

УДК 378.091.214.18:53

## АНАЛИЗ ИНЖЕНЕРНОГО ПОДХОДА В ФИЗИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ В НОВЫХ УСЛОВИЯХ

**В.В. Ларионов**, доктор педагогических наук, профессор,  
профессор-консультант отделения экспериментальной физики, НИ ТПУ  
lvv@tpu.ru

**Е.В. Лисичко**, кандидат педагогических наук, доцент,  
доцент отделения экспериментальной физики, НИ ТПУ  
elenalisichko@tpu.ru

**Е.А. Складорова**, кандидат педагогических наук, доцент,  
доцент отделения экспериментальной физики, НИ ТПУ  
skea@tpu.ru

*ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (НИ ТПУ),  
Инженерная школа ядерных технологий  
Российская Федерация, г. Томск, 634050, пр. Ленина, 30*

**Аннотация.** Переход на новый профиль инженерного образования в РФ требует переосмысления общего состояния физического образования, как существенного элемента фундаментализации намечаемого процесса. А именно, как осуществить технологическое сопровождение процесса обучения физике в новых условиях, сохраняя при этом фундаментальные основы общего курса физики. С этой целью рассмотрены все дидактические единицы курса, начиная с содержания лекционного материала, включающего новый подход в использовании лекционных демонстраций лабораторных работ, а также стандартных задач по физике и методики проведения экзаменов. Уже на ранних стадиях обучения в качестве основной особенности переходного периода предложено осуществить замену проектно-ориентированного обучения физике на инженерно-технологическое. Целью исследования является анализ методических материалов и их подготовки к технологическому подходу в обучении физике. В плане методологического подхода использовано понятие триады обучения: как открыто физическое явление, как используется и как будет использовано в перспективе технологического прорыва. Конкретизировано понятие педагогической многомерности путем введения основных и дополнительных модулей по физике, что позволяет увеличить степень свободы студента в условиях быстро меняющихся компетенций готовящегося к самостоятельной деятельности специалиста. Теоретическая значимость исследования состоит в создании образовательного ресурса на основе пересмотра роли лекционных демонстраций, технологизации стандартных лабораторных работ и технологизации процесса подготовки педагогических измерительных материалов. В статье обсуждается новая рейтинговая система оценки знаний технологического типа. В этой связи исследована совокупность требований, предъявляемых к современному контенту методического обеспечения, введены и проанализированы этапы реализации нового подхода к знанию собственно предметной области, направленной на усиление технологического развития РФ на уровне нелинейной схемы и ухода от устаревшей линейной схемы подготовки.

**Ключевые слова.** Технологизация обучения, триада в системе физического образования, степень свободы студента, технологический рейтинг, изобретение потребностей.

### Введение

Анализ развития способностей студентов технических вузов к технологическому прорыву является предметом настоящего исследования. Рассмотрена предлагаемая авторами настоящего исследования триада: как открыли физическое явление, как его использовали при взаимодействии учёных физиков и инженеров, как используется в настоящее время, и какое использование предполагается в перспективе на основе новейших открытий и изобретений современности и нового осмысливания их как следствие новых технологий [1–3]. Создание системы естественно-научной и технологической подготовки студентов к учебной технологической деятельности, инженерное осмысливание физических задач находит достойное место в работах отечественных и зарубежных педагогов (Б.М. Игошев, А.П. Усольцев, Т.Н. Шамало, Eylon, Guisasola, Mulhall, Meheut) [4, 5, 6–11]. В частности, в работах [6–11] со студентами младших курсов обсуждается способ создания равномерного распределения зарядов на поверхности пластин, используемых для конденсаторов накопления энергии. Технологизация обучения на основе цифровизации, как и роботизация, в частности,

например, лабораторных работ [12], требуют конкретизации соответствующего методического обеспечения и конкретной деятельности студентов в ходе получения и последующей выработки новых знаний (наиболее вероятно на уровне корпоративного университета). В дальнейшем эти идеи получили развитие в работе [13], где на уровне изобретения полезности было предложено использовать программируемые роботы KUGA. Заметим, что в первоначальном виде корпоративные университеты в СССР были заложены И. Курчатовым, развиты И. Кикоиным в конце 40-х-начале 50-х годов 20 века как секретные вузы атомного проекта и сыграли выдающуюся роль. Позднее в 90-х Запад постарался умалчать их значение, объявив физику военной наукой [14].

Рассмотрены конкретные примеры методического обеспечения перехода и трансформации по всем дидактическим единицам курса физики, а именно:

1. Техническая реализация демонстрации физических опытов.
2. Создание задач технологического профиля на основе стандартных сборников задач.
3. Лабораторные работы с новыми целевыми установками.

Также использована методика деятельности студента и преподавателя при формировании идей на уровне проекта [15], компетентностная модель выпускника вуза [16], этапы взаимодействия университета со сферой производства [1]. Под степенью свободы понимаем число независимых действий студента по приобретению компетенций в процессе триадного метода обучения. В ряде случаев возможно использовать рейтинг технологически ориентированной балльной системы (см. формулу (1)).

Дидактический потенциал курса физики предложен как основа «технологизации» высшего инженерного образования для технологического прорыва для суверенитета РФ. Для этой цели выделены следующие этапы:

1. Возможности аспирантуры и магистратуры зарубежных стран [30].
2. Цифровые технологии для самоконтроля выбора инженерной области знания в практической деятельности [31].
3. Этап сравнения собственных возможностей с существующими достижениями в рамках увеличения числа степеней свободы обучения [5].
4. Корпоративный университет обеспечивает ориентирование в технических достижениях отечественных и зарубежных инженеров, выдвижение технической идеи [10], технического исполнения предлагаемой идеи в ходе учебной практики, самоконтроль действий, реализацию и преодоление технических барьеров, совершенствование процесса изготовления эскиза, его модернизации и усовершенствования на уровне технологических заданий корпоративного университета. В частности, в ходе технологической практики на 4-м курсе это позволяет выявить и обеспечить у студентов инженерный подход к выработке соответствующих конструктивных и инженерных решений.

Каждый этап подлежит нормировке временных затрат. Технические данные для нормировки предоставляет корпоративный университет и его научно-технический совет при главном инженере.

### **Методология и методы исследования**

Организационно-дидактическое сопровождение педагога и студентов инженерному осмысливанию задач требует разработки методологического подхода. Одним из аспектов такого подхода является инновационное мышление в виде системы естественно-научной и технологической подготовки молодежи (А.П. Усольцев, Т.Н. Шамало [19, 20]), профессиональная многомерность и проблемность ситуаций деятельности, развитой А.М. Матюшкиным [21], а также принцип формирования потребности реализации технологического суверенитета на всех уровнях обучения, как элемент реализации способности к развитию и собственно способность развития [22]. Степень свободы студента значительно увеличивает искусственный интеллект [23–26].

В настоящей работе диагностика методического материала, обеспечивающего переход, происходит поэтапно. 1. Стандартное обеспечение трёх основных базовых модулей по физи-

ке. 2. Введение понятия степени свободы студента путем создания многомерной схемы прохождения дополнительных модулей, учитывающих приборное обеспечение технологического прорыва по отраслям знаний. 3. Этап переосмысливания компетентности при прохождении дополнительных модулей на основе технологически-ориентированной практики на предприятиях корпоративного университета (КУ). 4. Использование возможности аспирантуры и магистратуры зарубежных стран [29], цифровых технологий для самоконтроля выбора инженерной области знания в практической деятельности [31]. 5. Этап сравнения своих возможностей с существующими достижениями в рамках увеличения числа степеней свободы обучения [5]. Каждый этап подлежит нормировке временных затрат. Технические данные для нормировки предоставляет корпоративный университет и его научно-технический совет при главном инженерере. Корпоративный университет обеспечивает ориентирование в технических достижениях отечественных и зарубежных инженеров, выдвижение технической идеи [10], технического исполнения предлагаемой идеи в ходе учебной практики, самоконтроль действий, реализацию и преодоление технических барьеров, совершенствование процесса изготовления эскиза, его модернизации и усовершенствования на уровне технологических заданий корпоративного университета). В частности, это позволяет выявить и обеспечить в ходе технологической практики на 4-м курсе инженерный подход у студентов к выработке соответствующих конструктивных и инженерных решений, обеспечивающих мотивацию к инженерному труду у будущих абитуриентов технических вузов.

Элементы технологизации обучения в рамках общего курса физики имеют давнюю историю [6]. Например, в работе [6–8] рассматривается проблема создания равномерного распределения заряда на пластинах конденсатора. Суть состоит в том, что на металлической пластине, о чём идёт речь в стандартных задачах, невозможно простейшим способом создать подобную систему зарядов. Необходимо обсудить технологические моменты, что и делается в статье [12]. Её разрешение посредством подключения робота предложено в работе [13]. Дополнительно обсуждается создание источника зарядов. В этой связи возникает проблема временных затрат на технологизацию. Способ решения предложен в работах АП Ситникова путём увеличения степени свободы студента и создания конкурентной среды уже на начальном этапе обучения [5], а также в последних учебных пособиях, изданных в Томском педагогическом университете [2, 3]. Стандартные задачи по физике при изучении движения частиц легко трансформируются в технологические [13]. В лекционном курсе демонстрации приобретают технологический смысл при их реализации по триадной схеме [1].

Видео обучение технологическими тестами. Видеофайлы по математике Салмана Хана просматривают более 250 миллионов человек ежегодно. Его академия имеет 850 тысяч подписчиков. Журнал Time включил Салмана Хана в сотню самых влиятельных людей мира. Опыт массового образования через всемирную сеть описан Салманом Ханом в работе «The One World Schoolhouse: Education Re-imagined – «Школа единого мира, новое представление об образовании» [32]. Корпорация Google пожертвовала 2 миллиона долларов на расширение языковой базы материалов академии. На Фестивале идей в городе Аспен в штате Колорадо (США) Билл Гейтс сообщил, что учит математике своих детей по видеофайлам Салмана Хана.

Схема рис. 1 предполагает возврат к предыдущему модулю по мере выявления знаний для изобретения потребности в новых открывшихся условиях технологического прогресса.



Рис. 1. Прохождения основных модулей по физике с элементами технологической научной работы (НР)

## Методические основы. Теоретическая часть.

### Основные результаты исследования и обсуждение

Методической основой является превращение учебных задач в технологические проекты [15], технологическое видео обучение [33]. Учебные задачи должны содержать элементы технологий посредством ИИ (пример из водородной энергетики). Главная цель программ сделать так, чтобы в умах студентов будущее наступило чуть быстрее, чем у других. В этих условиях суммарный рейтинг работы студента оценивается по следующей формуле:

$$R = \frac{\sum_{i=1}^N L_i / N + \sum_{i=1}^K K_i / N_i \frac{P_1 + P_2}{2} + \dots + \sum_{i=1}^n T p_{i=1} / n}{D},$$

где  $L_i$  – число лабораторных работ технологического профиля;  $K_i$  – число индивидуальных заданий технологического профиля на уровне разработки проекта;  $P_1, P_2$  – частичные семестровые экзамены технологически ориентированного уровня,  $T p$  – число практических семинарских работ,  $D$  – число объектов контроля за семестр, содержащих элементы технологизации.

Этапы формирования готовности студентов технического вуза к технологическому обучению в общем курсе физики:

1. Формирование технологических компетенций.
2. Формирование среды учебной самостоятельной деятельности студентов.
3. Интеграция фундаментальной науки с технологическими условиями обучения физике.
4. Создание концептуальной модели технологически ориентированной системы обучения.
5. Формирование основных дидактических единиц предлагаемой системы обучения.
6. Поэтапное превращение знаний в технологии.
7. Образование в техническом университете как в технологической долине: социально-педагогический аспект.
8. Замена проектов учебными технологиями посредством внедрения S-кривых (т. е. анализ зависимости результата обучения от времени) формирования технологического прорыва на учебном уровне.
9. Увеличение степеней свободы студента (многомерность выбора направления обучения).
10. Создание конкурентной среды обучения, начиная с младших курсов введением нелинейной схемы приобретения знаний. Использование опыта Европейской ассоциации инженерных вузов.



Рис. 2. Дизайн установок генерации водородной энергии в обычном стиле (слева) и с применением ИИ (справа)

Нейросеть «Adcreative, Bertha Ai, ArticleForge» генерируют текст для описания бытовых приборов под различный стиль в художественном плане [23–26]. Как следует из рис. 2 искусственный интеллект (ИИ) предложил пользователям позаботиться о приближающейся осени и понижению температуры окружающего воздуха посредством картины Левитана «Осень».

Список предлагаемых модулей при обучении физике в многомерном образовательном пространстве на основе технологического прорыва:

**Ф001 (M001, M002); Ф002 (M002, M003);  
Ф003 (M003, M004); Ф011 (M004); Ф018 (M004);  
Ф019 (M006); Ф022 (M011); Ф023 (M014) и т. д.**

Здесь указаны следующие модули по физике: Ф001(M001, M002) – классическая механика, термодинамика и элементы статистической физики; Ф002 (M002, M003) – электричество и волны; Ф003 (M003, M004) – классическая оптика; Ф011 (M009) – теория относительности, **Ф019 (M009)** – колебания и волны (область математической физики и т. д.).

Предлагаемая модель должна исключить разбавление базового курса физики, о чем говорил академик И. Кикоин на всесоюзном семинаре по проблемам обучения физике в 1961 г. после полета в космос Ю.А. Гагарина [27]. Специальная глава в работе [27] посвящена де-

монстрации плодотворности применения открытых в физике общих закономерностей к теории познания окружающего мира [18, 27].

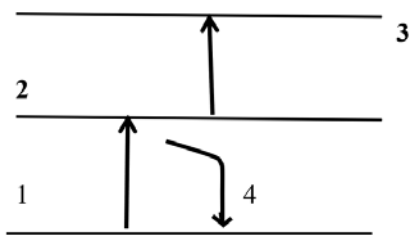


Рис. 3. Схема переходов по уровням обучения:

1 – многомерный нелинейный уровень общего курса;  
2 – уровень технологического суверенитета; 3 – уровень технологического прорыва и изобретения потребности; 4 – срыв перехода в условиях отсутствия финансового и методического обеспечения курса физики, отсутствие степеней свободы студента и способности к развитию

Схема переходов по уровням (рис. 3) предполагает наличие обратной связи при использовании схемы на рис. 2, когда полученные знания и рефлексия возвращают к пройденному материалу на уровне изобретения потребности.

### Выводы. Заключение

1. Технологический суверенитет РФ предполагает необходимость перехода от проектно-ориентированного обучения физике к технологически-ориентированному обучению на уровне всех исторически и логически обоснованных дидактических единиц: лекции с перформативным внедрением лекционных демонстраций, технологически перформативным содержанием физических задач, лабораторных работ и тем на экзаменах.
2. Осуществление заявленного перехода осуществляется посредством модернизированной системы рейтинга, включающей число технологически переработанного содержания дидактических единиц обучения
3. Создание многомерного педагогического сопровождения междисциплинарных связей для обеспечения необходимого числа степеней свободы студента для выбора актуальной компетенции в условиях конкурентного соревнования в студенческих группах.
4. Внедрение нелинейной схемы обучения физике, начиная с первых модулей обучения.
5. Создание условий триадного типа технологизации обучения: как явление открыто, как используется и возможные перспективы использования в будущем.
6. Увеличение числа степеней свободы студента позволяет усилить технологический аспект подготовки студента на уровне изобретения потребностей и компетентности.
7. Лекционные демонстрации в курсе физики реализуются поэтапно, т. е. до объяснения явления, в ходе обсуждения явления и в конце семестра. Целью является вовлечение студентов в создание технологического прорыва учебного типа.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ларионов В.В. Готовность педагога обеспечить инженерный подход при обучении физике: технологические аспекты / В.В. Ларионов, А.А. Нерода. – Педагогическое образование в России. – 2022. – № 4. – С. 154–163.
2. Профессиональная инициативность будущих педагогов: развитие и технологизация: коллективная монография [Электронный ресурс] / М.А. Червонный, О.Н. Игна. – Электрон. текстовые дан. (1,64 Mb). – Томск: Издательство Томского государственного педагогического университета, 2024. – 156 с.
3. Процессы генерации и реализации цифровых инициатив образовательной направленности студентов педагогических вузов: коллективная монография [Электронный ресурс] / А.П. Глухов, О.Н. Игна, М.А. Червонный [и др.]; науч. ред.: А.П. Глухов, О.Н. Игна. – Электрон. текстовые дан. (8,85 Mb). – Томск : Изд-во Томского государственного педагогического университета, 2024. – 430 с.
4. Игошев Б.М., Усольцев А.П. История технических инноваций: учебное пособие. – Москва : Флинта: Наука, 2013. – 232 с.
5. Ситников А.П. КАРМАСОАЧ. – Изд-во Риполик Классик. – 2024. – 917 с.

6. Eylon B. and Ganiel U. Macro-micro relationships: the missing link between electrostatics and electrodynamics in student's reasoning // Intern. Journal Science Education. – 1990. – 12. – 79.
7. Guisasola J., Zubimendi J.L., Almudi J.M., Ceberio M. The evolution of the concept of capacitance throughout the development of the electric theory and the understanding of its meaning by university students // Science Education. – 2002. – 11. – 247.
8. Kurt, A. A. Analysis of Students' Online Information Searching Strategies, Exposure to Internet Information Pollution and Cognitive Absorption Levels Based on Various Variables / A. A. Kurt, B. G. Emiroglu. – Text: electronic // Malaysian Online Journal of Educational Technology. – 2018. – № 6 (1). – P. 18–29. – URL: <https://www.learntechlib.org/p/188663/> (mode of access: 31.03.2024).
9. Mulhall P., Mckittrick B. and Gunstone R. A perspective on the resolution of confusions in the teaching of electricity // Res. Science Education. 31, 575. 2001.
10. Guisasola J., Zubimendi J.L., Almudi J.M., and Ceberio M. The evolution of the concept of capacitance throughout the development of the electric theory and the understanding of its meaning by university students // Science Education. – 2002. – 11. – 247.
11. Meheut M. and Psillos D. Teaching-learning sequences: aims and tools for science education research // Int. J. Science Education. – 2004. – 26. – 515.
12. Пак В.В. Формирование проектных умений бакалавров в процессе обучения физике : учебное пособие / В.В. Пак, В.В. Ларионов ; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) Томск: Изд-во ТПУ, 2018. – 129 с.
13. Lider A.M., Larionov V.V. Teaching scientific research and practical application of the concept of charge distribution to students. / A.M. Lider, V.V. Larionov. – Text: direct // International conference on Education and New Developments, END-2015, 27-29 Porto, Portugal. – P. 96–100.
14. Гладун А.Д., Спирин Г.Г. Нужна ли в России физика инженеру // Физическое образование в вузах. – 2010. – Т. 16. – № 4. – С. 5–10.
15. Ларионов В.В. К вопросу о выборе задач с целью создания и реализации проекта / В.В. Ларионов, В.В. Пак // URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36303723>. Дата обращения 27.12.24.
16. Антоненко Н.А. Кастомизированный подход к реализации образовательных программ при подготовке инженерных кадров / Н.А. Антоненко, Т.А. Асаева, О.В. Тихонова, Н.В. Гречишкина // Высшее образование в России. – 2020. – № 5. – С. 144–156.
17. Кудряшова Е.В. Взаимодействие университетов со сферой производства как элемент реализации «третьей миссии» / Е.В. Кудряшова, С.Э. Соркин, О.Д. Бугаенко // Высшее образование в России. – 2020. – № 5. – С. 9–21.
18. Матушкин Н.Н., Столбова И.Д. Методологические аспекты разработки структуры компетентностной модели выпускника высшей школы // Высшее образование сегодня. – 2009. – № 5. – С. 22–29.
19. Усольцев А. П., Шамало Т. Н. Понятие инновационного мышления // Пед. образование в России. – 2014. – № 1. – С. 94–98.
20. Усольцев А. П., Шамало Т. Н., Абдулова Е. В., Мерзлякова О. П. Создание системы естественнонаучной и технологической подготовки молодежи к инновационной деятельности. – Москва : Директ-Медиа, 2015. – С. 22.
21. Матюшкин А.М. Проблемные ситуации в мышлении и обучении. – Москва : Педагогика, 1972. – 208 с.
22. Достоевский Ф.М. Полное собрание сочинений. Т. 17. – Москва : Наука, 1977. – С. 417.
23. Статистика литературных данных по ИИ (ноябрь 2024) [Электронный ресурс]. – URL: <https://inclient.ru/ai-stats/> (дата обращения: 01.11.2024).
24. Использование генеративного ИИ в России (июнь 2024 года) [Электронный ресурс]. – URL: <https://ict.moscow/research/ispolzovanie-generativnogo-ii-v-rossii-iyun-2024-goda/> (дата обращения: 01.12.2024).
25. Булат Нуреев, директор MBA, Executive MBA и магистерских программ. – URL: <https://www.skolkovo.ru/longread/15-let-degree/> (дата обращения: 01.12.2024).
26. Исследовательский центр в сфере ИИ Сколковского института науки и технологий. – URL: <https://www.instagram.com/e.shaiikh/> (дата обращения: 01.12.2024).
27. Грибов Л.А., Прокофьева Н.И. Основы физики. – Изд. 3., доп. – Москва : Наука, 1998. – 564 с.
28. Кондратюк Ю. Завоевание межпланетных пространств / под редакцией и с предисловием проф. В.П. Ветчинкина. – Новосибирск : Клуб меценатов, 2003. – Т. 1. – 512 с. – Т. 2. – 496 с.
29. Зеличенко В.М. Совместная деятельность студентов на практических занятиях по физике: формирование физических идей на уровне проекта / В.М. Зеличенко, В.В. Ларионов, В.В. Пак // Вестник ТГПУ (TSPU Bulletin). – 2012. – 2 (27). – С. 147–151.
30. Копытов А.Д., Черепанова Т.Б. Профессиональные педагогические компетентности: междисциплинарность и многомерность. // Вестник ТГПУ (TSPU Bulletin). – 2020. – 2. – С. 117–123.
31. Тесленко В.А., Мельников Р.М. Перспективы развития индустриальной аспирантуры в России // ВОВР. – 2020. – № 5 – С. 157–167.
32. Salman Khan . One World Schoolhouse Paperback – July 30, 2013. – P. 144.
33. Ларионов В.В., Писаренко С.Б. Фрактальность как основной дидактический принцип физического практикума нового поколения. Педагогическая информатика. – 2006. – № 1. – С. 32–38.