

УДК 53:372.8

**ПРОБЛЕМАТИКА СОВРЕМЕННЫХ НАУКОЕМКИХ
ТЕХНОЛОГИЙ КАК ПРЕДМЕТ ПРАКТИКО-
ОРИЕНТИРОВАННОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ОБУЧЕНИЯ
ПРИ ПОДГОТОВКЕ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ ПО ФИЗИКЕ**

Ю.С. Остроумова

Российский государственный педагогический университет имени
А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург

Анализируется значение подготовки педагогических кадров в области физических основ и методов современных наукоемких технологий в плане обеспечения непрерывного исследовательского (проектно-исследовательского) обучения и интеграции на этой основе фундаментальной и прикладной составляющих содержания образования.

***Ключевые слова:** современные наукоемкие технологии, подготовка педагогических кадров, интеграция фундаментальной и прикладной составляющей содержания физического образования, исследовательское, проектно-исследовательское обучение.*

Необходимой составляющей подготовки педагогических кадров по физике является освоение умений исследовательской деятельности и опыта их применения. Это определяется рядом причин. Во-первых, присущим педагогической деятельности творческим характером, который наилучшим образом формируется в процессе исследований. Во-вторых, востребованностью исследовательской подготовки педагога в силу направленности образования на освоение учащимися методов и методологии исследовательской деятельности. В-третьих, выработкой в процессе исследовательской деятельности ключевых для профессиональной деятельности педагога качеств: потребности к непрерывному самообразованию, индивидуального когнитивного стиля, критически-рефлексивного мышления, инициативности, способности к нестандартным решениям, организации коллективного творчества. Наконец, открывающимися возможностями обеспечения конкурентоспособности педагога в научных исследованиях в предметной области, где, как показывает исторический опыт, ему под силу самые высокие достижения. Достаточно сказать, что базовым педагогическое образование было у А. Эйнштейна и Д.И. Менделеева.

Особое значение при подготовке педагогических кадров имеет практико-ориентированное исследовательское обучение. Утверждая

целесообразность такого обучения, мы исходим из идей выдающегося педагога Дж. Дьюи [3;4;8]:

- ученик по - настоящему учится только тогда, когда осознает роль изучаемых дисциплин в получении видимых результатов важной для него деятельности;

- развитие сообразительности, изобретательности и инициативы в применении способности к новым целям требует постоянного использования широкого спектра взаимосвязанных видов деятельности;

- альтернатива методу, при котором ученикам предоставляется готовое предметное содержание, а затем отслеживается точность его воспроизведения, состоит не в отстраненности, а в участии, соучастии в деятельности;

- альтернатива навязыванию сверху – самовыражение и развитие личности; сковывающей дисциплине – свободная деятельность; учению по книгам – учение посредством опыта; выработке разрозненных умений и навыков путем многократных повторений, освоение их для достижения жизненно важных целей

- альтернатива подготовке к более или менее отдаленному будущему – максимальное использование возможностей настоящего;

- опыт – средство и цель образования; образование – постоянные реорганизация и перестройка опыта; наиболее общая цель образования – изучение всего пространства существующих видов деятельности.

Наиболее существенными качествами личности и универсальными умениями, приобретаемыми будущим педагогом в процессе практико-ориентированной исследовательской деятельности, выступают следующие *качества*:

- внутреннее стремление к активному поиску новых проблем и задач, инструментария деятельности;

- способность работать в условиях неопределенности;

- целенаправленность мышления и деятельности;

- конструктивность мышления и деятельности, их продуктивность;

- ответственное отношение к планированию и организации программы действий;

- систематичность в выполнении программы действий;

- критичность мышления;

- открытость новому;

- самостоятельность мышления, его индивидуальный стиль;

- коммуникабельность

и исследовательские умения:

- соотнесение фундаментальных знаний с имеющимися научно-техническими достижениями и с запросами практики;
- выявление физического аспекта прикладной проблемы, обоснованного целеполагания;
- конструирование знания в проблемной среде;
- определение конструктивных направлений решения проблемы;
- планирование и реализация программы исследовательской (проектно-исследовательской) деятельности;
- критически-рефлексивный анализ достигнутых результатов и процесса их получения.

Не менее важны и приобретаемые *практические умения*:

- оценивать свои возможности и дефициты в реальных практических (познавательных) ситуациях;
- определять необходимое образовательное содержание текущей работы, задачи самообразования;
- применять личностные знания для решения практических проблем и задач;
- воплощать принятые решения в материальные формы;
- работать в реальных условиях научно-технической деятельности;
- использовать приобретенные в ходе исследования (выполнения проекта) знания для дальнейшего обучения и работы.

Происходящая в настоящее время модернизация экономики, повышение удельного веса в ней высокотехнологичной продукции диктуют необходимость широкой подготовки специалистов в области современных наукоемких технологий. Так, в 2010–2015 гг. в сферу нанотехнологий США окажутся вовлеченными 800 - 900 тыс. специалистов, Японии – 500–600 тыс., Европы – 300–400 тыс., Юго-Восточной Азии – 100–150 тыс. Потребность в эти годы России в специалистах в области нанотехнологий, по оценке академика Ю.А. Третьякова, составляет не менее 30 тыс. человек [6].

Поскольку психические качества личности, которые делают ее подготовленной к профессиональной работе с научно-техническим знанием, формируются в возрасте 14–20 лет, профессиональная ориентация обучающихся, приобщение их к современным научно-техническим достижениям, отбор наиболее способной молодежи должны осуществляться уже на уровне общего образования. Это требует подготовки педагогических кадров, способных взять на себя ответственность за решение данной задачи.

Необходимость освоения будущим учителем проблематики современных наукоемких технологий связана не только с запросами

социума, но и с ее целесообразностью в плане решения актуальных проблем образования [11; 12]. В статье анализируются возможности, которые открывает использование проблематики современных наукоемких технологий как предмета практико-ориентированного исследовательского обучения при подготовке педагогических кадров по физике.

Целесообразность привлечения в качестве предметного материала исследовательского обучения научных основ и методов современных наукоемких технологий предопределяется рядом особенностей их содержания и процесса развития, в том числе:

- проблемным характером решаемых задач;
- множественностью направлений поиска, их альтернативностью;
- опорой на фундаментальные знания;
- незавершенностью содержания, состоянием его непрерывного развития;
- полнотой комплекса востребованных подходов и методов исследования, его целостностью.

Остановимся более подробно на последнем факторе – целостности исследовательского обучения [15; 16]. Не преследуя непосредственно цели подготовки профессиональных экспериментаторов, теоретиков, инженеров, исследовательское обучение будущего педагога должно обеспечивать возможность системного освоения им методологии и методов научного познания в конкретном их проявлении и создавать, таким образом, необходимые стартовые условия для организации исследовательской деятельности как самого педагога, так и его учеников, в соответствии с присущей этой деятельности логико-операциональной структурой во всей ее полноте. В процессе своего обучения будущий учитель должен быть не только решателем учебных задач, подбираемых по принципу «какие можно, как нужно», но и начинающим исследователем, решающим задачи, «какие нужно, как можно», с использованием всех необходимых методов и средств.

Возможности, которые открывает в этом отношении освоение проблематики современных наукоемких технологий, продемонстрируем на примере апробированной на факультете физики РГПУ им. А.И. Герцена тематики исследовательского обучения, относящейся к изучению и применению нелинейно-оптических свойств композитов с наноразмерными частицами веществ, обладающих фазовым переходом «полупроводник - металл» [5; 14; 17]. Определяемое объектом и предметом исследования его выполнение с необходимостью предполагает использование методов экспериментальной физики для

характеризации бистабильных наночастиц, установления закономерностей поведения оптических свойств композитов, обусловленных фазовым переходом в наноразмерных частицах, теоретической физики для построения адекватных экспериментальным результатам физических и математических моделей электронных явлений в наночастицах и композите в целом вблизи фазового перехода, численных методов для расчета температуры наноразмерных частиц при воздействии лазерного излучения, спектральной зависимости сечения поглощения при светоиндуцированном фазовом переходе, необходимого для усиления нелинейно-оптического отклика показателя преломления прозрачной среды.

Важно отметить систематичность в использовании указанных подходов и взаимодействие получаемых результатов в плане изучения физики и применения оптических нанокompозитов. Так, экспериментально установленные эффект ограничения лазерного излучения и влияние на него длины волны и длительности импульсов воздействующего лазерного излучения получают свою интерпретацию в рамках модели электронного механизма фазового перехода с учетом существенной роли в формировании нелинейно-оптических свойств наночастиц плазмонного резонанса, достоверность чего подтверждается математическим моделированием, в том числе реализуемым посредством вычислительного эксперимента.

Следующая проблема, решению которой может существенно способствовать обновление содержания образования проблематикой современных наукоемких технологий – придание ему проектного и, соответственно, продуктивного характера.

Наряду с очевидной проектной ориентацией деятельности в области современных наукоемких технологий ей, что особенно важно в дидактическом и методологическом аспектах, присуще органическое единство процессов исследования явлений, лежащих в основе принципа действия новых материалов и устройств, и разработки методов их создания и диагностики. Они часто осуществляются с помощью даже одного и того же оборудования, как это имеет место, например, в случае использования сканирующего зондового микроскопа, позволяющего не только наблюдать морфологию поверхности твердых тел с атомным разрешением, но и избирательно воздействовать на атомы, перемещая их по поверхности, т. е. создавать новые структуры посредством зондовой технологии. Научный эксперимент, таким образом, соединяется с инженерными разработками, научное знание становится средством деятельности. С определенностью можно говорить о стирании в современных технологических разработках традиционных различий между фундаментальным и прикладным типами деятельности

при сохранении каждым из них специфики своих целей и ценностей [2; 9].

Отметим, что сказанное роднит рассматриваемую область деятельности с процессом обучения, где, решая практическую задачу – формируя личность учащегося, преподаватель, изыскивая новые методы и подходы, одновременно совершенствует методику обучения и может подняться до уровня теоретических обобщений.

Присущее развитию современных наукоемких технологий единство исследовательской и проектной деятельности делает их проблематику перспективной в качестве предметной основы проектно-исследовательского обучения, направленного на решение значимой для практики проблемы (проектная составляющая) и осуществляемого как исследовательское с использованием комплекса необходимых методов и средств (исследовательская составляющая).

В ряду достоинств такого обучения [16] особое значение в плане подготовки педагогических кадров имеют полнота его содержания, продуктивность, востребованность ключевых для педагога форм научной деятельности и коммуникативных способностей. Так, выполнение проектно-исследовательского задания с необходимостью требует от обучающегося и, соответственно, способствует развитию у него умений проблемно- и практико-ориентированной информационно-аналитической (аналитико-синтетической) деятельности – конструирования нового знания на основе имеющейся в изучаемом проблемном поле информации. Эта форма деятельности оказывается востребованной на всех этапах выполнения проекта: постановочном – при выявлении физического аспекта содержания проблемы, определении перспективных направлений поиска, исследовательском – при выборе и разработке методов (методик) исследования, обработке и анализе получаемых результатов, соотнесении их с запросами практики, опытно-конструкторском – при разработке и реализации технического решения.

Не менее важны для будущего педагога открывающиеся, в силу коллективного характера проектно-исследовательской деятельности, возможности развития коммуникативных способностей. Вновь обращаясь к идеям Дж. Дьюи, отметим, что наличие у педагога этих способностей – необходимое условие для организации подлинно образовательной среды, в которой отдельные люди включены в совместную деятельность, выступающую как главный фактор формирования личностных установок.

Отметим еще одну важную в рассматриваемом аспекте особенность проектно-исследовательского обучения на предметной основе проблематики современных наукоемких технологий – востребованность и, соответственно, развитие умений применения

фундаментальных знаний для решения значимых для практики задач. Как и в реальной научно-технической деятельности, в проектно-исследовательском обучении знания могут выступать как источник новых технических решений и как ориентировочная основа деятельности, технологических инноваций [9]. Сложность изучаемых здесь объектов и явлений, присущая последним взаимосвязь различных процессов актуализирует базовый для поисково-познавательной деятельности подход – моделирование и тем самым создает условия для формирования у обучающихся его культуры, что представляет собой одну из основных задач физического и, в целом, естественнонаучного образования [1].

Множественность подходов к решению проблем современных наукоемких технологий, их альтернативность определяют возможность создания условий для организации индивидуальной поисковой деятельности обучающихся по решению проблемы, формирования умений критического сравнительного анализа получаемых результатов. Продолжая рассмотрение проблематики нелинейно-оптических свойств конденсированных веществ, покажем, как могут быть реализованы эти возможности при выполнении проектов, направленных на создание ограничителей инфракрасного импульсного лазерного излучения микро- и наносекундной длительности [7; 10; 12]. Ограничиваясь здесь использованием эффектов нелинейно-оптического ограничения в полупроводниках, проектно-исследовательская деятельность студентов может осуществляться по целому ряду направлений [5], в том числе, изучения и практического использования самодефокусировки излучения в монокристаллических широкозонных полупроводниках с глубокими примесными центрами, индуцированного излучением обратимого фазового перехода «полупроводник-металл» в поликристаллических пленках бистабильных веществ, в композитах с наноразмерными частицами таких веществ, светоиндуцированного поглощения и рассеяния в полупроводниковых наночастицах, включая композитные - с оболочкой из островковой металлической пленки.

Студенты, работающие в первом направлении, изучают эффекты изменения показателя преломления полупроводника, обусловленные фотогенерацией неравновесных носителей заряда с глубоких примесных центров в условиях однофотонного и многофотонного поглощения, анализируют свойства возникающей при этом отрицательной линзы в зависимости от интенсивности воздействующего излучения и показывают возможность создания на основе этих эффектов ограничителей излучения ближнего ИК-диапазона.

В работах, выполняемых по второму и третьему направлениям, в центре внимания студентов находится отмеченный выше эффект фазового перехода «полупроводник-металл» в поликристаллических пленках и наночастицах бистабильных веществ, приводящий к сильному изменению оптических констант материала в ИК-диапазоне, что позволяет использовать его в качестве принципа действия низкопороговых оптических ограничителей.

В части нелинейно-оптического ограничения в композитных средах с диспергированными в них полупроводниковыми частицами существенны эффекты светоиндуцированного поглощения и рассеяния, а в случае наличия оболочки из островковой металлической пленки – плазмонного резонанса в среднем ИК-диапазоне.

Важной составляющей деятельности студентов является сравнительный критический анализ результатов, полученных в различных направлениях, определение их достоинств и недостатков, перспектив развития каждого из типов ограничителей, главным образом в отношении уровня порога ограничения, эффективности, спектральной области, лучевой стойкости. В частности обосновывается перспективность использования для низкопорогового ограничения излучения оптических композитов с наноразмерными частицами широкозонных полупроводников с оболочками, содержащими глубокие примесные уровни, вещество, обладающее фазовым переходом «полупроводник - металл», островковую металлическую пленку.

Единство фундаментальной и прикладной составляющих деятельности в процессе развития современных наукоемких технологий делает их проблематику полезной в качестве предметного материала для решения еще одной важной проблемы подготовки педагогических кадров – обеспечения непрерывности исследовательской деятельности обучающихся на всем протяжении обучения, преемственности ее содержания и форм организации [13]. На уровне бакалавриата, выпускник которого в соответствии с требованиями образовательных программ уже должен обладать базовыми исследовательскими умениями (применять методы экспериментального и теоретического исследований, осуществлять анализ и обобщение и т.д.), освоение на базе фундаментальных знаний научных основ и методов современных наукоемких технологий может осуществляться главным образом в рамках учебно-исследовательской деятельности. Наряду с приобщением студентов к данной проблематике в широком плане посредством фрагментарного обогащения содержания общих курсов современными знаниями и постановки спецкурсов, таких, как, например, реализуемый на факультете физики РГПУ им. А.И. Герцена курс «Физические основы наукоемких технологий», в рамках рекомендуемых Государственным Стандартом практик при соответствующем научном

руководстве может осуществляться когнитивная и деятельностная специализация студентов в определенной области. Уровень учебно-познавательной деятельности при этом поднимается до проблемно- и практико-ориентированной аналитико-синтетической деятельности, а ее результаты создают фундамент для последующего продуктивного участия студентов в развитии изучаемой области.

На уровне магистратуры, где у обучающихся должны быть сформированы способности самостоятельно выбирать методы, планировать и реализовывать программу исследований, проблематика современных наукоемких технологий может выступать предметом научно- и проектно-исследовательской деятельности, направленной на решение значимых для науки и социума задач. По отношению к бакалавриату здесь существенно расширяется проблемное поле деятельности и возрастают требования к ее продуктивности. Если на уровне бакалавриата применение фундаментальных знаний осуществляется в основном посредством привлечения научных закономерностей к сущностному анализу передовых научно-технических достижений и приведшей к ним деятельности, то на уровне магистратуры – через приобретение собственного опыта системной и систематической самостоятельной деятельности по решению конкретных проблем в широком в том числе мультидисциплинарном контексте.

Наконец, на уровне аспирантуры – через самостоятельное полномасштабное исследование в предметной или педагогической областях, предполагающее оригинальность во всех его компонентах: постановке проблемы, критическом анализе и обобщении имеющейся информации, синтезе новых научных идей, определении областей и прогнозировании эффективности их использования, реализации последнего, что с необходимостью требует проявления индивидуальных креативных способностей, инициативности и ответственности.

Говоря об эффективности реализации указанных общих подходов к организации поисково-исследовательской деятельности обучающихся, важно отметить открывающиеся при освоении проблематики современных наукоемких технологий возможности научно-обоснованного долгосрочного прогнозирования, выхода за рамки существующих стереотипов производства и быденной жизни [6].

Имея в своей основе надежную теоретическую базу и будучи проверенной в практике обучения, подготовка педагогических кадров, осуществляемая в приоритетных направлениях развития науки, техники и технологий, может, таким образом, обеспечить систему образования специалистами, способными придать ему опережающий характер.

Наконец, нельзя не отметить востребованность в освоении проблематики современных научно-технических достижений интеграции усилий педагогических университетов и ведущих научных и научно-образовательных центров. Это дает обучающимся неоценимый опыт работы в высокопрофессиональной среде, соучастия в получении нового, значимого для науки и социума знания и, что особенно важно, формирует познавательную потребность личности, устремленность к проблемному поиску нового делает их важными составляющими жизненных и культурных ценностей будущих педагогов.

В связи с открываемыми при освоении проблематики современных наукоемких технологий возможностями можно утверждать, что обогащение ею содержания подготовки педагогических кадров способствует реализации и интеграции в образовании личностного и компетентностного подходов.

Список литературы

1. Гладун А.Д. Физика как культура моделирования // Физическое образование в вузах. 1996. Т. 2, № 3. С. 41 - 45
2. Горохов В.Г., Сидоренко А.С. Роль фундаментальных исследований в развитии новейших технологий // Вопросы философии. 2009. № 3. С. 67-76.
3. Дьюи Д. Демократия и образование. М.: Педагогика-Пресс, 2000.
4. Дьюи Д. Школа и общество. М., 1921.
5. Ильинский А.В., Сидоров А.И., Ханин С.Д., Шадрин Е.Б. Физические процессы в регистрирующих и управляющих нелинейно-оптических средах на основе нанокompозитов. – Физика неупорядоченных и наноструктурированных оксидов и халькогенидов металлов: монография / под ред. Г.А. Бордовского. СПб.: изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2011. С. 326–382.
6. Карпов А.О. Современная теория научного образования: проблемы становления // Вопросы философии. 2010. № 5. С.15-24.
7. Клишкова Н.В., Остроумова Ю.С., Сидоров А.И., Ханин С.Д., Шадрин Е.Б. Формирование умений разработки физических основ принципов действия современных технических устройств в исследовательском изучении физики полупроводников // Физическое образование в вузах. 2011. Т. 17. № 2. С. 76–84.
8. Крылова Н. Продуктивная школа – это опыт практикоориентированного обучения // Народное образование. 2009. № 7. С. 75-82.
9. Мамчур Е.А. Фундаментальная наука и современные технологии // Вопросы философии. 2008. № 7. С. 159-164.

10. Остроумова Ю.С., Ханин С.Д. Системный подход к формированию готовности будущих учителей к преподаванию основ физики и технологии микро- и наноструктур // Материалы XI Междунар. Конф. «Физика в системе современного образования» (ФССО -11). Волгоград: Изд-во ВГСПУ «Перемена», 2011. Т. 1. С. 352-355.
11. Остроумова Ю.С. Обновление естественно - научной подготовки проблематикой современных наукоемких технологий как актуальная задача педагогического образования: мотивационный аспект // Изв. РГПУ им. А.И. Герцена. Педагогические науки. 2012. № 148. С.118-125.
12. Остроумова Ю.С., Соломин В.П., Ханин С.Д. Формирование у будущих учителей физики готовности к освоению содержания современных наукоемких технологий // Физическое образование в вузах. 2012. Т. 18, № 1. С. 62-74.
13. Пискунова Е.В. Исследовательская деятельность обучающихся: бакалавриат, магистратура, аспирантура // Педагогика. 2010. № 7. С. 59-65.
14. Ханин С.Д. Нелинейные электронные свойства и характеристика наноразмерных кристаллов в некристаллических средах. Физика диэлектриков (Диэлектрики-2011): материалы XII Междунар. конф., СПб., 2011, СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2011. Т.1. С. 21-24.
15. Ханин С.Д., Хинич И.И. Исследовательское обучение физическим основам электроники в подготовке педагогических кадров: монография. СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2009. 127 с.
16. Ханин С.Д., Хинич И.И. Освоение физики материалов и приборов электронной техники и проблема достижения целостности и результативности исследовательского обучения: монография. СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2009. 108 с.
17. Шадрин Е.Б., Ильинский А.В., Сидоров А.И., Ханин С.Д. Размерные эффекты при фазовых переходах в окисно-ванадиевых нанокompозитах // ФТТ. 2010. Т. 52, вып. 11. С. 2269-2276

**THE PROBLEMS OF MODERN HIGH TECHNOLOGIES AS A
MATTER OF PRACTICE-ORIENTED RESEARCH TRAINING IN
THE PREPARATION OF THE PEDAGOGICAL STAFF IN PHYSICS**

Yu.S. Ostroumova

Herzen State Pedagogical University of Russia, Saint-Petersburg

The importance of training teachers scientific basis and methods of modern high technologies to ensure continuous research training with integration of a fundamental and applied component of its contents is analyzed.

Keywords: modern high technologies, teachers training, the integration of fundamental and applied component of the content of physical education, research, project and research training.

Об авторе:

ОСТРОУМОВА Юлия Сергеевна – кандидат педагогических наук, доцент кафедры физической электроники, ГОУ ВПО Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена (191186, Санкт-Петербург, наб. р. Мойки, 48), e-mail: sinklit@mail.ru