы по 2–3 человека, работают в различных лабораториях под руководством сотрудников институтов, которые ставят им небольшие задачи в рамках проблем, решаемых лабораториями. Спектр научных направлений, с которыми студенты знакомятся в ходе выполнения практикума УНЭ, весьма широк и включает в себя все основные области исследований ИПФ РАН и ИФМ РАН: оптику и лазерную физику, акустику, гидрофизику, нелинейную динамику, радиофизическую диагностику природных сред, спектроскопию, электронику больших мощностей, физику плазмы, взаимодействие СВЧ-излучения с твердым телом, физику наноструктур. Работы УНЭ выполняются на уникальных экспериментальных установках, таких как плазменный стенд «Крот», большой термостратифицированный бассейн, кольцевой ветроволновой бассейн, фемтосекундный лазерный комплекс, радиоакустический спектрометр, а также на ряде менее крупных экспериментальных стендов ИПФ РАН и ИФМ РАН.

Выполнение любой работы УНЭ включает в себя ознакомление с основными физическими закономерностями и текущей проблематикой соответствующего научного направления, изучение экспериментальной установки и методик работы с оборудованием, решение экспериментальной задачи, последующую обработку данных и анализ результатов. Реализация всех перечисленных этапов требует значительных затрат времени – около 30 часов на одну работу в течение двухмесячного цикла.

Формой отчетности по УНЭ является доклад каждой группы на семинаре, который проводится по результатам работы раз в 2 месяца (т.е. 2 раза за семестр). На семинаре присутствуют как сотрудники ИПФ и ИФМ (в том числе руководители работ), так и преподаватели кафедры общей физики радиофизического факультета ННГУ. Семинар является моделью научной конференции, его цель – научить студентов:

- готовить презентации к докладу;
- грамотно излагать результаты своей работы;
- разумно распределять отведенное для доклада время;
- участвовать в обсуждении докладов, вести научную дискуссию.

После отчетного семинара происходит смена научной тематики практикума для каждой

группы. Таким образом, за все время УНЭ (3 семестра) каждый студент участвует в выполнении 6 учебно-научных экспериментальных работ. Заметим, что у студентов есть определенная свобода в выборе лабораторий из предлагаемого им списка; причем этот список постоянно пополняется, что диктуется, в том числе, и пожеланиями самих студентов.

В качестве примеров проектно-ориентированного характера курса УНЭ можно привести выполняемые студентами исследовательские работы по молекулярной спектроскопии и применению радиофизических методов к изучению живых систем.

В первом случае студенты получают необходимую вводную информацию по проблеме прецизионных измерений малых концентраций химических веществ в газовой фазе, после чего перед ними ставится задача формулировки метода дистанционной диагностики содержания молекул СО в атмосфере. Предлагаемый метод может базироваться на источниках электромагнитного излучения различных диапазонов (оптического, микроволнового), применяться для различных физических условий (лесные пожары, извержения вулканов, выбросы промышленных предприятий), использовать различное расположение источников и приемников излучения. Благодаря такой множественности ситуаций перед студентами открывается большое поле для креативной деятельности – и, следовательно, можно ожидать нестандартных предложений, т.е. реализации личностно-ориентированного подхода как принципиального момента проектной технологии обучения. Студенты, используя полученные от преподавателя сведения, рекомендованные источники научной информации и самостоятельно найденные интернет-ресурсы, должны попытаться сформулировать и защитить возможные подходы к решению данной задачи, а также предложить возможные экспериментальные схемы для проверки своей гипотезы. Богатый инструментальный арсенал академической базы УНЭ позволяет студентам провести модельные эксперименты в рамках выполняемого проекта, а также принять участие в серьезных лабораторных исследованиях, выполняемых их старшими коллегами по миллиметровой и субмиллиметровой молекулярной спектроскопии.

Во втором примере проекта студентам, вооруженным определенным объемом пассивно полученных знаний по теории распознавания изображений с помощью методов нелинейно-волновой физики, может быть поставлена творческая задача по поиску способа быстрой иден-

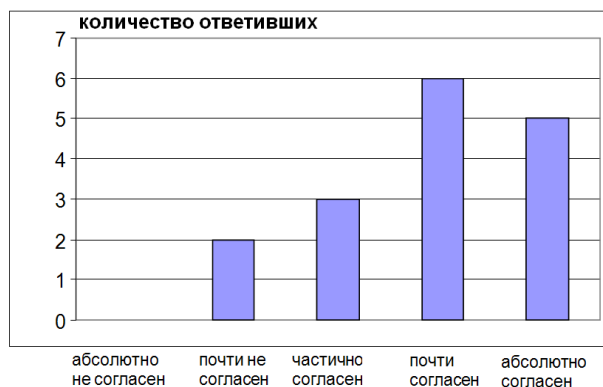


Рис. 1. Оценка студентами 2-го курса утверждения «УНЭ дает возможность применять полученные на лекциях по базовым курсам теоретические знания»

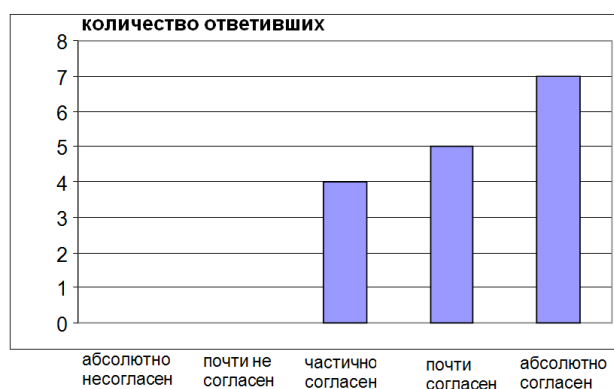


Рис. 2. Оценка студентами 2-го курса утверждения «УНЭ позволяет увидеть связи между различными учебными дисциплинами»

тификации конкретной личности при видеонаблюдении потока людей или их массового скопления. Эта весьма популярная задача о выделении достаточного количества информативных признаков по фотографии человека имеет, очевидно, множество подходов к ее решению. Студенты должны самостоятельно разобраться, в каких ситуациях (проходная режимного завода, зрелищное мероприятие, зона прибытия аэропорта) какие из признаков более значимы для составления базы биометрических показателей и ее сравнительного использования, в том числе в режиме реального времени. Предметом индивидуального или группового творчества может быть создание алгоритма тестирования на самих студентах. Рассматриваемый пример весьма удобен для достаточно быстрой практической реализации и представляет особый интерес для современного поколения студентов, успешно осваивающих технику высокопроизводительных вычислений при решении задач нелинейно-волновой физики.

Представляет интерес оценка значения курса УНЭ самими студентами. Опрошенные нами ма-

гистранты и аспиранты отметили, что УНЭ безусловно сыграл положительную роль в их обучении. Обобщая их ответы на вопрос о том, что дал им этот практикум, отметим следующее.

Знакомство с предметом исследований дает возможность применять теоретические знания, полученные на лекциях по базовым курсам, что делает процесс обучения «интерактивным», позволяя студентам самостоятельно проводить эксперименты и глубже понимать свойства изучаемых процессов. Кроме того, при этом реализуется междисциплинарный подход, объединяющий различные разделы цикла подготовки студентов-радиофизиков. И, наконец, зачастую УНЭ приводит к необходимости опережающего погружения в конкретную область физики, поэтому результативность работы во многом определяется настойчивостью студентов и их способностью к саморазвитию. По отзывам самих студентов, УНЭ значительно расширяет их кругозор, поскольку они осваивают материал, не входящий в программы стандартных читаемых курсов. В то же время создается мотивация к изучению ряда предметов, которые



Рис. 3. Оценка студентами 2-го курса утверждения «УНЭ создает мотивацию к изучению смежных предметов»

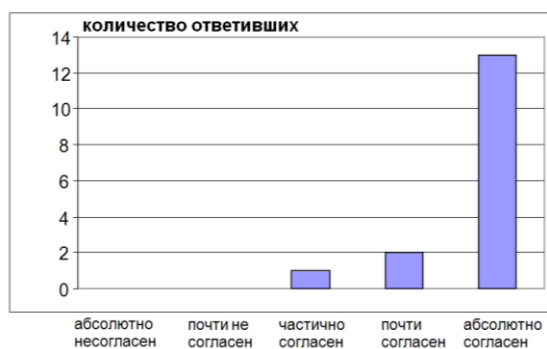


Рис. 4. Оценка студентами 2-го курса утверждения «УНЭ приводит к необходимости опережающего погружения в конкретную область физики»

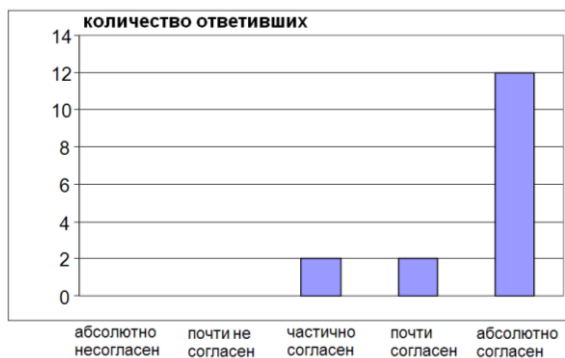


Рис. 5. Оценка студентами 2-го курса утверждения «УНЭ расширяет кругозор»



Рис. 6. Оценка студентами 2-го курса утверждения «УНЭ – бесполезная трата времени»

«обычным» студентам (других специальностей) кажутся «ненужными».

Нами было проведено анонимное анкетирование студентов 2-го курса (прошедших 2 цикла

данного практикума), в ходе которого предлагалось оценить справедливость утверждений, сформулированных при опросе магистрантов и аспирантов. Результаты анкетирования пред-

Таблица 1

Участие студентов ФРФЭ в Научной конференции по радиофизике

Год	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Число студентов среди соавторов докладов	1	10	11	7	11	12	14	7	8	10
Число докладов с участием студентов	1	8	10	8	13	11	12	12	7	14

ставлены на рис. 1–6 (общее число принявших участие в анкетировании – 16 человек).

Отметим, что студенты младших курсов зачастую не видят связей между отдельными изучаемыми курсами. В этом смысле студенты специальности ФРФЭ оказываются в более выигрышном положении, что видно из диаграмм на рис. 2 и 3: они раньше своих сокурсников, обучающихся на других специальностях, начинают понимать междисциплинарные связи. Кроме того, при обращении к рис. 4 и 5 становится ясно, что уровень знаний студентов в тех областях, с которыми они уже успели познакомиться в лабораториях ИПФ РАН, существенно углубляется, а кругозор расширяется. Заслуживает внимания диаграмма на рис. 6: она показывает, что сами студенты в основном видят пользу от занятий учебно-научным экспериментом.

Более чем десятилетний опыт подготовки студентов ФРФЭ, и в частности реализация курса УНЭ, показывает его безусловно положительную роль в подготовке специалистов-исследователей. За счет интенсивного погружения в современные экспериментальные исследования студенты, прошедшие курс УНЭ, практически полностью адаптированы к предстоящей научной работе. Кроме того, к окончанию цикла УНЭ многие из них становятся вполне умелыми докладчиками, не робеющими в присутствии «маститых ученых». Так, ежегодно на научной конференции по радиофизике большое число докладов представляют коллективы, где студенты ФРФЭ (начиная со второго курса) являются полноправными соавторами совместно с сотрудниками ИПФ РАН или ИФМ РАН (см. табл. 1).

Заключение

Подводя итог, отметим, что концепция УНЭ, на наш взгляд, полностью отвечает целям про-

ектного обучения, поскольку результаты, достигаемые в ходе выполнения этого практикума, включают не только конкретный опыт работы с инструментарием современного физического эксперимента, но и предметное (не понаслышке) знание студентами профильной тематики базовых институтов. Последнее обстоятельство – необходимый элемент дальнейшего осознанного выбора индивидуальной научной специализации в подразделениях ИПФ РАН или ИФМ РАН. Не менее важно и то, что студенты лично знакомятся с атмосферой работы в научных коллективах, общаются с потенциальными руководителями своих будущих курсовых и бакалаврских работ, магистерских диссертаций. Несомненно полезными для исследователей являются также приобретаемые ими навыки публичного представления и обсуждения научных результатов во время отчетного семинара, опыт ведения научной дискуссии. Это дает основания полагать, что такая образовательная модель останется востребованным инструментом пополнения академических институтов хорошо подготовленными и мотивированными молодыми сотрудниками.

Список литературы

1. 60 лет радиофизическому факультету ННГУ им. Н.И. Лобачевского: Краткая историческая справка в документах. Н. Новгород: ННГУ, 2005. 400 с.
2. Бакунов М.И., Зенькович Д.А., Малеханов А.И. Опыт подготовки научных кадров для институтов РАН на радиофизическом факультете ННГУ // В сб.: Развитие научного потенциала Приволжского федерального округа: опыт высших учебных заведений. Вып. 6. Н. Новгород: Изд-во ННГУ, 2009. С. 57–65.

**THE PROJECT-BASED LEARNING METHOD IN THE TRAINING
OF RADIOPHYSICS STUDENTS FOR BASIC SCIENCE**

M.I. Bakunov, E.Z. Gribova, A.M. Sergeev

We analyze the experience of the UNN Radiophysics Faculty in the use of the project-based learning method in the framework of target training of research physicists for the institutes of the Russian Academy of Sciences. The role of the original course «Training and scientific experiment» in the early involvement of students in research work is discussed.

Keywords: project-based learning method, target training, basic science.

References

1. 60 let radiofizicheskomu fakul'tetu NNGU im. N.I. Lobachevskogo: Kratkaja istoricheskaja spravka v dokumentah. N. Novgorod: NNGU, 2005. 400 s.

2. Bakunov M.I., Zen'kovich D.A., Malehanov A.I. Opyt podgotovki nauchnyh kadrov dlja institutov RAN na radiofizicheskom fakul'tete NNGU // V sb.: Razvitie nauchnogo potenciala Privolzhskogo federal'nogo okru-ga: opyt vysshih uchebnyh zavedenij. Vyp. 6. N. Novgo-rod: Izd-vo NNGU, 2009. S. 57–65.