

**ТЕОРИЯ И МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ И ВОСПИТАНИЯ (ПО ОБЛАСТЯМ И УРОВНЯМ ОБРАЗОВАНИЯ) /
THEORY AND METHODS OF TEACHING AND UPBRINGING (BY AREAS AND LEVELS OF EDUCATION)**

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.152.70>

АКТУАЛИЗАЦИЯ НАУЧНЫХ ОСНОВ И МЕТОДОВ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ

Научная статья

Гугало В.П.^{1*}, Остроумова Ю.С.², Ханин С.Д.³

^{1,2} Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Российская Федерация

³ Санкт-Петербургский университет телекоммуникаций им. профессора М. А. Бонч-Бруевича, Санкт-Петербург, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (gugalof[at]yandex.ru)

Аннотация

Ставится задача и раскрываются выявленные возможности актуализации научных основ и методов современных технологий в обучении физике посредством активизации его информационного и методологического ресурсов. Для активизации каждого из указанных ресурсов определяются и с дидактических и методологических позиций обосновываются ориентиры, подходы и методические приемы. В организационном плане в ряду выделенных как целесообразные средств обучения приоритет придается решению проблемных задач в логике исследовательской и проектной (проектно-исследовательской) деятельности. С опорой на предметный материал научных основ и методов нанотехнологий, используемых в технике и медицине, показываются открываемые реализацией предлагаемых рекомендаций возможности, имеющиеся проблемы и пути их преодоления.

Ключевые слова: обучение физике, информационный и методологический ресурсы, подходы и методические приемы реализации.

**ACTUALISATION OF SCIENTIFIC BASES AND METHODS OF NANOTECHNOLOGIES IN PHYSICS
TEACHING**

Research article

Gugalo V.P.^{1*}, Ostroumova J.S.², Khanin S.D.³

^{1,2} Military Medical Academy named after S.M. Kirov, Saint-Petersburg, Russian Federation

³ St. Petersburg University of Telecommunications named after Professor M. A. Bonch-Bruevich, Saint-Petersburg, Russian Federation

* Corresponding author (gugalof[at]yandex.ru)

Abstract

The task is set and the identified possibilities of updating the scientific foundations and methods of modern technologies in teaching physics through the activation of its information and methodological resources are revealed. To activate each of these resources, guidelines, approaches and methodological techniques are determined and justified from didactic and methodological positions. In the organizational plan, among the means of training highlighted as appropriate, priority is given to solving problematic problems in the logic of research and design (design and research) activities. Based on the subject material of the scientific foundations and methods of nanotechnology used in engineering and medicine, the possibilities opened by the implementation of the proposed recommendations, the existing problems and ways to overcome them are shown.

Keywords: teaching physics, information and methodological resources, approaches and methodological techniques implementations.

Введение

Достижение одной из основных целей современного физического образования – создания базиса для освоения новых технологий [1] с необходимостью требует актуализации их научных основ и методов в содержании и организации обучения. В настоящей работе предлагаются выработанные с дидактических и методологических позиций подходы к решению этой задачи применительно к обучению физике. Основанием для последнего является выдающаяся роль физических наук как теоретической основы, направляющей проектирования и инструментальной базы современных наукоемких технологий и разработанность методологии обучения физике в плане интеграции фундаментальной и прикладной составляющих его содержания [2].

В качестве опорного предметного материала в работе выступают научные основы и методы нанотехнологий, используемых в технике и медицине [3], [4], [5]. Выбор этого предметного материала обусловлен высоким уровнем значимости и продуктивности нанотехнологий в современном научно-технологическом развитии и апробированностью их освоения в практике обучения физике в вузах и организации проектно-исследовательской деятельности обучающихся в системе довузовского образования.

В результате проведенного анализа выяснено, что необходимым условием и средством актуализации научных основ и методов нанотехнологий в обучении физике является активизация в ее интересах – информационного и методологического образовательных ресурсов. Изложим выявленные возможности и предлагаемые методические приемы конструктивного использования этих ресурсов последовательно.

Информационный ресурс

Основные предпосылки для активизации этого ресурса в контексте поставленной в работе задачи состоят в следующем. Во-первых, в том, что актуальные нанотехнологии в научном плане в значительной степени базируются на традиционно изучаемых в курсе физики представлениях. Во-вторых, в эффективности осуществления проектирования в развитии нанотехнологий на физическом уровне (например, [6]).

Активизация информационного ресурса обучения физике позволяет интегрировать в его содержание новый, требуемый для освоения материал без сколь-нибудь существенного увеличения учебного времени. Это обеспечивается рядом предлагаемых методических приемов, к основным из которых относятся следующие:

- ориентация в анализе традиционно изучаемых моделей на представляющие интерес объекты нанометровых размеров на предмет выявления особенностей и инженерного потенциала применения их свойств;
- расширение области применения осваиваемых методов анализа и прогнозирования свойств изучаемых структур на предмет овладения методами научной инженерии в разработке функциональных структур с требуемыми свойствами и освоения физических основ методов нанодиагностики;
- применение в формировании подлежащих освоению понятий и модельных представлений метода аналогий.

Спектр могущих быть сформированными с использованием указанных методических приемов знаний охватывает физику квантово-размерных структур, гетеропереходов, сверхрешеток, фотонных кристаллов, методов высокоразрешающей зондовой микроскопии [3], [7].

В плане выбора содержания обучения отметим несколько существенных моментов. Во-первых, необходимость его осуществления сообразно приоритетам профессиональной подготовки. Так, в подготовке инженеров основное внимание должно концентрироваться на научных основах и методах получения и диагностики функциональных материалов и приборных структур, а при подготовке медицинских кадров – на бионанотехнологиях, направленных на лечение заболеваний.

Во-вторых, предпочтение должно отдаваться знаниям, которые уже являются основополагающими в развитии технологий и с обоснованной уверенностью будут таковыми в ближайшей и отдаленной перспективах, что отвечает опережающему обучению.

В-третьих, наличие возможности представления нового содержания в предписываемой дидактикой [8] задачно-деятельностной форме, что создает условия для личностно-смысловой включенности и самостоятельности обучающихся в познавательной деятельности, а также сущностного освоения ими представляемой информации.

Требуемая в интересах интеграции в содержание обучения физике научных основ и методов нанотехнологии активизация его информационного ресурса должна осуществляться в содержании обучения систематично, сообразно приоритетам преподаваемых дисциплин и познавательным возможностям обучающихся.

Так, преследуя цели обучения основам физики и технологии перспективных как функциональные элементы современных устройств электроники и фотоники квантовых точек на этапе обучения общей физике следует ограничиться отражением предопределяющих научный и практический интерес электронных свойств, а в следующих, профессионально ориентированных дисциплинах по физическим основам электроники – методов формирования и диагностики квантовых точек с требуемыми свойствами и направлений их практического применения. Активизации при этом подлежат соответственно фундаментальные модели квантовой физики и модельные представления, лежащие в основе принципа действия технических устройств и используемых в их проектировании методов научной инженерии.

Методологический ресурс

Будучи отвечающим сформированной в физике триаде – экспериментальная, теоретическая, компьютерная физика – содержание физического образования с необходимостью охватывает всю совокупность методов научно-технологического решения задач. Это предопределяет целесообразность активизации методологического ресурса обучения физике на предмет формирования у обучающихся требуемой в освоении, производстве и применении научных знаний культуры деятельности.

Для того чтобы активизация методологического ресурса была результативной, необходимо выполнение в практике обучения физике ряда следующих условий.

Во-первых, осуществления в содержании обучения детального анализа процессуальной структуры практикоориентированных научных исследований и проектов, приведших к профессионально значимым результатам. Разбор таких структур должен демонстрировать, с одной стороны, общность операциональных компонентов, а с другой стороны проявляемые отличия от отвечающей классической методологии научного познания логико-операциональной структуры – характерную для современной научно-технологической деятельности нелинейность методологии.

Во-вторых, выразительной предметной демонстрации в содержании обучения потенциала физических знаний в разработке научных основ, принятии и реализации технических решений. Центральное место здесь должны занимать осуществление выработки и конструктивное применение теоретической концепции, могущей служить основанием для таких решений и определения перспектив дальнейшего развития.

В-третьих, обучение методом решения проблемных задач. Особого внимания здесь заслуживает обучения моделированию реальных объектов и процессов как с необходимостью востребованного во всех методах и являющегося связующим между экспериментом, теорией и практикой [9], [10]. Методологический ресурс моделирования может раскрываться не только в аналитическом, но и в экспериментальном решении задач как средство обоснования выбора метода эксперимента, интерпретации его результатов и выявления их практического значения.

Наконец, широкомасштабное использование в организации обучения исследовательского и проектного (проектно-исследовательского) методов как обеспечивающих полноту и целостность осваиваемой обучающимися методологии научно-технологической деятельности. В общем плане, это отвечает развитым в педагогике и психологии

представлениям о цели образования как приобретения всего спектра существующих видов деятельности и самом образовании как постоянной реорганизации и перестройке опыта, в ходе чего формируются умения применения способностей к новым целям [11].

Реализация методологического ресурса обучения физике, как и информационного, требует систематичности в осуществлении, соблюдения отвечающей приросту у обучающихся знаний о деятельности динамики. На этапе обучения общей физике освоению должны подлежать базовые физические методы, а в преподавании последующих физических дисциплин должно быть востребовано конструктивное применение освоенных методов в решении профессионально значимых задач практикоориентированной познавательной деятельности.

Конкретизируем сказанное на примере обучения методам сканирующей зондовой микроскопии, ставшему доступным благодаря разработке и производству могущего быть использованным в образовательных целях оборудования [12]. На этапе изучения общей физике предлагаемые обучающимся задания могут ограничиваться деятельностным освоением методов и средств туннельной и атомно-силовой микроскопии, обоснованием и реализацией различных режимов сканирующих микроскопов, что уже предполагает существенную активизацию теоретических знаний и метода моделирования. На этапе же изучения профессионально ориентированных физических дисциплин выполняемая в рассматриваемом контексте задания могут представлять собой полномасштабные учебные исследования реальных, практически значимых объектов и процессов. Это требует задействования совокупности функциональных возможностей изучаемых методов и, соответственно, расширения активизируемых физических знаний и подходов к практическому применению. Результатом такой деятельности, как показывает опыт, может быть выход на решение актуальных задач в таких ответственных технологиях как космические [13].

Заключение

В заключение, отметим некоторые проблемные зоны в актуализации научных основ и методов современных технологий в обучении физике. Одна из них состоит в его ресурсообеспечении, главным образом, в дефиците соответствующих учебно-информационного и материально-технического обеспечения. В этой связи первостепенное значение имеют создание учебной литературы по физике, которая в должной мере отражала бы фундаментальные основы, логику и методологию научно-технологической деятельности, использование в образовательном процессе авторитетных первоисточников, таких как, например, отражающие выдающиеся достижения научно-технологического развития Нобелевские лекции XXI века, современные коллективные монографии (например, [14]), и оснащение учебных учреждений современным аналитическим и технологическим оборудованием.

Другая проблемная зона – подготовка педагогических кадров к обучению научным основам и методам нанотехнологий. Здесь особенно существенна подготовка к практикоориентированному проблемному обучению, научно методическому сопровождению поисково-познавательной деятельностью обучающихся, формирование умений раскрытия, развития и реализации конструктивных способностей обучающихся.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Бюллетень Научно-методического совета по физике № 4. — СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2012. — С. 27–59.
2. Остроумова Ю.С. Совершенствование подготовки военно-инженерных кадров к решению наукоемких профессиональных задач: Монография / Ю.С. Остроумова. — СПб.: ВАС, 2019. — 240 с.
3. Плескова С.Н. Атомно-силовая микроскопия в биологических и медицинских исследованиях / С.Н. Плескова. — Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2011. — 184 с.
4. Грозберг А.Ю. Полимеры и биополимеры с точки зрения физики / А.Ю. Грозберг, А.Р. Хохлов. — Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2014. — 304 с.
5. Федорова В.Н. Физические основы стоматологического материаловедения / В.Н. Федорова, И.С. Копецкий. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2023. — 392 с.
6. Вонг Б.П. Нано-КМОП-схемы и проектирование на физическом уровне / Б.П. Вонг, А. Миттал, Ю. Цао, Г.М. Старр. — Техносфера, 2014. — 432 с.
7. Ханин С.Д. Освоение физики материалов и приборов электронной техники и проблема достижения целостности и результативности исследовательского обучения: Монография / С.Д. Ханин, И.И. Хинич. — СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2009. — 108 с.
8. Сериков В.В. Педагогическая реальность и практическое знание: Монография / В.В. Сериков. — Москва: Редакц.-издат. Дом Российского нового университета, 2018. — 299 с.
9. Смирнов А.А. Взаимосвязь эксперимента, теории и практики в обучении физике конденсированного состояния вещества: Дис. ... канд. пед. наук / А.А. Смирнов. — СПб., 2006. — 176 с.
10. Ханин С.Д. Исследовательское обучение физическим основам электроники в подготовке педагогических кадров: Монография / С.Д. Ханин, И.И. Хинич. — СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2009. — 127 с.

11. Дьюи Дж. Демократия и образование / Дж. Дьюи. — М.: Педагогика-Пресс, 2000. — 384 с.
12. Физика и технология наноструктурированных функциональных материалов: Монография / Под ред. С.Д. Ханина и Ю.А. Кумзерова. — СПб.: ВАС, 2023. — 392 с.
13. Логинов Б.А. Наблюдение изменения морфологии пленок высокотемпературных металлов в сканирующем зондовом микроскопе при прогреве в условиях открытого космоса / Б.А. Логинов, Ю.В. Хрипунов, М.А. Щербина [и др.] // Наноиндустрия. — 2024. — Вып. 2. — С. 90–98.

Список литературы на английском языке / References in English

1. B'ulleten' Nauchno-metodicheskogo soveta po fizike № 4 [Bulletin of the Scientific and Methodological Council on Physics No. 4]. — St. Petersburg: Publishing House of the Polytechnic University, 2012. — P. 27–59. [in Russian]
2. Ostroumova Yu.S. Sovershenstvovanie podgotovki voenno-inzhenernykh kadrov k resheniju naukoemkikh professional'nykh zadach [Improving the training of military engineering personnel to solve high-tech professional tasks] : A monograph / Yu.S. Ostroumova. — St. Petersburg: VAS, 2019. — 240 p. [in Russian]
3. Pleskova S.N. Atomno-silovaja mikroskopija v biologicheskikh i medicinskih issledovanijah [Atomic force microscopy in biological and medical research] / S.N. Pleskova. — Dolgoprudny: Publishing House "Intellect", 2011. — 184 p. [in Russian]
4. Grozberg A.Y. Polimery i biopolimery s tochki zrenija fiziki [Polymers and biopolymers from the point of view of physics] / A.Y. Grozberg, A.R. Khokhlov. — Dolgoprudny: Publishing House "Intellect", 2014. — 304 p. [in Russian]
5. Fedorova V.N. Fizicheskie osnovy stomatologicheskogo materialovedenija [Physical foundations of dental materials science] / V.N. Fedorova, I.S. Kopetsky. — Moscow: FIZMATLIT, 2023. — 392 p. [in Russian]
6. Wong B.P. Nano-KMOP-shemy i proektirovanie na fizicheskom urovne [Nano-CMOS circuits and design at the physical level] / B.P. Wong, A. Mittal, Yu. Cao, G.M. Starr. — Technosphere, 2014. — 432 p. [in Russian]
7. Khanin S.D. Osvoenie fiziki materialov i priborov jelektronnoj tehniki i problema dostizhenija celostnosti i rezul'tativnosti issledovatel'skogo obuchenija [Mastering the physics of materials and electronic devices and the problem of achieving the integrity and effectiveness of research training] : A monograph / S.D. Khanin, I.I. Hinich. — St. Petersburg: Publishing House of the A.I. Herzen Russian State Pedagogical University, 2009. — 108 p. [in Russian]
8. Serikov V.V. Pedagogicheskaja real'nost' i prakticheskoe znanie [Pedagogical reality and practical knowledge] : A monograph / V.V. Serikov. — Moscow: House of the Russian New University, 2018. — 299 p. [in Russian]
9. Smirnov A.A. zaimosvjaz' jeksperimenta, teorii i praktiki v obuchenii fizike kondensirovannogo sostojanija veshhestva [Interrelation of experiment, theory and practice in teaching condensed matter physics] : Dis. ... Candidate of Pedagogical Sciences / A.A. Smirnov. — St. Petersburg, 2006. — 176 p. [in Russian]
10. Khanin S.D. Issledovatel'skoe obuchenie fizicheskim osnovam jelektroniki v podgotovke pedagogicheskikh kadrov [Research training in the physical fundamentals of electronics in the training of teaching staff] : A monograph / S.D. Khanin, I.I. Hinich. — St. Petersburg: Publishing House of the A.I. Herzen Russian State Pedagogical University, 2009. — 127 p. [in Russian]
11. Dewey J. Demokratija i obrazovanie [Democracy and Education] / J. Dewey. — Moscow: Pedagogika Press, 2000. — 384 p. [in Russian]
12. Fizika i tehnologija nanostrukturirovannykh funkcional'nykh materialov [Physics and technology of nanostructured functional materials] : Monograph / Edited by S.D. Khanin and Yu.A. Kumzerov. — St. Petersburg: VAS, 2023. — 392 p. [in Russian]
13. Loginov B.A. Nabljudenie izmenenija morfologii plenok vysokotemperaturnykh metallov v skanirujushhem zondovom mikroskope pri progreve v uslovijah otkrytogo kosmosa [Observation of changes in the morphology of high-temperature metal films in a scanning probe microscope during heating in outer space] / B.A. Loginov, Ju.V. Hripunov, M.A. Shherbina [et al.] // Nanoindustria [Nanoindustry]. — 2024. — Issue 2. — P. 90–98. [in Russian]