

X всероссийской научно-практической конференции



Центр дополнительного образования одарённых школьников
Научная лаборатория «Моделирование процессов обучения физике»

МОДЕЛИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ В МЕТОДИКЕ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ

Материалы докладов
X всероссийской научно-практической конференции

Киров – 2025

УДК 37.016
ББК 74.262.23
М 74

Оргкомитет: кандидат педагогических наук, доцент К. А. Коханов (председатель), член-корреспондент РАО, доктор педагогических наук, профессор Ю. А. Сауров, доктор педагогических наук Е. Б. Петрова (Москва), доктор педагогических наук, доцент, Р. В. Майер (Глазов), доктор педагогических наук, доцент Е. И. Вараксина (Глазов), кандидат педагогических наук, доцент Ю. В. Иванов (Глазов), кандидат педагогических наук М. В. Исупов, кандидат педагогических наук Д. В. Перевощиков, преподаватель-исследователь А. П. Сорокин, кандидат педагогических наук М. П. Уварова (учёный секретарь).

Редакционная коллегия: К. А. Коханов, Ю. А. Сауров, М. П. Уварова.

М 74 Модели и моделирование в методике обучения физике: материалы докладов X всероссийской научно-практической конференции. – Киров: ООО «Издательство «Радуга-ПРЕСС», 2025. – 96 с.

ISBN 978-5-6052349-6-8

В сборнике представлены материалы исследований по одному из перспективных направлений развития теории и методики обучения физике.

УДК 37.016
ББК 74.262.23

ISBN 978-5-6052349-6-8

© Центр дополнительного образования
одарённых школьников, 2025
© Научная лаборатория «Моделирование
процессов обучения физике», 2025

ПРЕДИСЛОВИЕ

Сто лет тому назад были сформулированы задачи и появились люди, которые жили и строили для будущего физическое образование Вятского края. Они создавали лаборатории и копили опыт деятельности. Очевидно, было непросто. Но бег времени не остановим. Выделим несколько принципиальных этапов-событий.

После Великой отечественной войны на кафедру физики пришёл профессор В.Б. Милин. Как научный шаг вперёд, при нём была открыта аспирантура, которую закончили по методике физики Л.А. Горев и В.А. Кондаков. Позднее аспирантуру по методике на сравнительно короткое время возглавил В.А. Кондаков, у него учились В.В. Мултановский, С.А. Хорошавин и др. Именно в те годы (до начала 60-х годов) у нас были заложены традиции тесного и глубокого взаимодействия физики и методики физики.

Следующий шаг вперёд в методической деятельности был связан с деятельностью профессора, первого в истории Кировской области доктора педагогических наук по методике физики В.В. Мултановского (в 1975–2000 гг.). Он заложил современные до сих пор представления о содержании физического образования. И создал основание для следующего этапа развития методики обучения физике в пединституте: аспирантура, диссертационный совет, Всероссийская научная конференция «Модели и моделирование в методике обучения физике», развёртывание методической деятельности с учителями и др.

В этом году исполняется юбилей конференции по моделям. Как один миг прошло тридцать лет, но тема конференции не увяла. Одно из направлений нашей методики «Конструирование моделей уроков» получило всероссийское признание, и до сих пор актуально. Очевидно, как сильно мы продвинулись в понимании познавательных ролей моделей, как вырос интеллектуальный уровень ведущих учителей области в физическом миропонимании и в организации научного познания.

Но какие бы ни были успехи, надо идти вперёд. Не потерять накопленного опыта, в том числе не потерять конференции по моделям. Несомненно, надо искать новые направления или аспекты в организации учебной деятельности. Особенно востребовано сочетание ведущих учебных деятельности экспериментирования и моделирования. И здесь мы можем быть в числе лидеров.

*К.А. Коханов,
Ю.А. Сауров*

Первая Всероссийская научно-теоретическая конференция «Модели и моделирование в методике обучения физике» прошла в 1997 году.



Среди участников конференции – известные методисты-физики, в подавляющем большинстве своём выпускники Кировского госпединститута. Первый ряд: А.С. Василевский, Б.И. Краснов, С.А. Хорошавин, В.Г. Разумовский, В.В. Мултановский, Л.А. Горев; второй ряд: П.Я. Кантор, А.Д. Суслов, Ю.О. Моисеев, ?, К.И. Гридина, К.В. Любимов, В.С. Данюшенков; третий ряд: ?, Д.В. Ананьев, А.А. Суворов, Ю.А. Сауров, А.А. Пивоваров, ?, Е.С. Объедков; верхний ряд: В.Н. Патрушев, Л.В. Полев, Р.В. Майер, К.А. Колесников, К.А. Коханов, ?, Г.А. Бутырский, В.В. Майер.

I. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

Ю. А. САУРОВ

Российская академия образования

ОБ ИСТОРИИ И МЕТОДОЛОГИИ ВЯТСКОЙ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ МЕТОДИСТОВ-ФИЗИКОВ

К столетию вятского физического образования рассматриваются особенности научной деятельности методистов-физиков.

Ключевые слова: научная школа, история и методология деятельности, этапы функционирования.

Из истории становления методики обучения физике на Вятке. Систематическое физическое образование в Вятке возникло сто лет назад в Кировском пединституте [1, 4]. Почти одновременно происходило становление методики обучения, так как физика изучалась только при подготовке учителей физики. В первые десятилетия активно методикой занимались Б.П. Спасский, Н.И. Койков, В.С. Крекнин. После Великой Отечественной войны существенный шаг в развитии методики обучения был связан с профессором В.Б. Милиным. В 1948 году он открывает аспирантуру, в том числе по методике преподавания физики, в 1950 году к нему поступает В.А. Кондаков. Он быстро защищает кандидатскую диссертацию на тему «Использование геофизического материала на уроках и внеклассных занятиях в средней школе» (1954), после чего активно занимается на кафедре общей физики методикой до отъезда из Кирова (1961). В эти годы В.А. Кондаков ведёт аспирантуру по «Методике преподавания физики», в ней учились Н.Н. Цвейтова, Н.А. Кокорин, И.К. Капитонов, В.В. Мултановский, С.А. Хорошавин и др. В его деятельности сочетается хорошее знание физики и хорошее знание теоретической и прикладной методики. Высокий профессиональный уровень Виктора Анатольевича позволил уже тогда на долгие годы заложить в среде студентов, аспирантов, преподавателей интерес к исследованию моделей и моделированию в методике обучения физике. Так постепенно формировалось твёрдое духовное основание для развития методики обучения физике в Кирове. Немаловажным для роста вятских методистов-физиков десятилетиями было сотрудничество с бывшими выпускниками. Выделим, прежде всего, деятельность академика РАО, профессора В.Г. Разумовского: он стимулировал защиту докторской диссертации В.В. Мултановского, был научным руководителем аспиранта Ю.А. Саурова, был членом нашего диссертационного совета... Содержательным было взаимодействие вятских методистов со старшим научным сотрудником РАО, известным автором учебников и методических пособий В.Ф. Шиловым и профессором С.А. Хороша-

виным. И этот продуктивный период можно определить как *предысторию вятской научной школы методистов-физиков*.

Обозначение вятской научной школы методистов-физиков.

В конце XX века для осмысления своей истории и поиска новых путей развития возникла потребность оформления научных школ. Сейчас она во многом прошла, но этот инструмент организации (и понимания) деятельности учёных остался. Правда, применяется он в методике физики справедливо осторожно. По факту в стране на конец века фактически в реальности было признано сравнительно немного научных школ: В.Г. Разумовского, А.В. Усовой, А.В. Пёрышкина, С.Е. Каменецкого и др. [3]. В числе семи научных школ методистов-физиков С.А. Крестников выделяет, очевидно, опираясь на нашу публикацию [1], вятскую научную школу В.А. Кондакова, В.В. Мултановского, Ю.А. Саурова [3].

При всей сложности вопроса об основаниях всё же в прямом организационном смысле оформление вятской научной школы методистов-физиков следует связать с деятельностью профессоров В.В. Мултановского (1927–2000) и Ю.А. Саурова. Первый своей практикой теоретического конструирования оказал сильное влияние на уровень содержания методической деятельности, второй задал движение в организационно-процессуальных аспектах (магистратура, аспирантура, докторантура, диссертационный совет, научные конференции и др.). Не случайно в этом движении на рубеже веков и возникла задача оформления вятской научной школы. И тогда и сейчас трудно объединить деятельность методистов, их небольшого числа из-за реальных проблем практики, отсутствия нравственного и материального стимулирования. Хотя в целом сравнительное большое число бывших аспирантов (К.А. Колесников, К.А. Коханов, М.В. Исупов, Н.В. Соколова, О.Л. Лежепёкова, М.С. Атепалихин, М.П. Уварова, Д.В. Перевощиков, А.П. Сорокин, Ю.В. Иванов...) и магистрантов закономерно остаются в физическом образовании в духовном поле методологии методики обучения физике, в частности, при изучении методических моделей. И это наша особенность. Хотелось бы её сохранить.

Теоретически обобщая, в истории физического образования Кировской области можно выделить несколько *научно-исследовательских программ*:

- Историческая программа развития творческих способностей и освоения научного метода познания (В.Г. Разумовский). Начало её формулирования связано с образовательной деятельностью В.Г. Разумовского на Вятке. А её функционирование и развитие было продолжено работами многих вятских методистов-физиков [1, 4, 5, 6].

- Историческая программа теоретических обобщений в содержании курса физики и концепция взаимодействий (В.В. Мултановский). Теоретическая и практическая деятельность самого Вячеслава Всеволодовича оказала сильное влияние на преподавателей, учителей, студентов [4].

- Действующая программа формирования методологической культуры субъектов образования (Ю.А. Сауров и др.). В реализацию этой программы были включены фактически все аспиранты, практически все творческие группы учителей на площадке Кировского института повышения квалификации (в течение десяти лет в начале XXI века), индивидуально и ситуативно многие учителя физики Кировской области [7].

Конкретизируя, можно, во-первых, выделить следующие идейные направления-установки жизни научно-методической школы: методологию учебной и методической деятельности, деятельность экспериментирования, нормирование деятельности, различение и согласование физики и математики. Во-вторых, исторически сравнительно легко выделяются ключевые проекты деятельности: конструирование моделей уроков (всех уроков физики в школе!), организация учебной деятельности при решении школьных учебных физических задач, содержательные и процессуальные аспекты использования моделей и моделирования в обучении.

О содержании и формах деятельности вятской научной школы методистов-физиков. Характерной чертой деятельности вятских методистов является ведущая роль теоретических идей и хорошее знание реальной практики обучения. Как правило, в аспирантуру Ю.А. Саурова принимался в год один соискатель, обычно он был выпускником нашего педуниверситета, выполнял диплом или сотрудничал в системах повышения квалификации по перспективной научной теме. На первом этапе быстро определялась тема исследования, формулировалась структура диссертации, выделялся жёсткий перечень дел, в том числе публикаций. Не случайно у трети аспирантов перед защитой вышли в свет пособия или даже монографии. А у последнего аспиранта Д.В. Перевощикова к защите было представлено семь статей в журналах из перечня ВАК, в том числе две из перечня scopus, что довольно редкий случай. Постоянный диалог-контакт руководителя и аспиранта, с одной стороны, с другой стороны – контроль, способствовали планомерному выполнению исследования. В большей или меньшей степени во всех исследованиях был ориентир на вопросы методологии методики обучения физике как на средство достижения успеха.

Интересно, что на начало работы конференции по моделям (1997) в реальной образовательной практике это фундаментальное общенаучное понятие мало встречалось. В учебниках его практически не было, а учителя и до сих пор в должной степени осознанности его не используют. Довольно радикально, но разумно, звучит мысль: «модели есть то, что используется в функции модели». Но какова эта функция? В чём она выражена? – вот вопросы. На наш взгляд, они связаны с задачей понимания в физике, с причинными (и материальными) связями, с парадигмой выделения двух миров «реальность – описания». А иначе на практике модели не востребованы, не эффективны.

Исторически нам повезло: в методической деятельности мы поднялись на самый высокий этаж – методологический. И кое-чего сделали [2, 4, 7–9].

Реальности современного этапа жизни научной школы. Уже лет двадцать постепенно происходит деградация методической службы: уменьшается подготовка учителей физики, отсюда падает социальный статус методистов, исчезает аспирантура и диссертационный совет, почти ежегодными становятся различные сокращения... Смена поколения методистов, индивидуализация их деятельности тоже создают проблемы в функционировании научной школы.

Что делать дальше? Надо выращивать реальность, а это в нашем случае деятельность студентов и учителей, искать формы сотрудничества – методологический семинар, курсы повышения квалификации, ежегодный сборник научно-методических работ студентов и магистрантов, всероссийская научная конференция, творческие группы учителей и др. Надо держать планку научных публикаций: и число статей, и пособия, и монографии. Жаль, что у нас не складываются условия подготовки специалистов докторского уровня, но автоматически это не получается.

В целом, на наш взгляд, накопленный теоретический и практический багаж нашей методической деятельности нуждается в освоении и воспроизводстве. Для этого есть достаточные содержательные основания.

Литература

1. Патрушев В.Н., Сауров Ю.А. Вятская научная школа методистов-физиков: факты и мысли о становлении. – Киров: Изд-во Вятского ГПУ, 1997. – 98 с.
2. Патрушев В.Н., Сауров Ю.А. Практика обучения как творчество: из опыта работы учителей физики. – Киров: Изд-во Вятского ГПУ, 1998. – 112 с.
3. Крестников С.А. Методология истории методики обучения физике. Научные школы методистов-физиков. – Челябинск: Изд-во ЧГПУ, 2006. – 225 с.
4. О физическом образовании в Кировской области (к 100-летию становления в Кировском пединституте): монография / под ред. Ю.А. Саурова. – Киров: ООО «Издательство «Радуга-ПРЕСС», 2025. – 254 с.
5. Сауров Ю.А. Принцип цикличности в методике обучения физике: историко-методологический анализ: монография. – Киров: Изд-во КИПК и ПРО. 2008. – 224 с.
6. Сауров Ю.А. Учитель: вечный поиск смыслов...: историко-методологический портрет профессора В.Г. Разумовского. – Киров, 2010. – 158 с.
7. Сауров Ю.А. Формирование методологической культуры: методика обучения физике: идеи, программа, проекты: 2014–2024. – Киров, 2014. – 28 с.
8. Сауров Ю.А. Методика обучения физике: поиски смыслов – люди и идеи...: вопросы науковедения: монография. – Киров: Кировская областная типография, 2017. – 356 с.
9. Сауров Ю.А. Построение постнеклассической методики обучения физике: методологический и методический синтез: монография. – Киров: ООО «Издательство «Радуга-ПРЕСС», 2022. – 212 с.

М. П. УВАРОВА

Вятский государственный университет

АКТУАЛЬНЫЕ ИДЕИ В.А. КОНДАКОВА ДЛЯ СОВРЕМЕННОГО ФИЗИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Анализируются методические поиски и идеи Виктора Анатольевича Кондакова.

Ключевые слова: методика обучения физике, методология, физика, вятская школа методистов-физиков.

В науке и жизни из-за большого объёма информации, ограниченности во времени отдельного человека невозможно всё знать – в итоге ключевые идеи предшественников не осваиваются, забываются, и в последующем новыми исследователями происходит «открытие уже давно известного». Субъективно для личности отдельного человека такие «открытия» – это, безусловно, достижение. Но для науки в целом нужно на основе опыта наших коллег идти дальше, дополнять и развивать свои представления. Отсюда цель нашей статьи – провести краткий рефлексивный анализ достижений одного из выпускников нашего факультета, в последующем – сотрудника и заведующего кафедрой физики, организатора аспирантуры по методике преподавания физики – известного методиста Виктора Анатольевича Кондакова. На этой базе заинтересованный читатель может оттолкнуться и углубиться в его творчество, ознакомиться с «первоисточниками», найти для себя вдохновение или подтверждение справедливости собственных поисков.

Работы Виктора Анатольевича очень трудно найти в Кировской области. В 1961 году он переехал в г. Самару, и в основном все публикации имеются только в университетской библиотеке. Анализируя доступные нам материалы [1–8, 11], можно сказать, что он сочетал в себе черты хорошего физика, методиста, дидакта, психолога, в целом – методиста-методолога. Он один из тех, кто, «опережая время», уделял внимание методологии методики обучения физике как науки, методологии организации деятельности учения и преподавания.

Ряд публикаций Виктора Анатольевича уже были проанализированы ранее [9, 11], продолжим эту работу. При подготовке данной статьи нами также были использованы воспоминания-конспекты Владимира Николаевича Бакулина о лекции, которую прочитал Виктор Анатольевич в нашем университете 21.10.1985 г.

Итак, отметим современные для нас идеи с точки зрения развития учащихся, организации деятельности моделирования при обучении физике.

1. В 60–70-е годы происходила реформа физического образования. Ещё тогда вставал вопрос о сохранении (развитии) глубины содержания изучаемого материала и организации его освоения. Ставилась проблема

использования учебных знаний для всестороннего формирования личности и подчёркивалась необходимость развития мышления учащегося. Данная проблема широко освещается в работах В.А. Кондакова [1–4]. Он показывал, что при овладении научным знанием умственная деятельность учащегося протекает в рамках сложной динамической познавательной системы типа «объект-субъект». И вначале знание выступает внешним компонентом системы, а затем в ходе усвоения становится внутренним базисом при добывании нового знания. То есть для построения современных диагностик мышления важен вывод: усвоенное знание является одним из показателей умственного развития индивида. Здесь мы можем подчеркнуть, что важно именно осознанно *освоенное*, а не *выученное* знание, чтобы оно могло быть включено в деятельность учащегося. Вторым показателем уровня умственного развития учащегося является сформированность совокупности общих и специальных приёмов деятельности. В наших исследованиях также была показана перспективность данного подхода – представление физического мышления на языке деятельности в форме умений деятельности моделирования и экспериментирования позволяет более осознанно диагностировать и формировать физическое мышление в обучении. И в этом направлении необходимо продолжать поиски, поскольку общепризнанных диагностик и методик формирования предметного мышления по-прежнему нет.

2. В работах Виктора Анатольевича также обсуждаются вопросы взаимосвязи индуктивного и дедуктивного подхода к изучению физики в школе, взаимосвязи развития эмпирического и теоретического типов мышления. Он подчёркивает, что необходимо строить систему знаний на основе непрерывного и логичного переплетения связей между двумя компонентами содержания – между эмпирическими фактами и теоретическим материалом. Однако при этом важно постепенно развивать у учащихся теоретическое мышление, что может способствовать «разгрузке» памяти учащихся и глубокому освоению связей между явлениями и объектами.

То есть в процессе обучения физике в основной школе мы должны создавать предпосылки для освоения теорий в средней школе, в том числе обучать школьников приёмам моделирования, умениям работать с разнообразными моделями. И если в старших классах может происходить отказ от попыток наглядно-чувственного моделирования объектов (математическое моделирование и пр.), то в основной школе мы ещё вполне можем опираться на наглядно-образные знаковые модели. Но здесь главное методически грамотно выстроить учебный процесс и отобрать материал для освоения, представить его без методологических и методических ошибок.

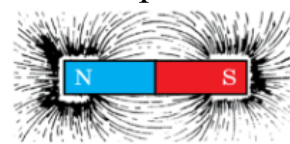
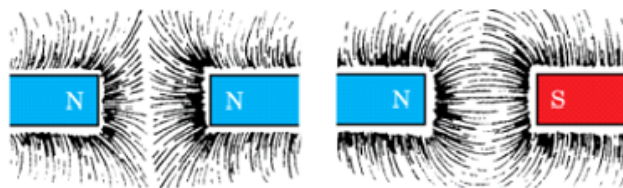
Рассмотрим пример. Совсем недавно был перестроен школьный курс физики: тему «Электромагнитные явления» перенесли для изучения в 8-й класс. В основном в 7–8-х классах материал изучается на качественном

уровне, мало используются модели и математический аппарат для описания и изучения явлений. Возможно, адаптируя изучаемый материал под подобные представления, составители допустили ряд методологических ошибок в учебниках физики, в частности, при изучении и моделировании магнитного поля. Если в старых учебниках по физике за 9-й класс [9] понятия магнитного поля и линий магнитного поля вводились корректно, в том числе использовались грамотные рисунки, то в новых учебниках физики за 8-й класс [10] приводимые рисунки противоречат тексту (рис. 1). Текст учебника гласит: «Воспользуемся железными опилками, чтобы получить представления о картине магнитного поля постоянных магнитов (рис. 127)». Но подпись к рисунку совершенно другая (рис. 1). Возникает ощущение, что ошибка заключается только в подписи рисунков. Однако далее читаем: «На рисунке 128, а показаны линии магнитного поля двух магнитов...» (рис. 2).

И здесь мы убеждаемся, что всё-таки такой подход является не случайной опечаткой,

Рис. 128. Магнитные линии поля двух магнитов

Рис. 2



а)



б)

Рис. 127. Магнитные линии поля полосового (а) и дугообразного (б) магнитов

Рис. 1

а ошибкой в формировании представлений школьников, ошибкой построения и работы с моделью магнитного поля.

Предвосхищая возникновение подобного рода ошибок, В.А. Кондаков писал, что все крупные изменения в содержании курса физики необходимо тщательно обосновывать в мировоззренческом, логико-гносеологическом и психологическом аспектах и проверять в специальном эксперименте [1, с. 43; 3, с. 115]. При адаптации изучаемого материала под особенности учащихся важно сохранить ясность, правильность и точность физического знания. Данные идеи должны стать ориентиром для всех поколений методистов, которые, так или иначе, участвуют в изменении физического образования.

3. Виктор Анатольевич также глубоко изучал проблематику построения и совершенствования методики изучения отдельных тем школьного курса физики: уточнение логической схемы изложения основ электродинамики в старшей школе [5], построение целостной системы взглядов об электромагнитном поле [7], углубление знаний об электроне и атоме на материале факультативного курса о строении и свойстве вещества [6] и пр.

4. Благодаря конспекту В.Н. Бакулина до нас дошли слова В.В. Мултановского о В.А. Кондакове: «... Нет другого методиста в стране, кто бы так системно осмыслил курс физики...». И неудивительно, что на основании богатого методического опыта Виктор Анатольевич сформулировал перспективные поисковые исследования в области методики обучения физике [4], которые актуальны и в наше время: проблема развития продуктивного мышления учащихся на предметном материале; необходимость углублённого исследования проблемы формирования рациональной структуры умственной деятельности; оптимизация связей между наглядно-чувственной и абстрактно-логической сферой мышления; проблема исследования логико-гносеологических свойств компонентов учебных систем знаний; проблемы повышения идейности и научности курса физики и др.

Заключение. Методистами-физиками нашего региона разрабатывается множество решений проблем обучения физике, идей по совершенствованию физического образования. В частности, можно выделить два ключевых направления деятельности: развитие методологии методики обучения физике (В.А. Кондаков, В.В. Мултановский, Ю.А. Сауров, К.А. Коханов и др.), экспериментирование как один из ведущих видов деятельности в обучении физике (Л.А. Горев, Г.А. Бутырский, А.П. Сорокин и др.). Виктор Анатольевич является одним из представителей первого направления. И несмотря на то, что он рано уехал из нашего региона и возможно из-за отсутствия коммуникации и обмена идеями напрямую не влиял на становление методистов Кировской области, мы считаем, что духовная связь между Виктором Анатольевичем и нашими методистами всегда существовала. Это можно проследить по публикациям, по рассматриваемой проблематике, предлагаемым решениям...

По разным причинам мы мало знакомимся с работами предшественников. Методика обучения физике отчасти консервативна, а отчасти подвержена «методической моде». Поэтому многие работы устаревают, однако есть такие методисты, идеи которых мудры, перспективны и актуальны даже спустя десятилетия. К таким учёным относится и Виктор Анатольевич Кондаков.

Литература

1. Кондаков В.А. Анализ свойств теории физики в свете психологической проблемы развития мышления школьника // Вопросы логики и психологии в методике физики: учёные записки. – Куйбышев, 1969. – Вып. 70. – С. 43-91.
2. Кондаков В.А. Логико-дидактические принципы и особенности складывания структуры курса физики // Учёные записки Куйбышевского государственного педагогического института имени В.В. Куйбышева. – Куйбышев, 1969. – Вып. 70. – С. 4-30.
3. Кондаков В.А. Методологические вопросы построения учебной системы знаний по физике в средней школе // Учёные записки Куйбышевского государственного

педагогического института имени В.В. Куйбышева. – Куйбышев, 1968. – Вып. 59. – С. 107-119.

4. Кондаков В.А. О перспективных поисковых исследованиях в методике физики // Учёные записки Куйбышевского государственного педагогического института имени В.В. Куйбышева. – Куйбышев, 1971. – Вып. 87. – С. 3-117.

5. Кондаков В.А. О повышении научного уровня материала электродинамики в системе знаний об электрических и оптических явлениях в средней школе // Учёные записки Куйбышевского государственного педагогического института имени В.В. Куйбышева. – Куйбышев, 1968. – Вып. 59. – С. 21-38.

6. Кондаков В.А. Строение и свойства вещества. Пособие для учителей. – М.: Просвещение, 1969. – 151 с.

7. Кондаков В.А. Схема изложения основного содержания макроскопической теории поля в курсе физики средней школы // Учёные записки Куйбышевского государственного педагогического института имени В.В. Куйбышева. – Куйбышев, 1968. – Вып. 59. – С. 39-68.

8. О физическом образовании в Кировской области (к 100-летию становления в Кировском пединституте) / под общ. ред. Ю.А. Саурова. – Киров: ООО «Издательство «Радуга-ПРЕСС», 2025. – 254 с.

9. Перышкин А.В. Физика. 9-й кл.: учебник / А.В. Перышкин, Е.М. Гутник. – М.: Дрофа, 2014. – 319 с.

10. Перышкин И. М., Иванов А. И. Физика. 8-й класс. Базовый уровень. Электронная форма учебника. – М.: Просвещение, 2025.

11. Сауров Ю.А. Актуальные методические идеи Виктора Кондакова // Учебная физика. – 2020. – №2 – С. 57-66.

К. А. КОЛЕСНИКОВ

Институт проектирования инновационных моделей образования, г. Киров

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В МЕТОДИКЕ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Обсуждается вопрос использования возможностей современных информационно-коммуникационных технологий в образовании.

Ключевые слова: учебная физика, искусственный интеллект.

В последнее время мы сталкиваемся с тем, что вынуждены постоянно взаимодействовать с различного рода цифровыми интеллектуальными системами. Начиная с процесса покупки вещей в магазине и заканчивая решением сложных бытовых и профессиональных задач. Мы всё чаще ищем ответы на вопросы не в книжке, а «идём в интернет», где нас уже не устраивают обычные поисковые модели, выдающие миллион ссылок, только 2% которых являются релевантными. Мы задаём вопрос и хотим получить прямой и однозначный ответ, так, как будто спрашиваем самого лучшего эксперта в данной области. И компьютер даёт нам такой ответ, используя возможности так называемых «нейронных сетей» искусствен-

ного интеллекта (ИИ). Наши ученики быстрее своих учителей осваивают такие технологии, и «поручают» выполнение домашних заданий цифровым помощникам. Оказывается, чтобы ИИ решил задачу по физике, достаточно сфотографировать её текст и загрузить фотографию на специальный сайт. Через несколько секунд задача будет решена. Точно так же сегодня пишутся сочинения по литературе. Закрывать глаза, прятаться от новой реальности нельзя. Нужно максимально изучить и использовать возможности искусственного интеллекта в педагогической деятельности, органично встраивать его в образовательный процесс, делать неотъемлемой частью методики обучения, исключая все возможные риски (домашние задания, выполненные нейросетью). По сути – необходимо создать новую дидактику (по аналогии с вехами развития интернета – «дидактику 4.0»), которая будет описывать процесс обучения человека в условиях нахождения его в поле влияния различных открытых интеллектуальных систем. Целью данной дидактики, как любой другой, является эффективное построение процесса обучения в средней школе. В частности – процесса обучения физике.

Проследим процесс появления интеллектуальных систем, потенциально способных изменить классические подходы к организации учебного процесса, и оценим, насколько это смогло повлиять на педагогическую практику в реальности. К сожалению, большинство этих систем появились за рубежом, но и в России был опыт разработки и применения подобного рода ресурсов, а в последние годы эта работа стала в нашей стране достаточно заметна. Сразу следует уточнить, что речь не идёт о цифровых презентациях или анимированных картинках, иллюстрирующих те или иные физические явления, а также о цифровых видеофрагментах обучающего характера, которые ворвались в систему образования в 1990-е годы, когда начался бум персонализации компьютерной техники, и эта техника появилась в школах. Данные объекты с точки зрения дидактики принципиально мало отличаются от того, что было в «докомпьютерную» эпоху, просто краски стали ярче, да скорость изготовления и распространения подобных объектов резко выросла. В данной статье речь идёт именно об интеллектуальных системах, которые взаимодействуют с человеком, меняют контент в зависимости от получаемых внешних сигналов (как правило, такие системы расположены не на локальном компьютере, а имеют доступ к огромным массивам данных в сети интернет). По возможности, сделаем акцент на применение подобных систем в процессе обучения детей физике. Выделим три ключевых этапа по мере появления данных систем:

- *2000-е годы.* Появление простых симуляторов и моделей для визуализации физических процессов (ученик получил возможность выполнять эксперименты в виртуальной среде, самостоятельно выбирая параметры установки, внешние условия, наглядно видя суть физических процессов).

Многие критикуют подобные системы за то, что ученик теряет связь с реальностью, получает идеальные результаты, которые в реальном эксперименте окажутся не такими красивыми из-за приборных погрешностей и аккуратности самого ученика. Однако вряд ли можно спорить с тем, что ученик получил инструмент, позволяющий задавать параметры эксперимента, недоступные для проведения опытов в классе, провести «эксперимент» дома, в кафе и где угодно. К сожалению, можно с большой долей вероятности утверждать, что сегодня, спустя более 20 лет, эти возможности в российской школе если и используются, то крайне фрагментарно, и поэтому не оказывают существенного влияния на методику обучения.

- *2010-е годы.* Развитие адаптивных систем и аналитических моделей, способных автоматически подстраиваться под изменяющиеся условия, способных к самообучению на основе поступающих данных, умеющих обрабатывать информацию в реальном времени, интегрирующих разнообразные источники данных и применяющих различные прогностические модели. В качестве примеров можно привести методы генерации учебно-тренировочных задач на основе текста учебного материала, отбор содержания образования и тестовых вопросов на основе анализа больших массивов данных результатов выполненных контрольных работ и т. п. И опять можно констатировать, что российская массовая школа никак не включилась в этот процесс. По-прежнему одинаковые задания для всех учащихся (ОГЭ, ЕГЭ, ВПР и т.п.) независимо от уровня их обученности составляет некий человек, ориентируясь только на собственные представления о сложности и актуальности материала, да и текст параграфов для всех учащихся с самыми разными индивидуальными особенностями восприятия предлагается лишь в единственном исполнении (линия учебников физики для 7–9-х классов под редакцией И.М. Перышкина – единственная допущенная Министерством просвещения для использования в школах). Зато внешняя среда за пределами школы уже давно использует адаптивные системы формирования информационного контента (on-line магазины, банковское обслуживание, социальные сети, сайты общения по интересам, сервисы купли-продажи и обмена, заказа туристических услуг, аренды жилья и оборудования и т. п.), и сегодняшние ученики этим всем активно пользуются.

- *2020-е годы.* Начинается активное внедрение нейросетевых помощников и чат-ботов (автоматизация поддержки на образовательных сайтах, в мессенджерах и социальных сетях, автоматизация работы с документами, проверка поступающих работ, сбор и обработка обратной связи, анализ эмоциональных состояний, персонализированные рекомендации и автоматизация коммуникаций). Уже сегодня интеллектуальные чат-боты обеспечивают круглосуточную поддержку учащихся: могут объяснить сложную тему сколько угодно раз, не раздражаясь и не уставая, в любое

время дня и ночи. При этом, объяснить учебный материал вам может не просто текстовый помощник, но и вполне реально визуализируемый на экране преподаватель. Пол, возраст и индивидуальные особенности которого вы можете выбрать сами. Кто-то из учителей использует это сегодня в своей педагогической деятельности? Существует методика и разработанные дидактические модели использования технологий искусственного интеллекта в школьном образовании? Нам не удалось найти подобные материалы в открытых источниках. Всё это создаётся и развивается стихийно.

• 2030+. А что нас ждёт лет через пять? Актуальные тренды развития интеллектуальных систем позволяют сделать прогноз, что искусственный интеллект всё глубже проникнет в off-line, то есть будет управлять реальными процессами, а не только разговаривать с нами голосом Алисы и рисовать весёлые цифровые картинки. Уже сегодня технологии ИИ управляют беспилотным транспортом, разрабатывают новые материалы, а мы по-прежнему стоим у доски с мелом и недоумеваем, почему новое поколение детей не может понять и запомнить то, что легко могли понимать и запоминать их сверстники лет 20-30 назад.

Анализируя сказанное выше, можно сформулировать требования к новой дидактике, в частности, дидактике физики, в условиях мира интеллектуальных систем. Основными принципами такой дидактики могли бы выступить: **а) персонализация содержания образования, б) автоматизация процессов, в) интерактивное взаимодействие обучающегося с образовательной системой**, а структура данной дидактики могла бы выглядеть примерно так (количество и содержание разделов даны в первом приближении):

Раздел 1. Построение актуального содержания школьного курса на заданную дату (с учётом новых достижений науки) для учащихся с разным уровнем образовательных возможностей и потребностей.

Раздел 2. Построение учебных текстов с минимальным уровнем лингвистической сложности (на основе анализа восприятия), визуальных иллюстраций к ним (статичные изображения, анимации процессов, виртуальная реальность, дополненная реальность и др.) и описаний возможных практических исследований (цифровых симуляций и натурных экспериментов исходя из имеющегося оборудования).

Раздел 3. Формирование структуры и алгоритмов деятельности учащегося по освоению содержания образования (на основе его индивидуальных особенностей и опыта предыдущей деятельности).

Раздел 4. Формирование индивидуальных КИМ (контрольно-измерительных материалов на основе имеющихся данных о результатах ранее выполненных работ конкретным обучающимся).

Заключение. Искусственный интеллект может оказаться мощным инструментом в руках учителя физики, позволяя оптимизировать учебный процесс, повысить качество образования, сделать обучение более интересным и эффективным, ориентируясь на персональные особенности обучающихся. Важно понимать, что ИИ – это помощник, а не замена учителю, основная роль которого – передача личного опыта и смыслов. Сочетание традиционных методов обучения с современными технологиями может позволить достичь наилучших результатов в освоении предмета. Грамотное использование искусственного интеллекта открывает новые горизонты в образовании и способствует качественной подготовке школьников будущего.

М. А. КИСЛИЦЫНА

Планетарий МБОУ СОШ № 27 города Кирова,

Вятский государственный университет

КИРОВСКИЙ ПЛАНЕТАРИЙ В ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ АСТРОНОМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В статье дана краткая историческая справка о становлении Кировского планетария.

Ключевые слова: планетарий, астрономическое образование.

Предисловие. Астрономия как наука (и как учебный предмет) играет ведущую роль в формировании естественнонаучной грамотности учащихся, в формировании их научной картины мира, и всегда вызывает у них познавательный интерес. В процессе изучения астрономии осваиваются ключевые методы познания окружающего мира (наблюдение, мысленный эксперимент, моделирование, в том числе математическое, и др.), устанавливаются межпредметные связи с физикой, математикой. Потенциал этой науки для развития учащихся огромен. Но по разным причинам это не всегда осознавалось и реализовывалось в школьном обучении.

Впервые курс астрономии в учебных заведениях был введён указом Петра I в 1699 году. В XX веке в Российской империи астрономия также преподавалась в интеграции с курсом физики. В Советском Союзе астрономия как предмет была включена в учебный план в 1932 году. Тогда подчёркивалось идеологическое значение предмета. Но в 1993 году астрономию убрали из перечня обязательных предметов (она осталась на уровне вариативных дисциплин). В 2017 году она стала обязательной к обучению как отдельный предмет, оценку за предмет стали выставять в аттестат [1]. И с 2022 года по настоящее время астрономию вновь исключили из учебного плана.

Но, несмотря на все эти изменения, астрономическое образование в Кировской области всегда сохранялось и развивалось. И одной из таких организаций, где всегда можно было получить астрономические знания, был кировский планетарий. Здесь проводились занятия для учащихся школ, лекции для желающих всех возрастов, астрономические наблюдения, олимпиады по астрономии. Время показало, что даже в условиях, когда нет изучения предмета в школе, модель организации астрономического образования, реализуемая в кировском планетарии, является эффективной, успешной.

В 2025 году старейший планетарий города Кирова отмечает своё 65-летие. В истории его становления и развития можно выделить несколько ключевых этапов: с 1960 по 1968 годы, с 1968 по 1993 годы, с 1993 года до наших дней. Кратко опишем эти периоды, выделим основных деятелей, благодаря которым в Кировской области развивается астрономическое образование.



Рис. 1. Никольская надвратная церковь – первое помещение планетария, 1960-1968 гг.

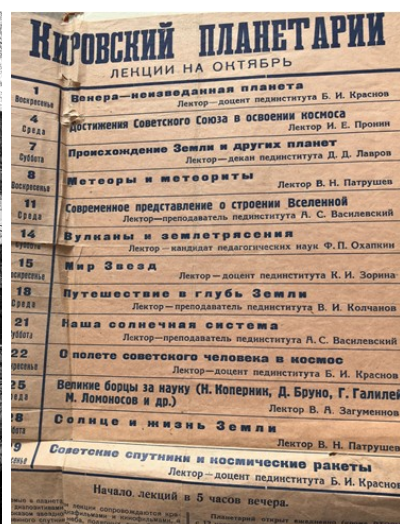


Рис. 2. Афиша на октябрь 1961 г.



Рис. 3. Газета «Кировская правда», октябрь, 1966 г. В статье рассказывается о «дне планетария» на Кировском текстильном комбинате

Планетарий с 1960 по 1968 годы. Кировский планетарий начал свою работу примерно за год до полёта первого человека в космос. В ноябре 1959 года по постановлению исполкома Кировского совета депутатов в здании Никольской надвратной церкви открывается Кировский планетарий. Директором назначен И.С. Пронина. 20 декабря 1960 года была прочитана первая лекция.

В те годы внештатными лекторами работали преподаватели КГПИ им. В.И. Ленина: кандидаты физико-математических наук Б.И. Краснов, В.Н. Бакулин, А.С. Василевский, кандидат педагогических наук Е.И. Ковязин, кандидаты географических наук В.И. Колчанов, Д.Д. Лавров, доцент К.И. Зорина, кандидат биологических наук Э.К. Леви. Также лекции

читал и кандидат педагогических наук, директор школы № 16 В.Н. Патрушев.

Планетарий с 1968 по 1993 годы. Летом 1968 года планетарий переезжает в здание архитектурного памятника XVIII века – церковь Иоанна Предтечи, расположенную в центре города (рис. 3). В 1969 году здесь установлен новый аппарат немецкой фирмы «Карл Цейс Йена» ZKP-1 (рис. 4). Лекции в то время читают штатные работники планетария Н.Н. Красовская, Н.К. Сладкова, В.В. Дровосекова, Л.Н. Усатова, Н.А. Буторова, Т.В. Юдина.

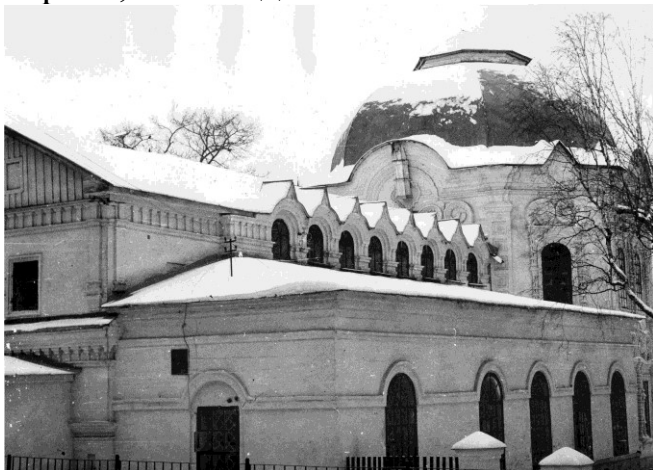


Рис. 3. Церковь Иоанна Предтечи, где планетарий работал в 1968-1993 гг.



Рис. 4. Аппарат ZKP-1

В 1970-х годах с приходом директора К.С. Елина планетарий стал одним из центров пропаганды естественно-научных и экологических знаний. Циклы лекций об астрономии и космонавтике вызывали интерес у посетителей. В планетарии выступали внучка К.Э. Циолковского В.В. Костина, конструктор первой советской экспериментальной двухступенчатой ракеты И.А. Меркулов, автор популярных книг по астрономии В.Н. Комаров, первый начальник Центра подготовки космонавтов генерал-майор Е.А. Карпов и другие интересные люди. В этот период сотрудники планетария активно выезжали с научно-популярными лекциями на предприятия г. Кирова, в детские образовательные учреждения, пионерские лагеря. Важной частью работы были поездки лекторов по области: «От Лузы до Малмыжа, от Кирса до Сорвижей...»

Многое для развития планетария сделала Н.К. Сладкова, руководившая им в 1978–1991 годы. В этот период Кировский планетарий был признан одним из лучших малых планетариев России.

Планетарий с 1993 года до наших дней. В начале 1990-х готов подул «ветер перемен», здание церкви Иоанна Предтечи вернули Вятской епархии. Нового помещения планетарию не предоставили. В это непростое время директором планетария стала Т.В. Жбанникова, и ей пришлось искать ответы на сложные вопросы: где найти другое помещение для пла-

нетария, как сохранить дорогостоящую аппаратуру и уникальный коллектив. В июле 1993 года планетарий переехал в среднюю школу № 27 г. Кирова, расположенную на улице Космонавта Владислава Волкова. Её директор Л.А. Горев создавал это учебное заведение как школу по интересам, ведь она строилась в большом новом микрорайоне города. Сначала лекции читали в кабинете, переоборудованном под лекционный зал. Параллельно в течение двух лет монтировали купол и аппаратуру, и вот, наконец, 12 апреля 1995 года впервые после переезда в актовом зале школы зажглись звезды планетария.

Статус планетария изменился: он вошёл в систему дополнительного образования. Но по-прежнему это было единственное научно-просветительное учреждение такой направленности в городе Кирове и Кировской области.

Сейчас планетарий является центром естественнонаучного образования школьников – работает с учащимися школы № 27 и сотрудничает с другими образовательными учреждениями. Разработаны циклы лекций для разных возрастных групп в урочное и внеурочное время. В соответствии с требованиями ФГОС организована внеурочная деятельность для учащихся начальных классов по общеинтеллектуальному направлению. Ребята на занятиях знакомятся с тайнами Земли и космоса. Под руководством увлечённых педагогов ребята, интересующиеся астрономией, работают над проектами, готовят доклады, с которыми выступают на школьных научных конференциях, молодёжных Циолковских чтениях, участвуют в других конкурсах. Незабываемыми оказались поездки на космодром Байконур: в марте 2015 года и в июле 2017 года. Эти поездки стали для ребят наградой за победу в конкурсах космической направленности.

В планетарии можно увидеть осколки метеоритов: Сихотэ-Алинского (упал 12 февраля 1947 г.), Челябинск (упал 15 февраля 2013 г.). Фрагмент Сихотэ-Алинского метеорита массой 7,072 кг нам передал в 2005 году. Комитет по метеоритам РАН. Фрагменты метеорита «Челябинск» были найдены и подарены энтузиастами челябинского клуба любителей астрономии «Апекс».

В планетарии всегда работали люди, увлечённые своим делом.

Здесь 49 лет трудилась В.В. Дровосекова (1968 по 2017 гг.), ветеран труда (рис. 5). Очень ответственно относилась к своей работе, тщательно прорабатывая каждую лекцию. Читала лекции о Земле, географических открытиях.

С 1987 года (уже 38 лет!) работает Т.В. Жбанникова (рис. 6). С 1990 по 2008 годы она была руководителем планетария. Заслуженной наградой за то, что в непростые годы ей удалось сохранить планетарий и перестроить его работу в новом здании и в новых условиях она награждена медалью Ордена «За заслуги перед Отечеством II степени». Сейчас она про-

должает работать методистом, уделяя большое внимание индивидуальной работе с учащимися. Её ученики выполняют проекты, получающие высокие оценки на конкурсах разного уровня.



Рис. 5. Дровосекова В.В. готовится к лекции, 2015 г.



Рис. 6. Жбанникова Т.В., Копосова Л.В., Кислицына М.А., 1 сентября 2019 г.



Рис. 7. Школьный музей космонавтики, 12 апреля 2018 г.

В 1998 году в планетарий на должность педагога дополнительного образования принята М.А. Кислицына. Сейчас она возглавляет планетарий.

В разные годы педагогами-организаторами работали В. Трапицына, Е.Н. Погудина, Е.В. Горшкова. С 2015 года совмещает должность педагога-организатора и методиста Л.В. Копосова. За работу сложной аппаратуры отвечает инженер планетария Н.В. Усатов, от него во многом зависит удачное проведение лекций.

Сегодня планетарий и центр астрономических наблюдений, и центр методической поддержки учителям. С 12 апреля 2018 года – это ещё и школьный музей космонавтики, который дополняет работу планетария. Основная его экспозиция посвящена космонавтам, чья жизнь связана с нашим городом: В.Н. Волкову, В.П. Савиных, А.А. Сереброву. На базе музея создан клуб из учащихся школ «Устремлённые к звёздам». Ребята активно помогают работникам планетария организовывать и проводить мероприятия, посвящённые космонавтам и космонавтике, сохранять память о выдающихся людях, собирать материалы для музея.

О формировании астрономических знаний в планетарии. Формирование астрономических знаний происходит поэтапно. Учащиеся 1–4-х классов приходят на занятия раз в неделю, где расширяют свои знания о Земле, космосе, родном крае. Учащиеся среднего и старшего звена участвуют в мероприятиях предметных недель и акций: Неделя физики (сентябрь), Всемирная неделя космоса (октябрь), Неделя памяти В.Н. Волкова (ноябрь), Международный день планетариев (март), Неделя космонавтики (апрель), Ночь музеев (май). Большое место в работе планетария занимают астрономические кружки, в которых ребята могут готовиться к серьёзным астрономическим олимпиадам.

Кировский планетарий – активный член Ассоциации планетариев России. До 2018 года в планетарии ежегодно проходило около тысячи мероприятий, его посещали 20–22 тыс. человек – жителей Кирова и Кировской области и других городов, а также студентов из Италии, Китая, США, Индии.

С 2018 году вместе с открытием Детского космического центра (ДКЦ) в нашем городе начали появляться и другие виды планетариев – мобильные, школьные (МБОУ СОШ с УИОП № 74). Коллектив учителей физики и астрономии М.А. Кислицына, М.А. Войнова, У.З. Тимофеева, Т.А. Сысоева, В.Ю. Агалакова, Е.Н. Дубовцева, И.Г. Шкурихина оказывают им активную помощь в создании учебных лекций.

Заключение. Несмотря на все трудности, отсутствие астрономии как школьного предмета, астрономическое образование в Кировской области продолжает развиваться, «жить». И весомый вклад в это вносит деятельность кировского планетария. Пожелаем ему дальнейшего развития и процветания в год его 65-летия.

Литература

1. Астрономия снова в школе. Кто её теперь преподаёт и как. – URL: ActivityEdu.ru.

II. МОДЕЛИ В МЕТОДИКЕ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ КАК НАУКЕ

Р. В. МАЙЕР

Глазовский инженерно-педагогический университет им. В.Г. Короленко

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ УМЕНИЯ РЕШАТЬ ФИЗИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ

Проанализирована динамика развития умения решать физические задачи по мере обучения в школе. Оценено количество физических задач, которые в принципе могут быть решены или поняты учеником на разных этапах изучения физики. Выделены следующие типы задач: одноформульные, двухформульные, трёхформульные и комплексные задачи.

Ключевые слова: дидактика, задача, обучение, понятие, физика, формула.

Одна из целей изучения физики заключается в развитии физического мышления, сущность которого состоит в порождении физических знаний и объяснении физических явлений на основе творческого отражения и преобразования учащимся окружающего мира. Традиционный и широко используемый способ развития физического мышления предусматривает решение специально подобранных задач различного уровня сложности [3]. Совокупность физических задач (ФЗ), решаемых школьником, зависит от освоенных им методов и может рассматриваться как одна из характеристик его физического мышления.

Умение решать ФЗ – важное познавательное-практическое умение, характеризующее интеллектуальный уровень развития школьника [1, 9]. Возникает вопрос: каковы закономерности формирования у школьника умения решать физические задачи при изучении физики в 7–11-х классах по стандартной школьной программе? Проанализируем и промоделируем процесс формирования навыка решения физических задач в школе. Для этого проведём контент-анализ школьного курса физики, выявим распределение формул и временную зависимость количества ФЗ, которые школьник может понять и решить.

Как известно, ФЗ – это ситуация, требующая от учащихся мыслительных и практических действий, применения законов и методов физики, приводящая к овладению физическими знаниями и развитию мышления [2]. Решение ФЗ состоит из трёх этапов: 1) анализ рассматриваемой ситуации, запись системы уравнений (формул), выражающих законы и определения физических величин; 2) осуществление алгебраических преобразований, решение в общем виде; 3) выполнение вычислений. Как правило, второй и третий этапы требуют применения общеизвестных математических методов, которым учат в 1–5-х классах: метода алгебраических пре-

образований и метода вычислений. Физическая часть решения задачи заключается в выполнении первого этапа.

Представим идеального ученика, полностью усваивающего сообщаемую ему учебную информацию. Допустим, что он занимается строго по школьным учебникам [4–8] (авторы: Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, Н.Н. Сотский, В.М. Чаругин; А.В. Перышкин, Е.М. Гутник), решая соответствующие ФЗ из стандартного задачника. Его умение решать ФЗ развивается по мере изучения соответствующих формул и правил, представленных в учебниках физики. Изучив тему «Статика», ученик овладевает методом решения задач по статике, изучив тему «Постоянный ток», он овладевает методом расчёта цепей постоянного тока. Поэтому методом будем называть универсальный способ решения задач, в которых анализируются явления, относящиеся к одной теме. Любой такой метод включает в себя составляющие (подметоды), заключающиеся в применении конкретной формулы или какой-то последовательности интеллектуальных действий (например, правила Ленца). Так, метод решения задач по геометрической оптике состоит из подметодов, предполагающих использование: 1) закона отражения; 2) закона преломления; 3) формулы тонкой линзы; 4) формулы для расчёта увеличения $\Gamma = H/h$; 5) способов построения хода лучей в линзе. Ситуация осложняется тем, что не любые два метода сочетаются друг с другом. Например, не существует школьных задач, решение которых требует одновременного применения законов динамики и волновой оптики.

Анализ учебников физики [4–8] показал, что школьники изучают методы решения задач по: 1) кинематике; 2) динамике; 3) теме «Импульс и его сохранение»; 4) теме «Работа, энергия, мощность»; 5) статике; 6) молекулярно-кинетической теории; 7) термодинамике; 8) электростатике; 9) теме «Постоянный ток»; 10) теме «Магнитное поле»; 11) механическим колебаниям; 12) электрическим колебаниям; 13) волновому движению; 14) геометрической оптике; 15) волновой оптике; 16) частной теории относительности; 17) квантовой физике; 18) ядерным реакциям; 19) астрономии. Эти методы частично совпадают с темами школьного курса физики.

Решение ФЗ предполагает использование математических методов, применение которых часто связано с трудностями. Именно сложность математических рассуждений является фактором, ограничивающим число решаемых задач. Например, в задачах по теме «Ядерные реакции» используется формула $N(t) = N_0 2^{-t/T}$, то есть ученики должны уметь возводить число в нецелую степень, логарифмировать и т. д. Для решения ФЗ на преломление света необходимо вычислять синус и арксинус угла. В некоторых задачах на механические колебания требуется вычислять синус и косинус, брать производные и т. д.

Из анализа школьных задачников следует, что для решения ФЗ применяются следующие математические методы: 1) использование формул элементарной геометрии: $L = 2\pi R$, $S = \pi R^2$, $V = abc$ и т. д.; 2) сложение и вычитание векторов, проецирование векторных уравнений на оси координат; 3) решение системы уравнений; 4) решение квадратного уравнения; 5) применение теоремы Пифагора, теоремы косинусов, теоремы подобия и других теорем геометрии; 6) использование тригонометрических формул; 7) сложные алгебраические преобразования и вычисления со степенями, корнями, логарифмами и т. д.; 8) нахождение производных. Кроме того, при решении каждой ФЗ ученик использует такие методы, как: чтение, письмо, рисование, осуществление элементарных математических преобразований и вычислений. Они формируются в 1–5-х классах, и нами учитываться не будут.

Каждой основной формуле из учебника физики фактически соответствует **новый подметод**, позволяющий решить некоторое множество качественных и количественных задач. Например, используя один закон Ома $I = U/R$, можно решить разные задачи на нахождение силы тока I , напряжения U , сопротивления R , отличающиеся друг от друга лишь алгебраическими преобразованиями. В дальнейшем всю совокупность задач, в которых используется лишь одна формула $I = U/R$, будем называть обобщённой одноформульной Физической Задачей №1 (1ФЗ №1). Другая совокупность задач, решаемых с помощью одной формулы $Q = I^2 R t$, будет называться обобщённой одноформульной Физической Задачей №2 (1ФЗ №2). Решение некоторых задач требует совместного использования двух (трёх) формул из одной темы, их обозначим через 2ФЗ (3ФЗ) и назовём обобщёнными двух- (трёх-) формульными задачами.

Некоторые задачи объединяют в себе две независимые задачи типа 1ФЗ; при этом ученик получает два ответа путём независимого применения двух формул к входным данным. Например, найдите импульс и кинетическую энергию тела массой 100 г, движущегося со скоростью 0,7 м/с. Эта задача не относится к 2ФЗ. Двух- или трёхформульные задачи решаются путём совместного применения двух или трёх подметодов (например, совместного решения двух уравнений). Пример условия задачи типа 2ФЗ: Импульс тела массой 100 г равен 0,08 кг · м/с. Чему равна его кинетическая энергия? Задача решается путём подстановки одной формулы в

другую: $p = mv$, $v = \frac{p}{m}$, $K = \frac{mv^2}{2} = \frac{p^2}{2m}$.

В сознании ученика совокупность физических формул и решаемых задач опирается на систему понятий. Одно понятие может входить в несколько формул, каждой из которых соответствует одна задача типа 1ФЗ. Двухформульные задачи могут быть сведены к двум соответствующим

одноформульным задачам, а трёхформульные – к двум задачам 2ФЗ и 1ФЗ или к трём задачам 1ФЗ. Вместе с ними на уроках анализируются двух- и трёхформульные задачи 2ФМЗ и 3ФМЗ, решение которых требует применения не только физических, но и математических формул. Также учитель решает комплексные задачи КФЗ, требующие использования различных методов (то есть знаний из различных тем).

В 7–9-х классах учитель обучает отдельным методам, решая задачи типа 1ФЗ, 2ФЗ, 2ФМЗ, 3ФЗ и 3ФМЗ с формулами, относящимися к одной теме; задачи типа КФЗ слишком сложны, на них не хватает времени. В 10-х и 11-х классах после рассмотрения задач типа 2ФЗ, 2ФМЗ, 3ФЗ и 3ФМЗ по текущей теме учитель может перейти к решению комплексных задач. Если ученик освоил задачи типа 1ФЗ, 2ФЗ и 2ФМЗ, то задачи 3ФЗ, 3ФМЗ и КФЗ находятся в зоне его ближайшего развития и могут быть поняты без особого труда. Общее количество N ФЗ, решаемых идеальным учеником, характеризует его знания, распределение учебного материала и применяемую методику обучения. При решении двух-, трёхформульных и комплексных ФЗ происходит изменение структуры физического мышления, школьники учатся анализировать сложные физические ситуации, выделять различные явления и из большой совокупности формул выбирать те, которые позволяют решить конкретную задачу.

С целью изучения динамики формирования у школьников умения решать ФЗ был проведён контент-анализ учебников физики [4–8]. В результате получился список формул с указанием класса и номера параграфа. Анализируя школьные задачки, удалось установить количество задач типа 1ФЗ, 2ФЗ, 2ФМЗ, 3ФЗ, 3ФМЗ, которые в принципе могут быть решены в данном параграфе p с помощью текущей и предыдущих формул и правил, относящихся к соответствующей теме (табл. 1). Также определено число задач типа КФЗ, решаемых разными методами (с помощью формул из текущей и предыдущих тем). При этом учитывалось, что при изучении физики в 7–9-х классах учитель решает только задачи типа 1ФЗ, 2ФЗ, 2ФМЗ, 3ФЗ и 3ФМЗ, а в 10-х и 11-х классах, когда математическая подготовка учеников достигла высокого уровня, учитель также рассматривает комплексные физические задачи КФЗ, относящиеся к различным темам, которые были изучены раньше.

Исходя из первичных таблиц типа табл. 1, в Excel были созданы таблицы, в которых перечислены номера параграфов (1 строка) и указаны количества задач типа 1ФЗ (равных числу изучаемых формул), 2ФЗ и 2ФМЗ, 3ФЗ и 3ФМЗ, КФЗ, полученные суммированием с накоплением (табл. 2). Последние две строчки соответствуют общему числу S_1 задач 1ФЗ, 2ФЗ и 2ФМЗ, а также количеству S_2 задач 3ФЗ, 3ФМЗ и КФЗ. Задачи типа 2ФЗ требуют использования двух физических формул (подметодов); задачи

2ФМЗ – физической и математической формул, задачи 3ФМЗ – трёх формул, хотя бы одна из которых физическая, а другая – математическая.

Таблица 1. Результаты анализа школьных учебников по физике

Класс	p	ПОДМЕТОДЫ	1ФЗ	2ФЗ	2ФМЗ	3ФЗ + 3ФМЗ	КФЗ
...	...	...	...	...	...	...	...
Метод «Решение задач по динамике» (10-й класс)							
10	24	$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n$	1	0	1	0	0
10	25	$m\vec{a} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n$	1	0	2	0	2
10	26	$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$	1	1	0	1	0
10	31	$\vec{F} = m\vec{g}$, $F = GmM / r^2$	1	1	1	1	0
10	35	$F_x = -kx$	1	2	1	1	1
10	37	$F_{mp} = \mu N$	1	2	1	1	1
10	38	$F_c = k_1 v$, $F_c = k_2 v^2$	1	1	1	0	0
10	...	...	...	...	...	...	...

Таблица 2. Количество различных типов обобщённых задач (10-й класс)

параграф	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	...	120	121	122	123
1ФЗ	64	64	64	64	64	64	64	65	65	66	67	67	...	137	137	137	137
2ФЗ+2ФМЗ	92	92	92	92	92	92	92	92	92	94	96	96	...	196	196	196	196
3ФЗ+3ФМЗ	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	65	65	...	108	108	108	108
КФЗ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	25	25	25	25
S ₁	156	156	156	156	156	156	156	157	157	160	163	163	...	333	333	333	333
S ₂	220	220	220	220	220	220	220	221	221	224	228	228	...	466	466	466	466

На основе полученных таблиц были построены графики, показывающие увеличение числа физических задач, которые в принципе могут быть решены и поняты в 7–9-х классах (рис. 1) и в 10–11-х классах (рис. 2). Они фактически моделируют процесс формирования у школьников умения решать физические задачи, хотя получены иным способом, чем графики в статье [10]. По горизонтали откладывается номер параграфа p (от 1 до 458). Кривая 1 соответствует количеству изученных формул, равному числу N задач типа 1ФЗ. График 2 показывает, как изменяется количество задач типа 1ФЗ, 2ФЗ и 2ФМЗ, а график 3 отвечает суммарному числу задач типа 1ФЗ, 2ФЗ, 2ФМЗ, 3ФЗ, 3ФМЗ и КФЗ. Видно, что развитие умения решать ФЗ происходит неравномерно; например, в конце 10-го класса при изучении темы «Постоянный ток» число задач, решаемых идеальным учеником, резко увеличивается (показано стрелкой). К концу 7-го класса общее число задач 1ФЗ, 2ФЗ, 2ФМЗ, 3ФЗ и 3ФМЗ увеличивается от 0 до 53; в 8-м классе оно возрастает в 2,74 раза до 145; в 9-м классе возрастает в 1,6 раз, достигая 232. В 10-м классе добавляются КФЗ; общее число решаемых ФЗ возрастает в 2,06 раз, достигая 478; в 11-м классе возрастает в

1,29 раз, достигая 616. Так как в каждом классе учебный год длится около 9 месяцев, то среднее увеличение числа задач N в 7-м классе составляет 5,89 задач/месяц, в 8-м классе – 10,2 задач/месяц, в 9-м классе – 9,67 задач/месяц, в 10-м классе – 27,3 задач/месяц, в 11-м классе – 15,3 задач/месяц.

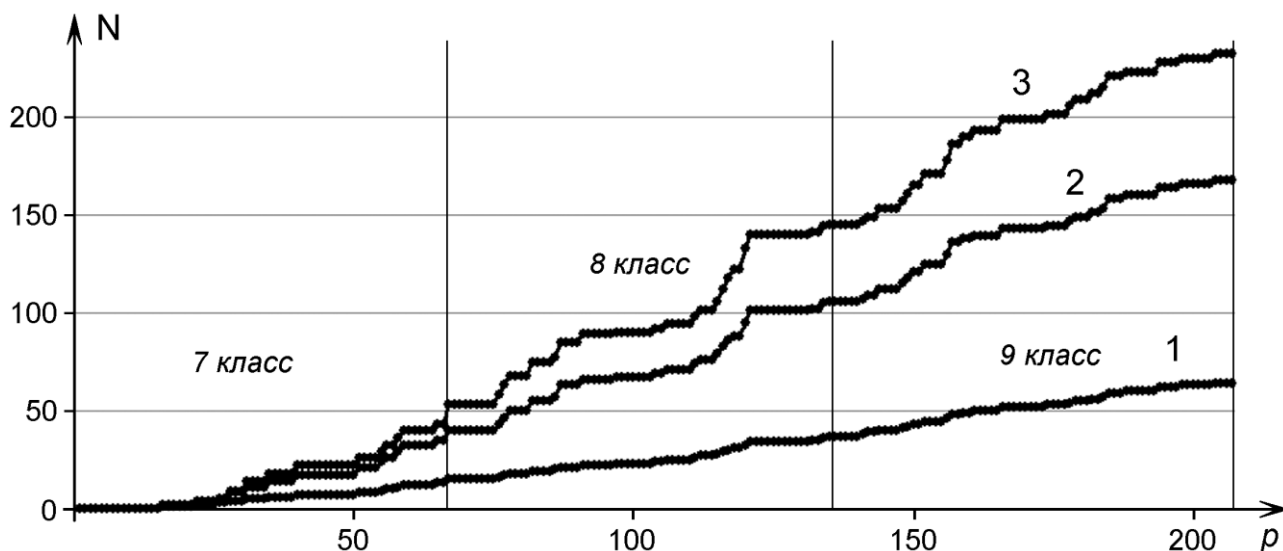


Рис. 1. Изменение числа решаемых задач с течением времени (7–9-й кл.)

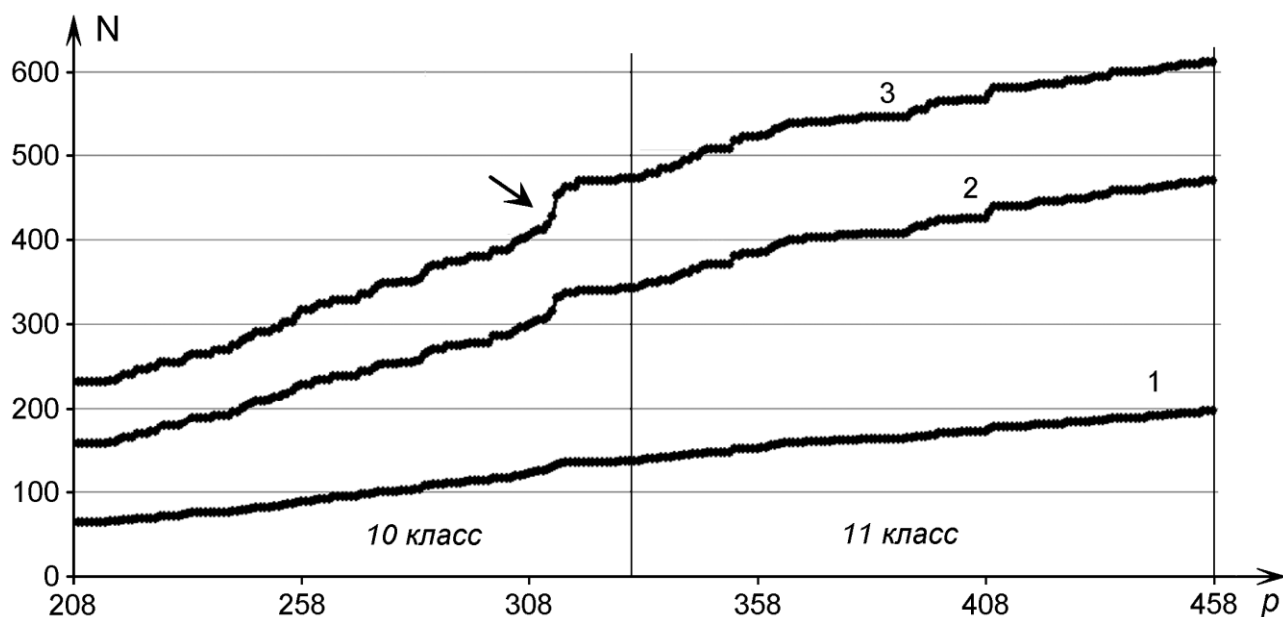


Рис. 2. Изменение числа решаемых задач с течением времени (10–11-й кл.)

Из графиков видно, что по мере изучения физики успевающий школьник: 1) учится на качественном уровне объяснять физические явления, используя физические понятия и законы; 2) овладевает знаниями о методах измерения физических величин; 3) изучает математические соотношения (формулы) и иные правила (например, правило левой руки), связывающие физические величины; 4) приобретает умение решать одноформульные задачи, получая числовой ответ; 6) развивает умение решать двух- и трёхформульные задачи; 7) формирует умение решать комплекс-

ные задачи на применение законов из разных разделов физики, получая числовой результат. Некоторые из этих составляющих процесса формирования умения решать ФЗ происходят одновременно и параллельно друг другу. Установлено, что к концу 11-го класса успешный ученик способен решить (понять) около 200 одноформульных задач, 275 двухформульных задач и 145 трёхформульных и комплексных задач, в которых физические формулы сочетаются всеми возможными способами.

Литература

1. Балл Г.А. Теория учебных задач: психолого-педагогический аспект. – М.: Педагогика, 1990. – 184 с.
2. Бухарова Г.Д. Основные понятия теории решения задач и теории обучения решению задач // Образование и наука. 2011. – № 3 (82). – С. 44-58.
3. Майер Р.В. Сложность учебных понятий и текстов: монография. – Глазов: ГИПУ, 2024. – 132 с. ISBN 978-5-93008-418-4
4. Мякишев Г.Я. и др. Физика. 10-й класс: учеб. для общеобразоват. организаций: базовый уровень / Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, Н.Н. Сотский. – М.: Просвещение, 2016. – 416 с.
5. Мякишев Г.Я. и др. Физика. 11-й класс: учеб для общеобразоват. организаций: базовый и углубл. уровни / Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, В.М. Чаругин. – М.: Просвещение, 2019. – 445 с.
6. Перышкин А.В. Физика. 7-й класс: учебник для общеобразоват. учреждений. – М.: Дрофа, 2013. – 221 с.
7. Перышкин А.В. Физика. 8-й класс: учебник для общеобразоват. учреждений. – М.: Дрофа, 2013. – 237 с.
8. Перышкин А.В., Гутник Е.М. Физика. 9-й класс: учебник для общеобразоват. учреждений. – М.: Дрофа, 2014. – 319 с.
9. Фридман Л.М. Логико-психологический анализ школьных физических задач. – М.: Педагогика, 1977. – 208 с.
10. Mayer R.V. Computer-Assisted Simulation Methods of Learning Process // European Journal of Contemporary Education. – 2015. – Vol. 13. – Is. 3. – Pp. 198-212. – DOI: 10.13187/ejced.2015.13.198

П. Я. КАНТОР

Вятский государственный университет

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА В АСПЕКТЕ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА К МОДЕЛИРОВАНИЮ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Рассматриваются образовательные роли теоретической физики как учебной дисциплины в процессе подготовки учителей физики.

Ключевые слова: теоретическая физика, системный подход, школьный учебник.

Настоящая статья носит характер скорее методологического эссе, чем научного исследования, хотя в такой тонкой области деятельности как педагогика различие между тем и другим всегда неочевидно.

На формирование мировоззрения (личности) ученика могут оказывать существенное влияние следующие факторы: семья, условная «улица», интернет, школа. Однозначно ранжировать их по силе воздействия, по видимому, не получится. Но четвёртый фактор в подавляющем большинстве случаев в этом ряду не будет первым. Отсюда следует, что в реальности складывается так, что первичная функция школы – это обучение. И тогда приоритетная задача высшей школы – подготовка учителя-предметника. Разумеется, чисто педагогическая подготовка также необходима, будущий учитель обязан овладеть навыками воспитательной работы.

В противоречии с вышеприведённым очевидным тезисом находится состоявшееся несколько лет назад решение руководства одного из кировских вузов об объединении всех педагогических специальностей в рамках так называемого педагогического института. Предполагаемые выгоды такого решения оказались перекрытыми заметным ущербом в качестве образования студентов. Отсутствие системного подхода не позволило спрогнозировать последствия принятых решений.

Мы определённо констатируем, что так называемые «инновации» в педагогике чаще всего приносят больше вреда, чем пользы. Если вспомнить недавнюю историю, то в этом смысле примечательно последнее десятилетие XX века. Одно время с подачи В.Ф. Шаталова стало популярным использование опорных сигналов или опорных конспектов. То есть давно известная методика обучения детей с лёгкой степенью олигофрении была распространена на учеников, уровень интеллекта которых находится в пределах общепринятой нормы. Со временем стало понятно, что такая методика носит крайне ограниченный характер. Благодаря своему незаурядному педагогическому таланту В.Ф. Шаталов безусловно добивался прекрасных результатов, однако метод опорных конспектов, вырванный из шаталовской системы, оказался малозначимым, и сегодня им уже мало кто пользуется. Следует помнить, что любой образовательный процесс представляет собой систему, состоящую из множества взаимосвязанных компонентов. Так, шаталовская система, получившая наименование педагогики сотрудничества, содержит метод опорных конспектов лишь в качестве одного, причём не очень существенного, компонента.

С точки зрения системного подхода вызывает очень большие сомнения проведение так называемых педагогических экспериментов, как в рамках выпускной квалификационной работы, так и при изготовлении кандидатских и докторских диссертаций. Хотя термин «система», как правило, в соответствующих текстах присутствует, но системный подход сплошь и рядом игнорируется. Из системы выхватывается очень небольшое число аспектов, представляющих по мнению автора педагогическую новацию, и результат педагогического эксперимента, разумеется, оказывается положительным. (Правда, следует признать, что во многих смыслах

нельзя уравнивать дидактические исследования и естественно-научные исследования.)

С вышеуказанными обстоятельствами связан ещё один спорный аспект. С некоторых пор в педагогической литературе фигурирует понятие «педагогические технологии», под которыми обычно понимаются некоторые действия, со стопроцентной гарантией приводящие к требуемому результату. На наш взгляд, в этом аспекте теоретики от педагогики выдают желаемое за действительное: таких «технологий» просто не существует. Перенесение производственно-технической категории на педагогику абсурдно и бессмысленно.

Возвратимся к заглавной теме. В принципе, и тому имеются конкретные примеры, вчерашний школьник, если он понимал большую часть того, что написано в учебнике, вполне способен выполнять функции учителя. Возможен также и другой вариант, практикуемый также и некоторыми учителями истории, который сводится к тому, что учитель зубрит наизусть содержимое учебника и далее излагает его ученикам, может быть, не вполне понимая то, о чём говорит. В обоих вариантах сформировать адекватную «физическую картину мира» у обучающихся не получится. И здесь надо иметь в виду, что, во-первых, физика (в отличие от математики) – наука принципиально неточная. В том смысле, что ни одна реальная задача не решается точно, ибо используется та или иная модель, игнорирующая массу сопутствующих обстоятельств. И, во-вторых, фигурирующие в физике закономерности достаточно чётко делятся на фундаментальные законы, точные в границах их применимости, и эмпирические закономерности, которые соблюдаются лишь приближённо для весьма ограниченного множества объектов и условий. К первым относятся, например, три закона Ньютона, уравнения Максвелла, принцип неопределённости Гейзенберга, уравнение Шрёдингера; примеры вторых – законы Гука, Ома, вязкого трения Ньютона. При этом возможны ситуации менее определённые. Характерный пример – термодинамика, в которой основные законы («начала») имеют до пяти формулировок, значительно различающихся между собой во многих аспектах.

Подчеркнём ещё раз: вообще говоря, выпускник средней школы, освоивший школьный курс физики, вполне способен транслировать своё понимание следующим поколениям учащихся. Но не более того. Учитель так или иначе ориентируется на некоторый конкретный учебник, тогда как идеальных учебников нет и быть не может. Критиковать авторов, разумеется, легче, чем создать что-то своё, но всё-таки приведём несколько примеров. Так, в огромном количестве пособий второй закон Ньютона записывается в виде $F = ma$, что формально правильно, но весьма неудачно, поскольку возникает вопрос: и что с этой формулой дальше делать? Тем более, что в большинстве содержательных школьных задач на тело одно-

временно действуют несколько сил. Из одного пособия в другое кочует формулировка третьего закона Ньютона типа «Действие равно противодействию», представляющая собой якобы перевод на русский латинской фразы «*Actioni contrariam semper et aequalem esse reactionem*». Однако фигурирующая здесь *reactionem* представляет собой отнюдь не противодействие, а скорее ответное действие. Что понимается далеко не всеми. В одном из учебников для углублённого изучения физики, в целом неплохом, релятивистские соотношения получаются с помощью так называемой релятивистской массы, зависящей от скорости, бессмысленность и даже некоторая вредоносность, которой давно обоснована С.Г. Адлер, Л.Б. Окунем и др. Невозможно понять одностороннюю проводимость p-n-перехода (на которой работает практически вся современная электроника), не обращаясь к некоторым квантовым закономерностям, свойственным движению электронов в полупроводниковых кристаллах, а в наиболее популярных школьных учебниках об этом ни слова не сказано. Могут возникать проблемы с понятием «теплота» или «количество теплоты», по-разному трактуемым в учебниках для 8-х и 10-х классов. Подобные примеры можно продолжить. Без освоения курса теоретической физики в подобных ситуациях могут возникнуть большие проблемы, как у учителя, так и у его учеников.

Теоретическая физика как таковая, а также соответствующая учебная дисциплина строятся по принципу «от общего к частному». Иными словами, за основу берётся система из трёх или четырёх уравнений, выражающих фундаментальные физические законы, и получаются решения этих уравнений для тех или иных частных случаев [1].

Подводя промежуточный итог, констатируем: настоящий учитель физики должен разбираться в вышеуказанных обстоятельствах. Условно говоря, не обязательно помнить наизусть уравнения Максвелла – важно знать, что таковые существуют и носят универсальный характер. Если речь идёт о выпускнике школы, дальнейшая учёба или деятельность которого так или иначе будет связана с физикой, то очень желательно, чтобы в школе он общался именно с таким профессиональным учителем. Изучать теоретическую физику студенту педагогической специальности необходимо, и чем лучше он будет её понимать, тем меньше проблем у него будет с методикой.

Нет смысла комментировать новые, а по существу возродившиеся и глубоко обскурантические веяния в высшем образовании, насаждаемые некоторыми из «особо одарённых» руководителей. Вроде того, что будущих инженеров нужно учить только тому разделу физики, который имеет непосредственное отношение к их конкретной специальности. Или такие соображения, что нет смысла учить высшей математике будущих учителей, поскольку в школьном курсе она практически отсутствует. Мы будем

рассуждать о месте теоретической физики в подготовке будущих учителей. И не только.

Общеизвестно, что достаточно чёткое разделение профессиональных физиков на теоретиков и экспериментаторов произошло ещё в XIX веке. Теоретик анализирует известные из огромного количества экспериментов закономерности и обнаруживает, что они сводятся к очень небольшому числу фундаментальных законов, из которых могут следовать новые, доселе неизвестные физические явления. В XX веке диспозиция несколько поменялась. Условно говоря, теоретик предсказывает существование бозона Хиггса, а экспериментатор строит установку, в которой создаются условия для возникновения этого самого бозона (в данном случае – Большой адронный коллайдер), работает на ней и исследует характеристики бозона, предсказанные ранее теоретиком.

Но какое отношение всё это имеет к школьной физике? Важно понимать, что физика представляет собой стройную систему, отдельные элементы которой взаимосвязаны и взаимообусловлены, а не только набор формул из кодификатора ЕГЭ. Такое понимание обеспечивается в первую очередь изучением курсов теоретической физики. Учитель физики может не помнить всех нюансов уравнений Максвелла или уравнения Шрёдингера. Но он обязан знать, что такие уравнения существуют; знать, к какой предметной области они относятся, как соотносятся друг с другом, какие имеют границы применимости. Всё это в совокупности принято называть физическим стилем мышления. И формируется этот стиль в подавляющем большинстве случаев при взаимодействии учителя с учеником, передаваясь от поколения к поколению. В этом аспекте корректнее будет говорить о наставнике, ибо для изучения физики учитель по большому счёту необязателен – можно научиться и по книгам. А вот проникнуться, что называется, духом физической науки по книгам, без общения с наставником, скорее всего не получится [2].

Мы никоим образом не сомневаемся в необходимости целенаправленной подготовки учителей физики в рамках вузовских педагогических специальностей. Но не получится из студента – вчерашнего школьника, поступившего на физическую специальность «по остаточному принципу», – нормального учителя, если он толком не освоил физику ещё в школе и хотя бы в каком-то приближении курс теоретической физики в вузе. Иначе получается порочный круг, который должен быть разорван. Иначе отечественную науку ждёт тотальная деградация, первые признаки которой, к сожалению, уже наблюдаются. Так, в 2019 году Роспатентом был выдан патент за № 2729308 на изобретение вечного двигателя, что говорит само за себя. Никто не гарантирует, что повышение внимания к изучению физики, и в частности, теоретической, позволит избежать подобных казусов, но без этого их количество, безусловно, будет только увеличиваться.

Литература

1. Мултановский В.В. Физические взаимодействия и картина мира в школьном курсе. – М.: Просвещение, 1977. – 168 с.
2. О физическом образовании в Кировской области (к 100-летию становления в Кировском пединституте) / под ред. Ю.А. Саурова. – Киров: ООО «Издательство «Радуга-ПРЕСС», 2025. – 254 с.

Ю. В. ИВАНОВ

Физико-математический лицей г. Глазова

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ МЕТОДИКИ ФОРМИРОВАНИЯ МИРОПОНИМАНИЯ В ПОСТНЕКЛАССИЧЕСКОЙ ДИДАКТИКЕ ФИЗИКИ

В работе рассматривается проблема формирования миропонимания при изучении физики. Приведены возможные варианты решения этой проблемы на основе подходов постнеклассического этапа развития наук.

Ключевые слова: методология науки, модели, моделирование, миропонимание.

Постнеклассический этап развития наук определяет направления эволюции, в том числе и дидактики. В этой связи понимание процесса обучения не может не рассматривать внутренних установок субъектов процесса обучения – ученика и учителя. Развитие методики обучения физике на новом этапе должно учитывать и современные достижения физической науки, эпистемологии, нейрофизиологии, социологии.

В программных работах профессора Ю.А. Саурова [1–4] обозначены концептуальные положения модернизации физического образования на современном его этапе развития. Одной из ключевых идей является акцент внимания системы обучения на формирование *миропонимания*, как одной из центральных целей обучения физике, без достижения которой целостное формирование мировоззрения личности учащегося не может быть достигнуто.

Надо признать, что современная система физического образования позволяет более-менее эффективно формировать у школьников *мирознание* – системы физических знаний и специфических умений, связанных с применением этих знаний к решению задач. Формирование миропонимания у школьника невозможно без усвоения им системы физических знаний. Однако одних только знаний недостаточно. Здесь можно провести аналогию с изучением иностранных языков: большой словарный запас и умение читать тексты не является гарантией понимания носителя языка или поддержания беседы с ним. В этом случае знание иностранного языка для человека становится неполным, не позволяет пользоваться им в полной мере, что в конечном счёте приводит к его забыванию. С изучением физики происходит то же самое.

Для построения методики формирования миропонимания важно обозначить вопросы, ответы на которые позволят определить направления дальнейшей модернизации методики обучения физики.

1. Миропонимание какой реальности происходит в процессе обучения физике?

2. Через какие механизмы должно достигаться школьником миропонимание?

3. Каковы критерии, позволяющие судить об эффективности процесса формирования миропонимания?

4. Какова роль воображения в миропонимании?

5. Что влияет на выбор школьником той или иной модели мира?

6. Какова природа познавательного мотива?

Следует отметить, что постановка этих вопросов не нова. Эти и другие вопросы, связанные с процессом формирования миропонимания обсуждаются в работе [1]. Вместе с тем, объективная сложность обозначаемых в вопросах проблем, не позволяет дать на них однозначные ответы. Опираясь на современные достижения науки, приведём контуры возможных ответов на эти вопросы.

Изучение природы реальности со времён древнегреческих натурфилософов продолжается и в наше время. Соотношения между объективной реальностью, эмпирической реальностью, физической реальностью до сих пор определяются в исследованиях философов, физиков, психологов, нейрофизиологов.

В своей работе [5] психолог Д. Хоффман доказывает, что эволюция приспособила наши чувства, наше восприятие скрывать сложность объективного мира. Этот защитный механизм психики скрывает объективную реальность, но позволяет нам приспособливаться к этому миру. При этом эволюция дала нам интерфейс, позволяющий реконструировать реальность. По мнению этого психолога, мы, наше сознание, находятся в реконструированной реальности.

Этих же воззрений придерживается психофизиолог А.Я. Каплан, заведующий лабораторией нейрофизиологии и нейрокомпьютерных интерфейсов МГУ. Проводимые под его руководством исследования показывают наличие в нашем сознании динамической ментальной модели внешнего мира вещей и явлений, построенной нашим мозгом [6, 7]. Эта модель «в областях практической деятельности человека может быть намного богаче реального мира». При этом «цельность нашей психики создаёт иллюзию второй реальности» [7].

В рамках концепции динамических моделей можно объяснить наличие актуального познавательного мотива у человека. Их свойством является «субъективно ощущаемая когнитивная задолженность, как переживание неполного знания, незавершённого образа или действия». Это, по

мнению А. Каплана, «естественным образом подталкивает человека к поиску нового опыта, определяемого уже высокоуровневой потребностью к завершённости знания, а фактически – к более детальному описанию реального мира в ментальной модели вне пределов биологической адаптации».

В нейрофизиологии известен феномен центральной нервной системы, заключающийся в том, что человек стоящий прямо, находится в состоянии поиска равновесия (постурального баланса) [8]. Это свойство нервной системы, в частности, используют в реабилитационной медицине. В этом контексте можно говорить, что человек находится в состоянии поиска (уточнения) реальности. И в этом можно искать основу поддержания познавательного мотива.

Для определения контуров модели реальности, которая формируется у школьников, необходимо обозначить факторы, определяющей эффективность этого процесса. В своей работе А. Щюц [9, с. 401], говоря о множественности реальностей, указывает, что «реально всё, что возбуждает и стимулирует наш интерес». Эмоциональное отношение к реальности в настоящее время имеет вполне естественно-научное обоснование. Открытый относительно недавно ген, называемый CREB-активатор, стимулирует формирование новых связей между нейронами. Благодаря ему сильные эмоции способны активировать формирование нейронных связей, в результате чего «эмоционально заряженные воспоминания бывают такими живыми и сохраняются десятилетиями» [10, с. 171-172].

Положительный эмоциональный фон, формируемый у учащихся в процессе миропонимания, будет способствовать закреплению физической картины мира. Этого можно добиться, только если ученик ощущает, что он успешен в этом мире.

Успешность, как фактор принятия учеником той, или иной картины мира, позволяет понимать причины трудностей при изучении физики. Учебная деятельность формирует у ученика своеобразную «образовательную реальность». Эта реальность в первую очередь построена на средствах описания объективной реальности, на знаках. Этот мир легче усваивать: математические символы компактны и логичны, в отличие от объектов чувственного опыта. Ученику проще «жить» в мире материальных точек, сил, идеальных условий задач, приводящих к единственному ответу. В этом мире ученик успешен. А раз так, то этот «дидактический мир» для него становится более реальным, чем объективный мир. В этом «дидактическом мире» объекты, изучаемые в эксперименте, становятся чуждыми.

Усилению эффекта принятия «образовательной реальности» способствуют современные формы контроля знаний: ВПР, ОГЭ, ЕГЭ. Система школьного физического образования подталкивает к тому, что учащиеся в процессе обучения приспособляются к той реальности, в которой они

наиболее успешны. Это вполне укладывается в рамках концепции глобального эволюционизма в понимании социальных процессов. Надо честно признать, что реальность, формируемая современными процедурами и средствами контроля, не связана с миропониманием. Поэтому миропонимание отторгается, как ненужный элемент.

Концепция успешности позволяет объяснить и то, почему вместо «образовательной реальности» школьники с большей радостью принимают «виртуальную реальность» компьютерных игр. В этом мире они ещё более успешны.

Таким образом, если исходить из установки, что ученик находится в состоянии поиска (уточнения) реальности, моделирования реальности, то содержание образования и используемые методы обучения должны обеспечивать высокий положительный эмоциональный фон успешности в процесс формирования миропонимания. Тогда этот процесс будет идти эффективно.

Постнеклассический этап развития методики физики характерен всё большей интеграцией методов научного познания и методов обучения. Этому способствовало успешная эволюция методики использования методов научного познания в процессе обучения, развиваемой на предыдущем этапе школой академика В.Г. Разумовского. Методика физики, как и другие отрасли методического знания, должна рассматриваться скорее не только как часть педагогики, но и как часть эпистемологии.

А. Эйнштейн в своей статье «О науке» писал: «Воображение важнее, чем знания. Знания ограничены, тогда как воображение охватывает целый мир, стимулируя прогресс, порождая эволюцию. Строго говоря, воображение – это реальный фактор в научном исследовании» [11, с. 142]. Таким образом, воображение, являясь одним из методов научного познания, должно рассматриваться и как метод обучения, способствующий формированию миропонимания. Без воображения сложно представить мыслимую часть реальности, для которой у нас нет чувственного опыта.

Воображение также является важной частью механизма, обеспечивающего формирование адекватных моделей реальности. Объективная реальность определяется и моделируется через взаимодействие с ней. И здесь цикл научного познания «*Факты–Модель–Следствия–Эксперимент*» становится дидактической схемой, позволяющей построить правильный процесс миропонимания. Если преобразование объективной реальности, осуществляемое на основе модельных представлений (гипотез) о ней, приводит к подтверждаемым в чувственном опыте результатам, то это обеспечит уверенность учащимся в правильности миропонимания. Наиболее эффективными дидактическими инструментами такого экспериментирования с моделями реальности являются творческие проекты, физические турниры, решение кейсов с физическим содержанием.

Так, например, при выполнении проекта на первом этапе учитель формирует у ученика образ будущего результата. В совместной работе определяются контуры проекта, обсуждаются идеи, чертежи, функционал будущего продукта на основе модельных представлений о нём. На последнем этапе происходит воплощение в реальности спроектированного продукта, исследование его свойств и параметров. Соответствие проектируемого образа и реального продукта связывают модель и реальность. Такая связка представлений о реальности и самой реальности должна обеспечивать учащемуся возможность получения субъективных знаний в ходе процесса познания. Такое получение знаний будет являться самым ярким критерием эффективности процесса формирования миропонимания.

В заключение следует отметить, что поставленные выше вопросы не перекрывают всю проблематику процесса формирования миропонимания при изучении физики. Более того, формирование правильного миропонимания нельзя рассматривать как самоцель. Главной же целью следует считать повышение эффективности процесса обучения физике. Накопленный методический опыт, новое понимание процессов усвоения знаний, позволяют сделать качественный скачок в эволюции методики обучения физике.

Литература

1. Сауров Ю.А. Вопросы содержания, методов и приёмов формирования физического миропонимания // Физика в школе. – 2021. – № 5. – С. 20-29.
2. Сауров Ю.А. Построение постнеклассической методики обучения физике: методологический и методический синтез: монография. – Киров: ООО «Издательство «Радуга-ПРЕСС», 2022. – 212 с.
3. Сауров Ю.А. Фундаментальные ценности современного школьного физического образования // Педагогика. – 2025. – Том 89. – № 4. – С. 5-12.
4. Сауров Ю. А. О дидактическом принципе различения реальности и описаний в обучении // Педагогика. – 2025. – Том 88. – № 5. – С. 17-25.
5. Хоффман Д. Как нас обманывают органы чувств. – М.: ООО Издательство «АСТ». – 316 с.
6. Каплан А.Я. Тайны мозга. – М.: АСТ, 2018. – 102 с.
7. Каплан А.Я. Мы – это больше, чем наш мозг: в поисках субъективного начала // Труды кафедры богословия Санкт-Петербургской Духовной Академии. – 2019. – № 2 (4). – С. 25-34.
8. Грибанов А.В., Шерстенникова А.К. Физиологические механизмы регуляции постурального баланса человека (обзор) // Журнал медико-биологических исследований. – 2013. – № 4. – С.20-29.
9. Шюц А. Избранное: Мир, светящийся смыслом / Пер. с нем. и англ. — М.: РОССПЭН, 2004. – 1056 с.
10. Каку М. Будущее разума. – М.: Альпина нон-фикшн, 2018. – 502 с.
11. Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Т.4. Статьи, рецензии, письма. эволюция физики. – М.: Наука, 1967. – 600 с.

М. П. УВАРОВА, П. Я. КАНТОР, Д. В. ПЕРЕВОЩИКОВ

Вятский государственный университет

**МИРОВОЗЗРЕНЧЕСКИЙ АСПЕКТ ЛЕКЦИИ
ДЛЯ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ФИЗИКИ
«ФИЗИКА: ШКОЛЬНАЯ, ОБЩАЯ, ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ»**

Проанализированы причины трудностей освоения курса теоретической физики студентами педагогических специальностей, предложены пути повышения мотивации студентов при изучении курса.

Ключевые слова: учебная физика, теоретическая физика.

Введение. Курс теоретической физики в вузе является одним из самых сложных для студентов по многим причинам. Среди них можно выделить: недостаточно высокий уровень базовых знаний и умений по применению математического аппарата для описания физических явлений, невысокий уровень развития теоретического мышления самих студентов, низкая мотивация – зачастую курс воспринимается как «надстройка», не дающая студентам применения полученных знаний на практике и др. Такое восприятие курса недопустимо, поскольку теоретическая физика способствует глубокому пониманию многих физических законов, процессов, и, в целом, необходима для формирования целостной физической картины мира. Курсы теоретической физики заложены программой вузовского обучения и их так или иначе предстоит освоить. Поэтому мы считаем, что может оказаться эффективной «мировоззренческая» лекция перед изучением теоретической физики, которая позволяет более осознанно поставить цели обучения, тем самым позволит «включить» предстоящий изучаемый материал в «картину мира» будущего учителя физики.

Отметим, что к моменту начала изучения теоретической физики студенты уже прошли первые разделы общей физики, общие и некоторые частые вопросы теории и методики обучения физике. Этих представлений достаточно для освоения ключевых идей предлагаемой лекции, расширения представлений студентов. Также отметим, что к этому времени студенты уже способны провести хороший рефлексивный анализ материала и с точки зрения обучающегося, и с точки зрения будущего учителя физики. На эти представления мы можем опираться при построении данной беседы.

О некоторых идеях лекции. В начале занятия выделяется достаточное время для постановки целей изучения новой дисциплины. Для обсуждения предлагаем следующие аспекты.

А) Взаимосвязь эмпирического и теоретического типов мышления при обучении физике. В процессе беседы важно ещё раз обратить внимание студентов на особенности эмпирического и теоретического типов мышления, на их различия. Следует показать, что каждый тип имеет своё

место и задачи в обучении, и учителю физики важно постепенно, через реализацию системного подхода, обеспечивать логичный переход-развитие учащихся от эмпирического к теоретическому типу мышления [1, 2]. Обсуждаются связи обоих типов мышления (например, из эмпирического знания теоретическое мышление позволяет выделить ключевые связи между фактами, которые складываются в соотношения между причинами и следствиями). Показывается, что в физических теориях сфокусированы наиболее существенные связи между явлениями данной группы. При этом важно отметить, что связи, выделяемые теориями, имеют тенденцию к отвлечению от конкретной определённости, благодаря чему теории имеют внешне относительную простоту, ясность. Это достигается благодаря обобщению и абстрагированию, когда многочисленные связи сторон и явлений окружающего мира представлены в форме немногих, но ключевых связей. Выделение и понимание этих связей под силу только теоретическому мышлению, поэтому так важно его формировать у учащихся в процессе обучения. Оно позволяет не запоминать множество фактов, а выделять только генеральные связи. Здесь можно привести пример: любой закон или принцип, очень кратко формулируемый и математически записываемый уравнением, содержит в себе огромное количество отношений, от которых он абстрагирован, но которые могут быть раскрыты в ходе соотнесения данного закона с конкретным явлением. То есть получается, что вся «сложность» обобщённого по своей сути теоретического знания заключается в его большой внутренней ёмкости, в скрытых в нём широких возможностях для прогнозирования разнообразных явлений. И чем шире и глубже мы погружаемся в теорию, тем сильнее может расширяться и углубиться язык описания явлений, в частности – математический.

Б) *Обращение к методическим знаниям студентов.* Об усложнении и обогащении средств описания и объяснения явлений можно поговорить со студентами и с точки зрения особенностей методики обучения физике в школе. Как известно, курс физики основной школы имеет качественный, в некоторой степени эмпирический и примитивно-модельный уровень. В это время изучаются и объясняются многие явления окружающего мира, вводятся основные понятия, однако математический аппарат пока что развит слабо. В средней школе возрастает роль теории в обучении, обогащается и математический язык. Предпосылки для развития теоретического мышления создаются ещё в основной школе, но наиболее интенсивно оно развивается в средней школе – это студентам уже известно. И здесь можно задать вопрос обучающимся: почему так происходит, чем это обусловлено с точки зрения психологии и курса физики.

Далее обращаемся к опыту студентов и обсуждаем, что изменилось с началом изучения курса общей физики в вузе, как изменился математиче-

ский аппарат и пр. И так мы выходим к идее о том, что в теоретической физике мы переходим ещё к одной системе взглядов на окружающий мир, к ещё одной ступени в развитии и применении математического аппарата для описания явлений, к изучению новых методов, приёмов и подходов в описании.

В) *Обсуждение проблемы развития не наглядного мышления при обучении физике – построение новых типов моделей.* Одним из специфических свойств научного знания – теории – является свойство далеко отходить в абстрагировании от исходного наглядно-чувственного материала. То есть при построении кардинальных отношений и связей происходит создание моделей, например, схематизированных, наглядных, однако на более высоком уровне абстрагирования происходит отказ и от таких моделей. Вводится другой язык – уравнения математической физики, которые связывают существенные характеристики объектов и явлений. Здесь можно привести конкретные примеры, показать новые знаковые модели, например, ψ -функцию в уравнении Шредингера, её смысл. То есть в беседе со студентами обсуждаем, что в процессе обучения физике в школе, в вузе обучающиеся так или иначе сталкиваются со знаковыми моделями объектов и явлений, с абстрактными «не наглядными» представлениями. Отсюда перед учителем стоит задача – научить учащихся мыслить, оперируя подобными представлениями, сознательно отказываться от попыток наглядно-чувственного моделирования объектов, то есть организовать освоение учащимися нового способа, языка описания явлений. Эти вопросы рассматриваются в методике обучения физике в старшей школе. Однако для студентов важно подчеркнуть, что сейчас в вузе им важно самим попытаться освоить этот способ мышления, способ описания мира, чтобы в последующем научить этому детей, на собственном опыте осознать все трудности и всю красоту этого метода познания. И всё это они будут делать в рамках курса теоретической физики.

Таким образом, на основании данных аспектов беседы, а также других вопросов, которые могут возникнуть в обсуждении, ставятся задачи курса теоретической физики в вузе. Озвучим их в одной из вариаций:

1. Изучение новых методов и подходов в описании явлений окружающего мира.

2. Углубление соответствующих знаний из курса общей физики, дальнейшее освоение математического аппарата.

3. Формирование методологической культуры студентов при рассмотрении развития физических знаний, установлении границ применимости моделей и пр.

4. Развитие критичности мышления студентов при сравнении систем знаний, творческих способностей при решении разного рода задач, в целом – теоретического типа мышления.

Таким образом, мы считаем, что актуализация знаний и представлений студентов под задачи изучения новой дисциплины в вузе позволит хотя бы частично установить связи между изученным и новым, покажет, что курс теоретической физики не оторван от их предметно-методической подготовки. Эта беседа позволит показать, что возникающие трудности связаны с освоением новых аспектов «языка» для описания явлений и с развитием мышления студентов, поэтому для их преодоления необходимо прилагать усилия, в том числе, по освоению необходимого математического аппарата.

Пример «развития представлений» от «школьной» к «теоретической» физике. После обсуждения и постановки задач изучения теоретической физики будущими учителями кажется целесообразным привести несколько примеров, показывающих, как развиваются знания при условном переходе от школьной физики к общей, и от неё – с теоретической.

Рассмотрим развитие содержания таких, казалось бы, простых понятий как «масса», «энергия», «импульс». До начала изучения физики в 7-м классе понятия веса и массы практически не различаются. Более того, часто сила измеряется в килограммах (кгс), и всем понятно, о чём идёт речь, а вот если измерять силу в ньютонах, то здесь приходится думать, много это или мало. В Англии фунт (round) может означать и массу, и вес, и денежную единицу. В 7-м классе также вводится более или менее определённое представление о потенциальной и кинетической энергиях.

В 9-м классе масса рассматривается уже определённо как мера инертности и одновременно как гравитационный заряд, а также вводится понятие импульса (количества движения). Дальнейшее развитие этих понятий приводит к выводу, что механической энергии для физики недостаточно, и приходится рассматривать энергию электромагнитного поля, распределённую по объёму с некоторой плотностью. Причём даже в вузовском курсе общей физики плотность энергии вводится на конкретных примерах плоского конденсатора и очень длинного соленоида. В курсе же теоретической физики показывается, что выражение для энергии получается в результате преобразования уравнений Максвелла, в справедливости которых сомневаться не приходится. Что же касается импульса, то обнаруживается, что для соблюдения принципа относительности классический импульс (произведение массы и скорости) приходится заменять релятивистским импульсом, определяемым несколько более сложным выражением.

С теорией относительности и электродинамикой связана также трансформация понятия массы: существует, как оказывается, вполне материальный объект – фотон – который движется всегда с одной и той же скоростью и к которому понятие инертности и, стало быть, массы неприменимо. Здесь стоит упомянуть, что одно время даже в серьёзной физике фигурировало представление о зависимости массы от скорости («реляти-

вистская масса»), которое в конечном итоге оказалось несостоятельным и в настоящее время не используемым.

И наконец, на самом глубоком теоретическом уровне обнаруживается, что, как показывает теорема Э. Нётер, законы сохранения импульса и энергии являются следствиями однородности пространства и времени. И в тех случаях, когда неочевидно, что следует понимать под импульсом и энергией (а такие ситуации возникают, например, в физике элементарных частиц), выражения для этих величин получаются именно из соображений вышеуказанной симметрии. Что же касается массы, то единственным не противоречащим физической науке во всем её многообразии оказывается определение квадрата массы как разности квадратов энергии и импульса с соответствующими коэффициентами. Сказанное можно проиллюстрировать прилагаемой схемой (рис. 1).

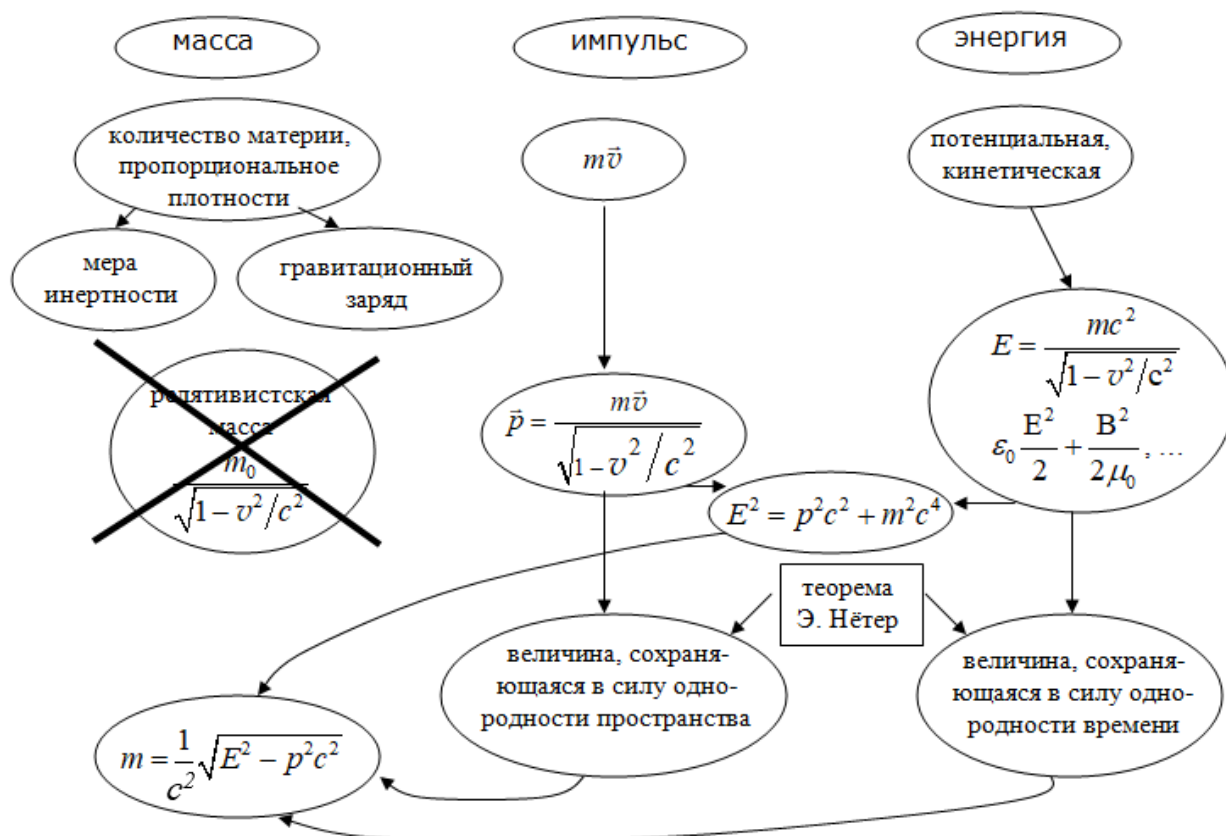


Рис. 1

После обсуждения примеров мы считаем, что полезно студентам задать на дом задание, связанное с представлением логики развития знаний школьной и общей физики по какому-то конкретному вопросу (список вопросов можно выдать обучающимся). Это позволит продолжить работу по актуализации знаний, установлению связей между методикой обучения и курсом физики, а также подготовиться к изучению курса теоретической физики.

Заключение. Цели изучения любой дисциплины, безусловно, ставятся извне, но если студенту удаётся эти цели «присвоить», то тогда они превращаются во внутренний мотив и становятся движущей силой в обу-

чении. Верим, что предлагаемый нами подход позволит расширить представления студентов, актуализировать полученные ранее знания, вовлечь в процесс изучения теоретической физики.

Литература

1. Кондаков В.А. Анализ свойств теории физики в свете психологической проблемы развития мышления школьника // Вопросы логики и психологии в методике физики: учёные записки. – Куйбышев, 1969. – Вып. 70. – С. 43-91.
2. Мултановский В.В. Физические взаимодействия и картина мира в школьном курсе. – М., 1977. – 168 с.

О. В. КОРШУНОВА

Вятский государственный университет

МОДЕЛИРОВАНИЕ УЧЕБНЫХ ЗАДАНИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МЕТОДИКА ПОЗНАНИЯ» ДЛЯ БУДУЩИХ ПЕДАГОГОВ

Представлен авторский взгляд на процесс моделирования учебных заданий методологического типа, ориентированных на овладение методами познания – от анализа и синтеза до конкретизации в рамках освоения студентами высшей школы содержания курса «Методика познания». Показана фрактальная «цепочка» перехода от преподавателя высшей школы к студенту (будущему педагогу) и далее – к ученику, с инвариантной структурой познавательной деятельности («цель-содержание-рефлексия») при освоении методов познания. Предложена деятельностная модель структуры учебного задания по освоению конкретного метода познания.

Ключевые слова: метод познания, учебное задание методологического типа, фрактал, будущий учитель физики, деятельностная модель.

В соответствии с приказом от 26.08.2022 г. № 129-ОД «О переходе на новую образовательную модель подготовки учителей в рамках дирекции по педагогическому образованию», п. 2.1. «Образовательная политика» и в целях реализации мероприятия «г» (обновление, разработка и внедрение новых образовательных программ высшего образования и дополнительных профессиональных программ в интересах научно-технологического развития РФ, отраслей экономики и социальной сферы) стратегического проекта «Гармоничная личность» Программы развития ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет» на 2021–2030 годы в вузе реализуется эксперимент по апробации нового варианта подготовки педагогов. Студенты первоначально набираются по направлению Педагогическое образование на один профиль «Предметное обучение. Технологии обучения и воспитания». Лишь после первого года обучения они определяются с выбором первого предметного профиля, а к окончанию второго курса выбирают «для себя» второй конкретный профиль. Поскольку это поисковый вариант, в нём есть и сильные, и ещё до конца не осознанные слабые сто-

роны. Однако в данной статье хотелось бы акцентировать внимание на другом.

В Концепции подготовки педагогических кадров для системы образования на период до 2030 года [1] серьёзное внимание уделяется обеспечению единых подходов к предметной, методической и психолого-педагогической подготовке будущих учителей, включению в программы подготовки педагогических кадров сквозной траектории формирования исследовательских компетенций педагога, сочетанию теории и практики, обеспечивающему фундаментальность подготовки педагога. Профессиональный стандарт педагога предписывает обязательность формирования у школьников метапредметных универсальных учебных действий и в части группы познавательных их компонентов требует овладение методикой познания (устанавливать аналогии, определять понятия, строить умозаключение – дедуктивное, индуктивное и др.). Вспомним, что познание – процесс отражения действительности, деятельность субъекта по созданию (приобретению) знаний о мире [2, с. 6].

Студенты на третьем и четвёртом курсах обучения (6-й и 7-й семестры) параллельно осваивают две дисциплины – философию познания (знакомство с сущностью методов познания) и методику познания, главное назначение которой – реализация методов познания в предмете. Считаем, что такая дисциплина является вполне своевременной и полезной для студентов в контексте освоения ими сущности методов познания не только «в общем» видении их технологий, но и в «пространстве» предмета, который они собираются в будущем преподавать школьникам. Поэтому возникла проблема в определённой «перестройке» процесса обучения студентов в период освоения дисциплины «Методика познания» при поддержке её философскими смыслами исследовательских методов.

Не вдаваясь в подробное описание процесса подготовки к преподаванию этой не простой по содержанию дисциплины, заметим, что осмысление преподавателями высшей школы проблемы «Как научить студента – будущего педагога – «работать» с методами познания и создавать методические условия для освоения сущности методов познания мира и их осознанного применения в процессе познания, в том числе и учебного?» проходит достаточно трудно и напряжённо. И одним из главных вопросов этого процесса представляется проблема разработки и оформления учебных методологических заданий по освоению и осмысленной реализации метода в предметном обучении.

Прежде всего отметим, что под учебным заданием мы понимаем внешнее выражение («оболочку») учебной задачи, принимаемой учеником и ведущей к освоению в нашем случае деятельности с методом познания в пространстве конкретного предмета (в частности, физики) [3].

Под учебным заданием методологического типа по освоению конкретного метода познания будем понимать такое учебное задание, которое обеспечивает знакомство с сущностью / технологией самого метода до применения его в конкретной учебной предметной ситуации, которая задаёт учебную задачу на учебном предметном материале.

Основная идея логики создания учебного задания для студентов в курсе «Методика познания» выражается в том, что педагог-методист на основе знаний метаметодики (интеграции философии, педагогики, дидактики, методики и предметной области) создаёт «продукт» – «методическую разработку» для студента; затем студент после освоения метода исследования / познания разрабатывает «педагогический / методический проект» по освоению метода познания школьником в конкретной дисциплине. При этом в структуре учебного задания, которое разрабатывает методист для студента, выделяются такие компоненты, как 1) постановка цели для студента (будущего учителя), предполагающая формулировку содержательной (освоение сути метода познания) и методической (организация обучения методу других) частей; 2) сущность задания для студента (от собственного исследования метода до организации учебной деятельности школьника по освоению конкретного метода на предметном материале); 3) критерии оценки деятельности студента. В свою очередь, структура студенческого задания представляется совокупностью следующих блоков: 1) личное исследование (освоение) метода познания; 2) генерирование педагогического / методического проекта освоения метода познания школьником в конкретной дисциплине; 3) обоснование собственных дидактических решений (методический комментарий / аргументация именно такого варианта реализации метода).

И соответственно, из первых двух посылок «вырастает» модель структуры учебного задания для школьника в деятельностном формате. Всего здесь выделим 5 этапов: 1) «Вызов» (проблемная ситуация, коллизия, проблемный вопрос, активизирующий ученика к размышлениям: «Почему не получается и как можно разрешить проблему?»); 2) «Открываем секрет» (сообщение школьникам о том, что есть метод, способный помочь в разрешении затруднительного положения); 3) «Строим вместе» (коллективный образец выполнения метода, «эксперимент» с методом); 4) «Ваш ход!» (самостоятельная работа по применению метода в индивидуальном либо других организационных форматах); 5) «Обсудим!» (защита сгенерированных «продуктов», рефлексия деятельности, осознание самого процесса познания).

Таким образом, из приведённой «цепочки» разработок методологических заданий видно, что повторяется инвариантная структура деятельности от цели (освоить метод как инструмент познания) через содержание (личное применение метода на учебном материале) к рефлексии (осозна-

ние силы и ограничений метода). И в данной ситуации проектирования учебного задания мы имеем дело с фрактальной структурой. Ситуация удовлетворяет признаку самоподобия (масштабной инвариантности) – главному признаку фрактала, когда структура целого повторяется в каждой своей части, на каждом уровне масштабирования (методист вуза – студент; студент – школьник). Меняется содержание и сложность, но структура деятельности по освоению и передаче способа познания сохраняется. Моделирование задания на каждом последующем уровне является прямым следствием и рекурсивным применением продукта предыдущего уровня, задание методиста вызывает к жизни задание студента, что является классическим признаком рекурсивного алгоритма. Также здесь можно увидеть процесс последовательных повторений (итераций) применения простого правила: «освой деятельность, смоделируй условия освоения этой деятельности другим, выполни осмысление границ применимости, слабых и сильных сторон метода». Каждая следующая итерация порождает самоподобную, но всё более конкретизированную и адаптированную структуру.

Приведём пример задания, предложенного одним из будущих преподавателей курса «Методика познания» (впервые курс будет реализован во втором семестре 2025–2026 учебного года). Тип задания: поиск оригинального решения. Задание предполагает освоение метода абстрагирования (целевая аудитория: ученики 7–8-х классов): «Предложите способ, как можно наглядно показать разницу между физическими и химическими явлениями, используя только то, что есть в быту (например, с использованием льда и соли, соды и уксуса). Опишите ваш метод и объясните, почему он работает». На наш взгляд, здесь речь идёт сначала о методе сравнения и конкретизации (то, что есть в быту...), а абстрагирование предполагает противоположное действие: как раз «отказ» от конкретики. Далее: «опишите ваш метод» – это синтез и, возможно, абстрагирование в случае, если будет дано описание метода «в общем»; «объясните» – это анализ с последующим синтезом (нахождение причины). Отметим, что бывает затруднительно составить задание именно на использование только одного метода, так как чаще всего ситуация требует применения сразу нескольких методов исследования. Одновременно «работают» несколько методов, поэтому для отработки нужного нам метода ищем «ПРИОРИТЕТНЫЙ» – тот, который осваиваем «сейчас». Кроме того, для решения задания на освоение метода рекомендуется использовать методологическую ориентировку, показывающую, как выполнить ту или иную интеллектуальную операцию / метод, какова «технология» метода. Методологических заданий / задач на сегодняшний день можно найти множество [4–8], однако, как правило, в них отсутствует рефлексивный вопрос относительно само-

го метода, его границ применимости, осмысления пройденных шагов по технологии его реализации.

Таким образом, разработка учебных заданий по освоению метода познания является сложной методологической задачей методического моделирования. Но шансы решить её успешно все-таки есть, и мы надеемся, что дисциплина «Методика познания» внесёт существенный вклад в формирование методологической компетентности будущего учителя, в том числе и физики.

Литература

1. Концепция подготовки педагогических кадров для системы образования на период до 2030 года. – URL: <http://government.ru/docs/all/141781/> (дата обращения: 13.10.2025).
2. Коваль Т.В. Практика познания: учебное пособие для 10–11-х классов общеобразовательных организаций / Т.В. Коваль, Е.А. Крючкова, А.Ю. Лазебникова, С.Е. Дюкова. – М.: ООО «Русское слово – учебник», 2020. – 96 с.
3. Педагогический словарь: Новейший этап развития терминологии / О.Б. Даутова, Н.А. Вершинина, М.Г. Ермолаева, Е.Ю. Игнатьева, О.Н. Крылова, Н.Н. Суртаева, О.Н. Шилова, С.В. Христофоров; под общ. ред. О.Б. Даутовой. – С-Пб: КАРО, 2020. – 328 с.
4. Задачи по физике с методологическим содержанием: пособие для учителей / под ред. Ю.А. Саурова. – Киров, 2000. – 66 с.
5. Ивин А.А. Искусство мыслить правильно. – М.: Проспект, 2024. – 304 с.
6. Криволапова Н.А. Учимся учиться. Развиваем мышление. Часть 1: Рабочая тетрадь для учащихся / Институт повышения квалификации и переподготовки работников образования Курганской области. – Курган, 2005. – 43 с.
7. Казакова Ю.В. Разработки уроков по физике. 7–8-е классы. Развитие интеллектуальных способностей учащихся. – М.: Илекса, 2010. – 192 с.
8. Преподавание физики, развивающее ученика: пособие для учителей и методистов / сост. и под. ред. Э.М. Браверман. – М.: Ассоциация учителей физики, 2003–2005. Книга 2: Развитие мышления: общие представления, обучение мыслительным операциям, 2005. – 272 с.

III. МОДЕЛИ И СОДЕРЖАНИЕ КУРСА ФИЗИКИ

С. М. АНДРЮШЕЧКИН

г. Москва

АНТИМОДЕЛИ ФИЗИЧЕСКИХ СИТУАЦИЙ В ОТДЕЛЬНЫХ ЗАДАЧАХ ЕГЭ

Указаны «красные линии», которые недопустимо пересекать составителю физических задач, используемых в контрольно-измерительных материалах.

Ключевые слова: методика физики, решение задач, ограничения на модель физической ситуации в задаче.

Вслед за Л.М. Фридманом примем, что «физические задачи возникают как знаковые модели проблемных ситуаций, ... как словесно-символическое описание реальной или воображаемой ситуации» [11, с. 25]. Роль и значение задач в преподавании физики давно оценены по достоинству: «решение задач служит прекрасным и ничем незаменимым средством для развития сообразительности, самостоятельности в суждениях и любви к серьёзному и полезному труду» [7, с. III]. Действительно, во-первых, процесс решения задач – эффективное средство формирования и развития физического мышления; во-вторых, о глубине усвоения и понимания учеником физических процессов, степени умения применять теоретические и практические знания можно судить по тому, как он решает задачу.

Отдельными дидактами даже выделяется особый задачный подход к процессу обучения, который, по их мнению, может быть назван таковым при выполнении ряда условий: «учитель ... должен изыскивать возможности включения в структуру уроков и домашних заданий максимально возможного числа различных типов и видов задач; ... учитель, планируя педагогический процесс, постоянно помнит о необходимости формирования у школьников самостоятельного продуктивного мышления; ... учитель должен понимать, что одна из его целей – углубление частично сформированного ранее теоретического знания посредством создания и разрешения проблемных ситуаций» [12, с. 38-39].

Предложена и методическая система обучения решению физических задач, в которой акцент сделан «на моделировании ... физическое и математическое моделирование реальных природных процессов, ... на методологии ... приоритет использования при решении физических задач методологических принципов и законов сохранения, ... на сочетании качественных и количественных методов» [4, с. 34-35]. При этом автор методической системы солидарен с тезисом, сформулированным В.А. Орло-

вым и Ю.А. Сауровым: «необходимо, что принципиально важно, ставить и решать проблемы описания физической реальности при работе с любой задачей. Именно тогда вскрывается «модельность» наших представлений, именно тогда формируются творческие умения находить (строить) нужные методы решения, понимать их ограниченность» [5, с. 27].

В предисловии к одному известному сборнику задач по физике «модельность наших представлений» образно обрисована так: «Элементарные задачи описывают условный мир точечных масс, невесомых нитей, идеальных газов и других совершенных тел, подобно сказочному миру, населённому свирепыми змиями и прекрасными принцами ... В задачах мы также можем рассматривать условия малореальные, даже фантастические; так же как сказки, такие задачи развивают наше воображение» [3, с. 4].

При этом для методики физики в общем и для составителя физической задачи в частности существенным является вопрос – где прочерчена та «красная линия», которую нельзя пересекать, составляя новую физическую задачу или осуществляя аранжировку традиционного сюжета. Особенно остро этот вопрос, вероятно, должен стоять перед составителями контрольно-измерительных материалов, в частности, при разработке заданий, предлагаемых ученикам на ОГЭ или ЕГЭ по физике.

Выскажем свою точку зрения по этому вопросу.

I. Недопустимо использовать в условии задачи далёкие от реальности численные значения физических величин.

Так в одном из заданий ЕГЭ проводящий стержень длиной 80 см со скоростью 1 м/с движется в однородном магнитном поле с индукцией 5 Тл [2, с. 75, задание 23]. Если вспомнить, что индукция магнитного поля в Большом адронном коллайдере 8,3 Тл, то реализация описанной в задаче установки вызывает сомнение. В другом задании: «Ученику необходимо на опыте выяснить, зависит ли частота свободных колебаний пружинного маятника от объёма груза ...» [2, с. 101, задание 20]. В качестве правильных вариантов ответа предлагается использовать пружины жёсткостью 60 Н/м и грузы массой 10 г, имеющие объём 80 см³ и 100 см³. В этом случае частота колебаний более 12 Гц, а толщина стенок грузов – десятые доли миллиметра, что делает проведение учеником подобного опыта в принципе проблематичным.

II. Не следует в задаче предлагать определить параметр, нахождение которого не представляет никакого значения.

Например, в сборниках ЕГЭ можно встретить задачи, где необходимо определить координаты точки, в которой некоторый световой луч, прошедший через линзу, пересекает главную оптическую ось линзы. Или яркий пример от нобелевского лауреата – описание им экспертизы учебника: «Однако следом пошли задачки. Скажем такая: “Джон и его отец выходят на улицу, чтобы полюбоваться звёздами. Джон видит две голубые звезды и одну красную. Отец видит зелёную, фиолетовую и две жёлтые. Какова полная температура звёзд, которые видят Джон и его отец? ... Кому, спрашивается, может понадобиться складывать температуру двух звёзд?”» [10, с. 402-403].

III. Недопустимо, когда предложенная в задаче модель существенно искажает реальную физическую ситуацию.

Задание из сборника ЕГЭ: «В вертикальном цилиндрическом сосуде с площадью поперечного сечения $S = 5 \text{ см}^2$ под подвижным поршнем массой $M = 1 \text{ кг}$ с лежащим на нём грузом массой m находится воздух при комнатной температуре. Первоначально поршень находится на высоте $h_1 = 15 \text{ см}$ от дна сосуда. Если груз снять с поршня, то поршень поднимется на $\Delta h = 2 \text{ см}$. Какова масса груза m ? Воздух считать идеальным газом, а его температуру неизменной. Атмосферное давление равно 10^5 Па . Трение между стенками и поршнем не учитывать» [2, с. 102, задание 24]. Очевидно, что при такой формулировке условия задачи (одномоментное снятие груза с поршня) мы будем иметь дело с колебаниями поршня и с существенным изменением температуры газа в ходе адиабатного процесса. (При этом небольшое уточнение условия задачи, например, добавление фразы о том, что после теплообмена с окружающей средой температура газа осталась прежней «спасает» ситуацию.)

IV. Недопустимо, когда предложенная в задаче модель физической ситуации и решение задачи ошибочны.

Во многих сборниках контрольно-измерительных материалов встречается задача такого рода: «Человек на санках, общей массой 100 кг , спустился с ледяной горы высотой 6 м . Сила трения при его движении по горизонтальной поверхности равна 160 Н . Какое расстояние проехал он по горизонтали до остановки? Считать, что по склону горы санки скользили без трения» [1, с. 138, задание 25]. При этом авторы решения рассматривают следующую модель: потенциальная энергия санок полностью переходит во внутреннюю энергию при совершении работы силой трения на горизонтальном участке. Принципиальная ошибка модели заключается в том, что скорость, с которой санки начинают движение по горизонтальному участку, не равна скорости санок в конце склона (достаточно обратить внимание на направление векторов этих скоростей). Не спасает ситуацию и возможное предложение «скруглить» переход склона в области его перехода на горизонтальный участок. В этом случае на криволинейном участке траектории санки движутся с центростремительным ускорением, а значит, сила реакции и, как следствие, сила трения существенно больше «нормы» – и переход части кинетической энергии в тепловую здесь, на закруглённом участке, неизбежен.

В статье Ю.А. Саурова и М.П. Уваровой «О процессе решения простой учебной физической задачи» совершенно обоснованно отмечено, что «организационно-практической формой освоения научного метода познания при решении задач, на наш взгляд, является задание учебной деятельности по следующей структуре ...:

1. Анализ текста и физического явления ...
2. Идея или план решения ...
3. Математическая модель физического явления ...
4. Анализ итогов процесса решения» [8, с. 16].

В качестве примера ими рассмотрена задача, аналогичная приведённой выше: «Небольшое тело съезжает по наклонной плоскости, расположенной под углом 30° к горизонту с высоты 1 м и продолжает движение по горизонтальной плоскости. Коэффициент трения скольжения между телом и плоскости $0,2$. Какой путь по горизонтальной плоскости пройдёт тело?» [8, с. 17]. Авторы статьи также не учиты-

вают особенности процесса перехода тела с наклонной плоскости на горизонтальную поверхность. При таком подходе тормозной путь s (рис. 1) может быть определён из

соотношения: $mgh = \mu mg \cos \alpha \cdot \frac{h}{\sin \alpha} + \mu mgs$.

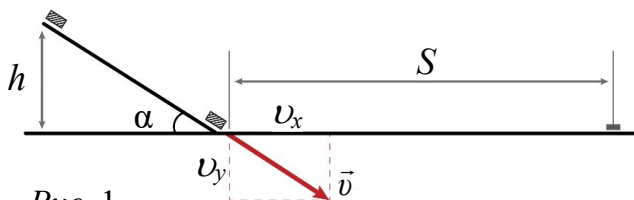


Рис. 1

Вслед за [9, с. 24, с. 185]), где имеется аналогичная задача, получим:

$$s = h \left(\frac{1}{\mu} - \operatorname{ctg} \alpha \right) \quad (1), \quad s = 3,3 \text{ м.}$$

Проведём «анализ итогов процесса решения». Пусть, например, угол $\alpha = 60^\circ$, тогда вычисление по формуле (1) даст результат $s = 4,2$ м и такое увеличение величины тормозного пути при возрастании угла наклона явно не соответствует физической реальности.

Попробуем изменить модель задачи:

1. Определим скорость v в конце наклонной плоскости (рис. 1) из соотношения:

$$mgh = \mu mg \cos \alpha \cdot \frac{h}{\sin \alpha} + \frac{mv^2}{2} \quad (2).$$

Если движение по наклонной плоскости продолжится со скоростью $v_x = v \cos \alpha$ (3), то $\frac{mv_x^2}{2} = \mu mgs$ (4). Из (2)–(4) получим

$$s = h \left(\frac{1}{\mu} - \operatorname{ctg} \alpha \right) \cos^2 \alpha, \quad s = 2,5 \text{ м.}$$

2. Продолжим улучшать модель задачи и учтём, что в процессе удара не только «гасится» вертикальная проекция скорости, но уменьшается и её горизонтальная проекция. Если вертикальная проекция скорости после удара равна нулю (отскока нет), а горизонтальная проекция скорости после удара за счёт трения уменьшается до v'_x и продолжительность удара составляет Δt (это время, очевидно, определяется размером области деформации и скоростью звуковой волны – волны деформации), то

$$N - mg = m \frac{v_y}{\Delta t} \quad \text{и} \quad \mu N = m \frac{v_x - v'_x}{\Delta t}.$$

Также учтём (это легко проверить), что $N \gg mg$. Тогда $v'_x = v(\cos \alpha - \mu \sin \alpha)$.

Теперь можно уточнить величину тормозного пути s :

$$s = h \left(\frac{1}{\mu} - \operatorname{ctg} \alpha \right) (\cos \alpha - \mu \sin \alpha)^2, \quad s = 1,9 \text{ м.}$$

3. Наиболее интересное расширение и углубление модели – это рассмотрение движения на скруглённом переходном участке «наклонная плоскость – горизонтальная поверхность». Можно рекомендовать обратиться к обстоятельной статье [6], где приведены оценка, доступная школьникам, и точный расчёт. Если воспользоваться результатами расчёта, приведённого в данной статье, то оказывается, что при указанных в обсуждаемой задаче значениях коэффициента трения μ и угла наклона α около 12% первоначального запаса энергии будет израсходовано на прохождение криволинейного участка траектории вне зависимости от радиуса кривизны.

Рассмотренные примеры показывают, что требуется самая тщательная проработка модели физических ситуаций, положенных в основу задач, особенно если эти задачи предназначены для применения в экзаменаци-

онной процедуре в письменном виде. При этом, безусловно, необходимо приучать школьников (особенно из числа активно интересующихся физикой) к всестороннему анализу модели физической ситуации, составляющей основу решаемой задачи, что будет способствовать развитию критичности их мышления.

Литература

1. ЕГЭ. Физика: типовые экзаменационные варианты: 30 вариантов / под. ред. М.Ю. Демидовой. – М: Изд-во «Национальное образование», 2019. – 384 с.
2. ЕГЭ. Физика: типовые экзаменационные варианты: 30 вариантов / под. ред. М.Ю. Демидовой. – Москва: Изд-во «Национальное образование», 2025. – 336 с.
3. Козел С.М. Сборник задач по физике: задачи МФТИ / С.М. Козел, Э.И. Рашба, С.А. Славатинский. – Москва: Наука, 1978. – 191 с.
4. Ларченкова Л.А. Принципы построения и структура методической системы обучения решению физических задач // Физика в школе. – 2013. – № 8. – С. 33-37.
5. Орлов В.А. Проблема использования современной методологии познания для развития физического образования / В.А. Орлов, Ю.А. Сауров // Физика в школе. 2011. – № 7. – С. 23-31.
6. Орлянский О.Ю. Падение с горки или инерция мышления. – URL: https://www.e-osnova.ru/PDF/osnova_5_4_387.pdf (дата обращения: 13.09.2025).
7. Пенионжкевич К.Б. Систематический сборник задач по элементарной физике: Курс сред. учеб. заведений. – Вып. 1– Белая Церковь: С.А. Козловский, 1904. – 116 с.
8. Сауров Ю.А. О процессе решения простой учебной физической задачи / Ю.А. Сауров, М.П. Уварова // Физика в школе. – 2023. – № 7. – С. 16-19.
9. Сборник задач по физике: Учеб. пособие / Л.П. Баканина, В.Е. Белонучкин, С.М. Козел и др.; под ред. С.М. Козела. – М.: Наука, 1990. – 352 с.
10. Фейнман Р. Вы, конечно, шутите, мистер Фейнман! М.: Изд-во АСТ, 2017. – 480 с.
11. Фридман Л.М. О методике обучения решению физических задач // Физика в школе. – 1994. – № 6. – С. 24-28.
12. Шаповалов А.А. Задачный подход к процессу обучения // Физика в школе. – 2010. – № 4. – С. 38-42.

В. Н. БАКУЛИН, М. И. ТОЛМАЧЕВА
Вятский государственный университет
МОДЕЛИ ПРОЦЕССОВ
ПРИ ПЕРЕГИБЕ ВЕРЁВОК И ЦЕПОЧЕК

Анализируются причины расхождения результатов решения задач разными методами. Анализируются физические наглядные модели явлений перегиба.

Ключевые слова: учебная задача, модели движения верёвок с перегибом, преимущества реальных физических задач.

Одна из основных задач классической механики – определение траектории движения материальной точки и её кинематических характеристик. Материальная точка – это идеализированная модель материального тела, и

мы всегда стараемся определить, насколько полученные уравнения движения точки пригодны с точки зрения здравого смысла, то есть с точки зрения практической физики, в каждом конкретном случае.

Для количественного описания закономерностей окружающего нас мира мы прибегаем к упрощениям и рассматриваем или статические закономерности, или стационарные процессы в виде простых зависимостей вида $y = f(x)$. Процессы, в которых одновременно изменяются несколько взаимозависимых величин, в учебной практике не рассматриваются. Многомерные динамические процессы проще моделировать с помощью компьютеров, а не в аналитическом (формульном) виде.

Первое требование к используемым функциональным зависимостям: траектория материальной точки должна быть непрерывной. Разрыв траектории – это телепортация или движение с бесконечно большой скоростью, чего в природе окружающего нас мира не наблюдается.

Второе требование (о котором мы часто забываем): траектория материальной точки должна быть гладкой [1 с. 25], то есть первая производная функции зависимости координат от времени должна быть непрерывной. Скорость тела не может изменяться скачком ни по величине, ни по направлению. Бесконечно больших сил и ускорений в природе (в макром мире по крайней мере) не бывает. Вообще говоря, и вторая производная зависимости координат точки от времени тоже должна быть непрерывной. Силы и вызываемые ими ускорения не должны изменяться скачком, возникать и исчезать мгновенно.

В учебной же практике, особенно в школьной, мы можем этими требованиями пренебрегать, склеивая разные траектории точки с изломом и пренебрегаем происходящими в реальности за доли секунды переходными процессами, изобретая для их количественного описания дополнительные закономерности, например, в виде абсолютно упругого или неупругого удара, или вводя коэффициент восстановления при ударе.

Описание движения протяжённых тел, состоящих из связанных между собой материальных точек, таких как верёвки или цепочки с однородно распределённой массой, имеет свои особенности. В зависимости от условий задачи эти массивные нити могут иметь и дополнительные физические (не обязательно механические) характеристики, не всегда явно упоминаемые в условии задачи, такие как упругость на изгиб и растяжение, нагрев при неупругом ударе и др.

Рассмотрим превращение кинетической энергии при падении таких протяжённых объектов на твёрдую горизонтальную поверхность. Каждое звено падающей цепочки при отсутствии трения между ними при неупругом ударе о поверхность нагревается – вся кинетическая энергия переходит в тепло. То же само происходит и при падении на препятствие в виде бесконечно большой массы и при смятии идеальной гибкой верёвки (как и

цепочки), не имеющей толщины и упругости на изгиб. Дополнительная сила давления на поверхность за счёт потери импульса при этом равна произведению линейной плотности верёвки (или цепочки) на квадрат её скорости при ударе о поверхность.

Что касается удара струи жидкости конечным сечением S о стенку, расположенную перпендикулярно струе, то считать её эквивалентной не имеющей толщины верёвке при неупругом ударе о препятствие нельзя. Вода не может полностью терять скорость и стекать по стенке с нулевой начальной скоростью. Вода при этом передаёт препятствию импульс, но кинетической энергии не теряет. В гидродинамике и аэродинамике вместо давления на стенку при определённых условиях может проявиться эффект притяжения.

О превращениях кинетической энергии представляет интерес задача о нити в трубке.

Задача 1. Внутри невесомой U -образной трубки, лежащей на столе, находится нерастяжимая нить массы m , движущаяся без трения со скоростью v . В начальный момент в каждом колене трубки находится по половине нити, а сама трубка покоится. С какой скоростью будет двигаться нить, когда она вылетит из трубки? Куда девается кинетическая энергия нити?

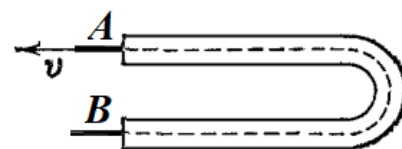


Рис. 1

Решение: трения и ударов о стенки нет, кинетическая энергия нити не меняется. Центр тяжести системы остаётся на месте, поступательного движения нити нет. Остаётся только кинетическая энергия вращательного движения выпрямившейся нити, зависящая от её начального момента импульса.

Механика подъёма верёвки, уложенной определённым способом, с горизонтальной поверхности определяется формой цепной линии [2], которую в первом приближении можно принять за окружность, радиус которой зависит от линейной плотности верёвки и её упругости на изгиб, то есть реально от её толщины и коэффициента упругости материала верёвки. Каждый элемент верёвки конечной длины при подъёме (повороте на 90°) приобретает как вертикальную, так и равную ей горизонтальную составляющую скорости при перегибе любого радиуса. Частицы верёвки в области перегиба двигаются как точки на ободе катящегося колеса и описывают в пространстве циклоиду. Жаль, что в курсе физики практически не уделяется внимание механике колеса, одного из основных элементов современного транспорта и техники зубчатых передач.

Что касается цепочки со звеньями конечной длины, то механика их подъёма будет гораздо сложнее и приведёт к её раскачиванию, неупругим ударам, трению звеньев друг о друга и их нагреву в зависимости от способа предварительной укладки звеньев. Чтобы избежать неоправданного усложнения задачи, приходится считать цепочку по механическим характеристикам неотличимой от верёвки-каната.

На эту тему обычно рассматривают задачу о встающей кобре, готовящейся к прыжку. При этом обычно забывают, что голова кобры не только поднимается вверх, но и с такой же скоростью отступает, смещается назад, чтобы не упасть. На гладкой поверхности устойчивость змеи будет нарушаться, а горизонтальная координата цен-

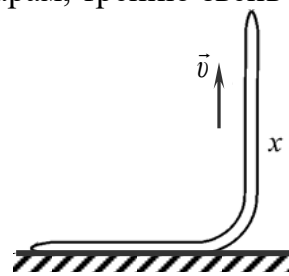


Рис. 2

тра её тяжести останется на месте. Чем больше скорость подъёма головы кобры, тем большее значение коэффициента трения требуется для того, чтобы избежать проскальзывания. Если мы научим кобру охотиться таким способом, то она может умереть с голоду. Вообще говоря, механизмы движения змей, червей, рыб, многоножек и улиток совершенно другие (волновые), и мы с трудом только начинаем их копировать в своих технических движителях.

Следует отметить, к сожалению, что большинство задач, предлагаемых на олимпиадах, публикуемых в задачниках, в том числе и в журнале «Квант» являются учебно-тренировочными и мало связаны с действительными природными явлениями. Одним из первых (и наиболее влиятельных) пропагандистов «реальных физических задач» в Советском Союзе был П.Л. Капица, который практиковал их на экзаменах в Физтехе и на аспирантских приёмных экзаменах. Нельзя не вспомнить богатый набор занимательных физических задач Я.И. Перельмана, Дж. Уокера и других авторов книг, показывающих физику с нескудной и полезной стороны. Свежий взгляд на эту проблему представлен в статье Леонида Ашкинази «Задачи со вкусом физики» [3]. Задачей физического образования в школе является не только знание основных законов и формул, но и умение думать, понимать и объяснять явления окружающей нас природы и современной техники.

Литература

1. Мултановский В.В. Физика как компонент естественнонаучной картины мира. Красноярск: «Гротеск». – 2007. – 253 с.
2. Бакулин В. Н., Толмачева М.И. Верёвка – вервие не простое // Учебная физика. – 2022. – №1. – С. 14-21.
3. Ашкинази Л. Задачи со вкусом физики // «Троицкий вариант». – №12(406).

Д. В. ПЕРЕВОЩИКОВ

Вятский государственный университет

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ГРАНИЦ ПРИМЕНИМОСТИ ФИЗИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ В ЗАДАЧАХ

В наши дни объективно актуализировалась роль дополнительного образования школьников в обучении физике. Его логически можно и нужно рассматривать как один из ресурсов повышения качества физического образования, в частности, улучшения физических знаний учащихся о деятельности учебного моделирования.

Ключевые слова: методика физики, моделирование, границы применимости, дополнительное образование.

На сегодняшний день освоение деятельности моделирования как стратегическая задача обучения физике не подлежит сомнению и в таком ключе зафиксирована во многих нормативных документах в сфере обра-

зования, а также единодушно расценивается всеми специалистами методики физики [1, 2].

При осмыслении места и значения моделирования приходим к заключениям, что моделирование определённо несёт фундаментальные методологические и содержательные смыслы, определяющие ресурс усвоения школьниками научного метода познания [3]. А это значит, усвоение учащимися всего спектра структурных элементов учебной деятельности моделирования: умений выделять физические объекты (явления, процессы), строить модели и исследовать их, различать реальность и описания, определять границы применимости, анализировать. Именно в такой логической последовательности должно эффективно происходить устойчивое формирование модельных знаний школьников. Для решения этой образовательной задачи в современном школьном процессе на передний план должно выступать качественное методическое сопровождение практики учебной деятельности, которое, к сожалению, на сегодняшний день медленно обеспечивается разработкой конкретных общих и частных методик.

На наш взгляд, умения определять границы применимости моделей, ограничений и условий, влияющих на рамки применимости – неотъемлемый аспект моделирования, включающий учебный материал, непривычный для восприятия учениками, но важный для понимания данной деятельности. Методический анализ показал, что в наиболее используемых учебниках по физике слабо отражены базовые представления и знания о границах применимости физических знаний (теорий, законов, понятий, гипотез, моделей) [4]. В настоящее время в методике физики сложными и слабо изученными являются процессы исследования моделей, в частности определение границ применимости моделей: «в образовательной реальности освоение границ применимости практически отсутствует», «в действующих учебниках и методиках нет вопросов о границах применимости», «в текстах не определено это понятие, не выявлено, в чём заключаются эти границы», «в методиках нет приёмов и примеров рассмотрения границ применимости знаний» [5, с.32].

Поэтому обучение учебному моделированию в физике должно активизироваться именно более разнообразным, разноплановым методическим наполнением в помощь учителям для полноты раскрытия модельной тематики и граней его структуры.

В школьном обучении используются разные модели, например, материальная точка, твёрдое тело и др. Это фундаментальные модели. В конкретной количественной или качественной задаче, практической работе, мы строим частную модель физических объектов или явлений в соответствии с определёнными условиями и дальнейший этап решения задачи, исследования этой модели происходит в рамках заданных условий. Не всегда полученный при решении задачи результат соответствует реально-

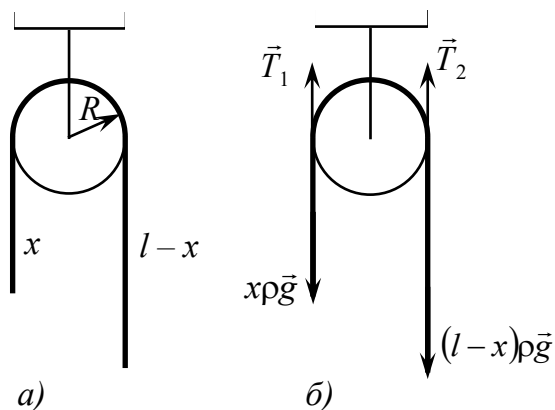
му процессу, а это значит, что физическая модель не способствует полному достижению цели, т. е. модель не подходит. Тогда анализируем, почему это происходит, то есть определяем границы применимости модели.

При определении границ применимости моделей выделяем два варианта: когда на основе построенной модели нельзя достичь позитивного результата, и реальная ситуация выходит за границы применимости. Тогда следует пересмотреть правильность выделения главных и второстепенных физических объектов и явлений, что предшествует построению модели, посмотреть, все ли объекты и явления учтены; когда задача напрямую связана с применимостью закона, теории, тогда исследуем границы их применимости, то есть границы применимости конкретных знаний [4].

В условиях школьного образовательного процесса, строго ограниченного временными рамками установленной программы, не имеется достаточного времени для освещения вопросов о границах использования физических учебных моделей. В условиях дополнительного образования такая возможность существует и позволяет получить знания, без которых деятельность моделирования не может считаться полноценно освоенной учащимися. Физические задачи на определение границ применимости можно считать задачами *с новыми методологическими функциями*.

В этой статье рассмотрим частное методическое решение: методические особенности изучения границ применимости физических моделей на конкретном примере.

Когда в школьном курсе физики решаются задачи с блоками, то всегда используются определённые упрощения. Например, блок невесом, трение отсутствует, нить невесома, нить нерастяжима. При решении задач на блоки ученики привыкают к перечисленным выше упрощениям и, не задумываясь, используют при решении некоторые следствия из них. Например, сила натяжения вдоль одной и той же нити постоянна, хотя условие постоянства силы натяжения на вертикальных участках нити является следствием невесомости нити, а условие равенства силы натяжения слева и справа от блока следствием невесомости блока.



Попробуем на примере показать, как учесть, что нить обладает массой, оставляя другие упрощения.

Задача: через невесомый блок перекинут канат длины L и массы M , так что система находится в равновесии. Систему выводят из положения равновесия пренебрежимо слабым воздействием. Определите силу воздействия каната на блок, когда с одной из сторон длина каната будет $L/3$. Трение в системе отсутствует.

Проанализируем описанную в задаче реальность, построив модель. Обозначим радиус блока R , линейную плотность каната $\rho = \frac{M}{L}$, суммарную длину не лежащего

на блоке каната $l = L - \pi R$. Пусть длина одного вертикального участка каната x , тогда другого $l - x$ (рис. 1 а). Отобразим все силы, действующие на вертикальные участки каната (рис. 1 б). Запишем проекции второго закона Ньютона для вертикальных участков каната на вертикальную ось: $\rho x a = T_1 - \rho x g$, $\rho(l - x)a = \rho(l - x)g - T_2$.

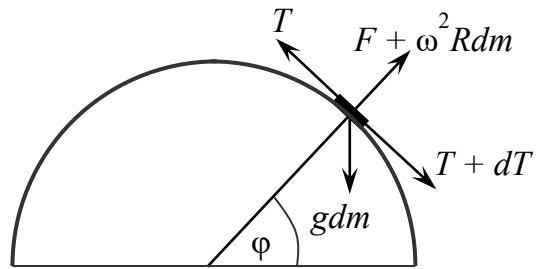
Заметим, что блок невесомый, а трение в оси отсутствует, то $T_1 = T_2 = T$. Находим силу натяжения каната в точках соприкосновения с блоком: $T = 2\rho x g \left(1 - \frac{x}{l}\right)$.

Рассмотрим силы, действующие на участок каната, лежащий на блоке (рис. 2). Из второго закона Ньютона для малого участка каната в проекции на вертикальную и горизонтальную оси: $dF_y + \omega^2 R dm \sin \varphi - dT_y - g dm = 0$, $dF_x + \omega^2 R dm \cos \varphi - dT_x = 0$.

Представим массу малого участка каната $dm = \rho ds = \rho R d\varphi$, а массу всего участка каната, лежащего на блоке, $m_k = \pi R$. Проинтегрируем по всему полукольцу каната, лежащего на блоке:

$$\int_0^{F_y} dF_y + \rho \omega^2 R^2 \int_0^\pi \sin \varphi d\varphi - \int_{-T}^T dT_y - g \int_0^{m_k} dm = 0,$$

$$\int_0^{F_x} dF_x + \rho \omega^2 R^2 \int_0^\pi \cos \varphi d\varphi - \int_0^0 dT_x = 0. \quad \text{Учтём, что}$$



$$\int_0^\pi \sin \varphi d\varphi = 2, \quad \int_0^\pi \cos \varphi d\varphi = 0. \quad \text{Тогда в результате интегрирования имеем:}$$

$F_y + 2\rho \omega^2 R^2 - 2T - m_k g = 0$, $F_x + 0 - 0 = 0$. Получили, что $F_x = 0$, тогда вся сила взаимодействия каната с кольцом будет равна $F = F_y = m_k g + 2T - 2\rho \omega^2 R^2$.

Поскольку канат нерастяжим, $\omega R = v$. Из закона сохранения энергии для начального и произвольного моментов времени $E_{p0} + E_{k0} = E_{px} + E_{kx}$,

$$2 \frac{l}{2} \rho \frac{l}{4} g + 0 = x \rho \frac{x}{2} g + (l - x) \rho \frac{l - x}{2} g + \frac{\rho l v^2}{2}. \quad \text{Отсюда } v^2 = \frac{(l - 2x)^2}{2L} g \text{ и после подстановки}$$

$$\text{в выражение для силы, получим: } F = m_k g + 2T - 2 \frac{(l - 2x)^2}{2L} \rho g.$$

$$\text{В итоге: } F = Mg \left(4 \frac{2 - \frac{\pi R}{L}}{1 - \frac{\pi R}{L}} \left(1 - \frac{\pi R}{L} - \frac{x}{L} \right) \frac{x}{L} - \left(1 - 3 \frac{\pi R}{L} - \left(\frac{\pi R}{L} \right)^2 \right) \right)$$

Проанализируем получившееся выражение. Сила квадратично зависит от x/L . Также сила зависит от параметра соотношения длины полуокружности блока и каната $\pi R/L$.

Используемая нами при решении модель предполагает, что на протяжении большей части процесса движения у каната есть три участка: висящие слева и справа от блока, а также лежащий на блоке.

Это возможно, если радиус блока мал по сравнению с длиной каната $R \ll L$, тогда $F = Mg \left(8 \left(1 - \frac{x}{L} \right) \frac{x}{L} - 1 \right)$ (рис. 3).

Для конечного положения системы $\left(\frac{x}{L} = \frac{1}{3} \right)$, заданного в условии задачи, ответ

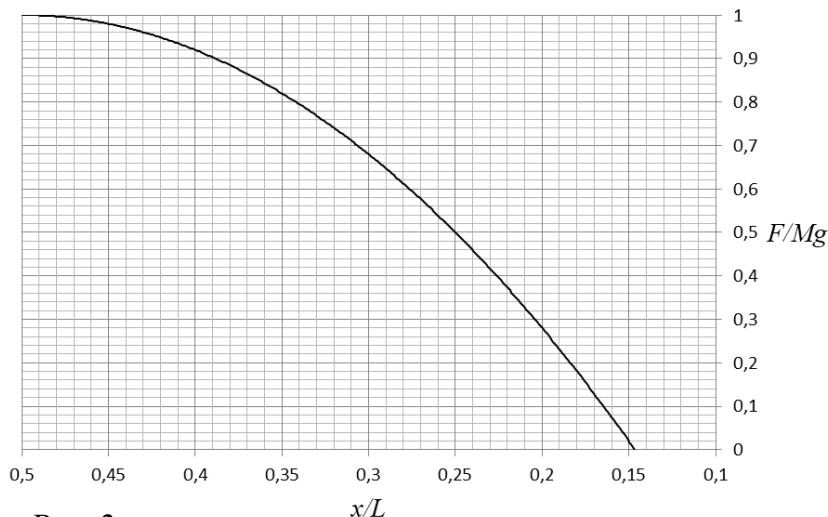


Рис. 3

$F = \frac{7}{9} Mg$. Этот результат отличается от удвоенной силы натяжения каната $2T = \frac{8}{9} Mg$ на величину суммарного воздействия силы инерции $\frac{Mg}{9}$ на участок каната, движущийся по блоку.

Блок не может притягивать канат, значит $F > 0$. Из неравенства легко заме-

тить, что $\frac{1}{2} \left(1 - \frac{\sqrt{2}}{2} \right) < \frac{x}{L} < \frac{1}{2} \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{2} \right)$. Это ограничение можно интерпретировать так,

что когда с одной стороны блока остаётся часть каната, длина которой перестаёт быть много больше длины участка, находящегося на блоке, мы выходим за границы применимости нашей модели $R \ll L$ и понимаем, что в данный момент происходит отрыв каната от поверхности блока и сила взаимодействия обнуляется. При значениях $R/L > 0,01$, используемая нами при решении модель перестаёт работать.

Итак, при исследовании построенная модель остаётся, но меняется вспомогательная деятельность, которая формирует процесс исследования и тем самым определяет границы применимости модели, следовательно, прогнозирует граничные условия.

Заключение. Исходя из перспективных задач по активизации методической деятельности, расцениваем методические вопросы, касающиеся умений определять границы применимости моделей как неотъемлемую часть модельного обучения школьников. Относим умения решать задачи с новыми методологическими функциями, в частности на определение границ применимости моделей, к базовым модельным знаниям. Подобные знания в сфере моделирования имеют огромное значение для школьников, развивая модельное техническое мышление, логику и творческие способности, подготавливая к будущей профессиональной деятельности в технических, инженерных и др. направлениях.

Исходя из нашего опыта работы в рамках дополнительного физического образования, определяем процесс освоения таких умений не только как значимый в объёме знаний школьников по моделированию, но и в достаточной степени интересный, по мнению школьников, углублённо инте-

ресующихся изучением физики. Также рассматриваем его как доступный полноценный ресурс углубления физических знаний учащихся о деятельности учебного моделирования, которому перспективно следует уделять больше внимания в рамках школьной программы. Например, на факультативных занятиях или при подготовке к школьным физическим олимпиадам.

Литература

1. Концепция преподавания учебного предмета «Физика» в образовательных организациях Российской Федерации, реализующих основные общеобразовательные программы, документ принят: 03 декабря 2019. – URL: <https://docs.edu.gov.ru/document/60b620e25e4db7214971c16f6b813b0d/download/2676/>.

2. Концепции развития дополнительного образования детей до 2030 г. (распоряжение Правительства РФ от 31 марта 2022 г. N 678-р). – URL: <http://static.government.ru/media/files/3flgkklAJ2ENBbCFVEkA3cTOsiypicBo.pdf>.

3. Перевоицков Д.В. Методологические аспекты моделирования, определяющие ресурс усвоения школьниками научного метода познания // Модели и моделирование в методике обучения физике: Материалы докл. IX всерос. науч.-теор. конф. – Киров: Науч. изд-во ВятГУ, 2022.

4. Перевоицков. Д.В. О границах применимости физических знаний при изучении астрономии // Физика в школе. – 2021. – № 5. – С. 57-62. – DOI 10.47639/0130-5522_2021_5_57

5. Сауров Ю.А. Построение постнеклассической методики обучения физике: методологический и методический синтез: монография. – Киров: ООО «Издательство «Радуга-ПРЕСС», 2022. – 212 с.

Е. И. ВАРАКСИНА, В. В. МАЙЕР

*Глазовский государственный инженерно-педагогический университет
имени В.Г. Короленко*

ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ОСНОВ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ В ПЕДАГОГИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Обсуждается проблема курса электротехники в педагогических вузах. Предложены примеры лекционных демонстраций для обеспечения связи курса электротехники с курсами общей и экспериментальной физики, методики обучения физике.

Ключевые слова: курс электротехники, педагогический вуз, лекционная демонстрация, сдвиг фаз между током и напряжением.

*Памяти
Юрия Васильевича Голубева
посвящается*

Электротехника – классическая дисциплина, которая многие десятилетия была неотъемлемой частью профессиональной подготовки учителя физики в педагогическом вузе. В последние годы уровень преподавания этой дисциплины неуклонно снижался: уменьшилось выделяемое время

аудиторной работы, изменились формы итогового контроля по дисциплине, сократился лабораторный практикум и т. д. Эта дисциплина приобрела характер небольшого курса по выбору. В настоящее время она в явном виде не включена в ядро высшего педагогического образования.

Между тем, курс электротехники решает важные для будущего учителя физики задачи: 1) знакомство с практическим применением знаний электродинамики; 2) освоение техники безопасности при работе с электрическими цепями и отдельными приборами; 3) наглядное применение математического аппарата в физике.

Проблема выполненного нами исследования: какими должно быть содержание и методика проведения дисциплины «Электротехника» в педагогическом вузе, чтобы она вносила максимальный вклад в развитие профессиональных компетенций студентов в условиях снижения выделяемых на эту дисциплину временных, материальных и кадровых ресурсов? Мы предположили, что указанные выше задачи будут решены, если разработать и внедрить систему демонстрационных опытов, обеспечивающих взаимосвязь курса электротехники с курсом общей и экспериментальной физики и курсом методики обучения физике. Курс электротехники в региональном педагогическом вузе является лишь небольшой частью широкого круга профессиональных обязанностей преподавателя. Поэтому системное и продуктивное применение экспериментов будет обеспечено, если они удовлетворяют следующим требованиям. 1) Не нуждаются для своей подготовки и демонстрации в специализированной аудитории. 2) Опираются на применение в основном самодельного, в редких случаях, стандартного школьного оборудования. 3) Сопровождаются неукоснительным соблюдением техники безопасности и обсуждением её физических основ.

В табл. 1 приведена система опытов, которую мы применяем в процессе преподавания основ электротехники.

В качестве примера рассмотрим эксперименты, которые мы используем при изучении сдвига фаз между током и напряжением в цепи переменного гармонического тока, содержащей конденсатор или катушку индуктивности.

Традиционно при изучении этого вопроса [7, с. 15-24] сначала записывают выражение в тригонометрической форме для мгновенного значения одной из этих величин (сила тока, напряжение) и, пользуясь соотношениями между зарядом и напряжением на конденсаторе или законом электромагнитной индукции для катушки, находят выражение для другой величины. О существовании сдвига фазы свидетельствует аргумент полученной гармонической функции. Строят графики зависимости силы тока и напряжения от времени. Решают ту же задачу с помощью комплексной записи для силы тока и напряжения и рисуют векторные диаграммы. По-

лученные теоретические знания применяются в последующем при решении многочисленных расчётных задач на однофазные цепи переменного тока. Конденсатор и катушка индуктивности рассматриваются также в школьном курсе физики 11-го класса [8, с. 91-94], поэтому студенты педагогического вуза должны хорошо усвоить эту тему в курсе электротехники. Однако наши наблюдения показывают, что студенты формально выучивают этот материал. Они быстро забывают, путаются и не могут объяснить, почему сила тока в цепи с ёмкостной нагрузкой опережает напряжение на конденсаторе, а в цепи с индуктивной нагрузкой сила тока отстаёт от напряжения.

Таблица 1. Система лекционных демонстраций по курсу электротехники

№	Понятие	Демонстрационный эксперимент
1	Предмет электротехники	Передача электроэнергии на расстояние [1]
2	Реальный источник ЭДС	Зависимость напряжения на полюсах батареи гальванических элементов от величины сопротивления нагрузки. Короткое замыкание
3	Эквивалентные преобразования электрических цепей	Экспериментальная проверка правильности эквивалентных преобразований
4	Переменная ЭДС	Генератор Фарадея [2]
5	Однофазные цепи переменного тока	Измерение напряжения в электроосветительной сети мультиметром. Обнаружение фазового и нулевого провода отвёрткой электрика [3]
6	Цепь переменного тока с индуктивностью	Отставание силы тока от напряжения при замыкании цепи постоянного тока с катушкой индуктивности [4, с. 241-242]
7	Цепь переменного тока с ёмкостью	Отставание напряжения на конденсаторе от силы тока при его подключении к батарее гальванических элементов
8	Магнитотвердый ферромагнетик	Намагничивание и размагничивание стального магнита [5]
9	Трансформатор	Повышающий и понижающий трансформатор [4, с. 261-262]
10	Машины постоянного тока	Коллекторный электродвигатель [6]

Оказывается, что для формирования наглядного образа физических явлений, происходящих в цепи с ёмкостной или индуктивной нагрузкой в цепи *переменного* тока, можно использовать два известных опыта с применением источника *постоянного* тока.

Опыт 1. Отставание напряжения от силы тока в цепи с конденсатором. Подготавливают конденсатор большой ёмкости (мы используем два одинаковых параллельно включённых электролитических конденсатора ёмкостью 10 000 мкФ каждый, рассчитанные на напряжение 25 В), две лампы накаливания на 3,5 В и 0,26 А, ключ, батарею гальванических элементов на 4,5 В. Собирают цепь, показанную на рис. 1. Лампа *HL1* моделирует амперметр, а *HL2* – вольтметр. Замыкают ключ. Демонстрируют, что лампа *HL1* вспыхивает раньше лампы *HL2*, затем лампа *HL1* гас-

нет, а *HL2* загорается и светится постоянным накалом. Таким образом, по мере зарядки конденсатора сила тока в цепи уменьшается, а напряжение на нём растёт.

Опыт 2. Отставание силы тока от напряжения в цепи с катушкой индуктивности. Используют вариант известного классического опыта по демонстрации самоиндукции [4, с. 241–242]. Для него готовят катушку индуктивности, например, индуктивностью 0,5 Гн и активным сопротивлением 1,7 Ом, резистор примерно такого же сопротивления (1,8 Ом), две лампы накаливания на 3,5 В и 0,26 А, ключ, батарею

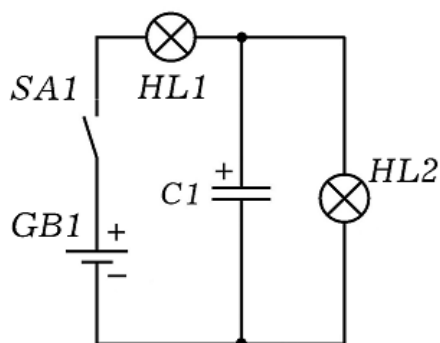


Рис. 1

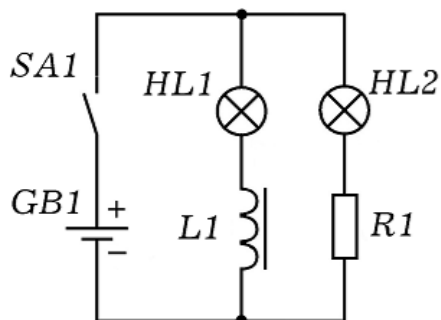


Рис. 2

гальванических элементов на 4,5 В. Собирают цепь по схеме рис. 2. Лампа *HL1* моделирует амперметр, а *HL2* вместе с резистором *R1* – вольтметр. Замыкают ключ. Лампа *HL1* загорается позже, чем *HL2*. Таким образом, сила тока в катушке индуктивности нарастает постепенно и достигает максимума позже момента появления напряжения на катушке.

Рассмотренные цепи собраны на платах из картона, на лицевой стороне которых нарисованы принципиальные схемы. Это позволяет в течение нескольких минут на лекции дать студентам образ физического явления, позволяющий им понять и запомнить, в каком случае сила тока отстает от напряжения, а в каком случае – напряжение от силы тока.

Литература

1. Майер В.В., Вараксина Е.И. Дидактический ресурс ученического проекта: демонстрация передачи электроэнергии на расстояние // Физика в школе. – 2017. – № 8. – С. 3-7.
2. Mayer V.V., Varaksina E.I. Electromagnetic Faraday generator and its application // Physics Education. – 2017. – V. 52. – 045018 (7pp)
3. Майер В.В., Вараксина Е.И. Переменное напряжение и порошковые фигуры // Потенциал. – 2015. – № 6. – С. 65-73.
4. Демонстрационный эксперимент по физике в старших классах средней школы: Т.2. Электричество. Оптика. Физика атома / В.А. Буров, Б.С. Зворыкин, А.П. Кузьмин, А.А. Покровский, И.М. Румянцев; под ред. А.А. Покровского. – М.: Просвещение, 1972. – 448 с.
5. Закиров Р.Р. Полосовой магнит как объект демонстрационного эксперимента // Физика в школе. – 2008. – № 7. – С. 32-35.
6. Майер В.В., Вараксина Е.И. Современные модели электродвигателей для учебного физического эксперимента // Учебная физика. – 2009. – № 4. – С. 3-10.
7. Евсюков А.А. Электротехника: Учеб. пособие для студентов физ. спец. пед. ин-тов. – М.: Просвещение, 1979. – 248 с.
8. Физика: 11-й класс: базовый и углублённый уровни: учебник / Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, В.М. Чаругин; под ред. Н.А. Парфентьевой. – М.: Просвещение, 2024. – 432 с.

К. А. КОХАНОВ

Центр дополнительного образования одаренных школьников, г. Киров

ИЗУЧЕНИЕ СОВРЕМЕННОЙ КАРТИНЫ МИРА В КУРСЕ ФИЗИКИ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ

Затронута проблема знакомства учителей и школьников с основами современной физической картины мира, предложены подходы к решению проблемы.

Ключевые слова: современная физика, методика обучения физики в школе, познавательный интерес.

Не секрет, что проблема освоения школьниками современной физической картины мира *в практике* современной школы (и, к сожалению, методической науке) далеко не центральная, и даже не актуальная. Учителю с большим трудом удаётся решать самые насущные проблемы: формировать у школьников базовые понятия и навыки решения задач, готовить к успешной сдаче ОГЭ и ЕГЭ... Тем более, что с каждым годом это становится всё сложнее, ведь интерес к физике неуклонно падает не только у детей, но и у «социального заказчика» – общества.

Не вдаваясь в причины обозначенных проблем, считаем нужным, тем не менее, обратить внимание на их взаимосвязь. Отвергая самую возможность знакомить школьников с современными знаниями и достижениями современной науки, учитель лишает себя значительного ресурса в формировании и поддержании познавательного интереса школьников.

Наш опыт проведения всероссийского естественно-научного конкурса «Астра» показывает, что дети школьного возраста по самой природе не равнодушны к захватывающим сюжетам об открытиях и изобретениях, о научных проблемах и поисках их решений. Так, участвуя в указанном конкурсе школьники неожиданно активно и вместе с тем вдумчиво отвечают на науковедческие вопросы, выходящие за рамки школьной программы или за страницы учебника. Вот несколько примеров вопросов и процентов верных ответов на них учеников 10/11-х классов.

Вопрос конкурса 2022 года (правильный вариант ответа выделен жирным шрифтом) [1]: устройство ТОКАМАК, предназначенное для запуска термоядерной реакции, буквально окутано проводниками (на рис. 1 они оранжевого цвета), выдерживающими токи огромной величины. Какова роль этих проводников?

А) Нагревание, выделение гигантского количества теплоты. Б) Подвод электрической энергии к электролитической ванне. **В) Создание интенсивного магнитного поля, удерживающего высокотемпературную плазму в зоне реакции** (70/71% от 1215/925 учеников из 60 регионов, не отве-



Рис. 1

чали – 1%). Г) Получение индуцированного электрического тока от изменяющегося магнитного поля высокотемпературной плазмы. Д) Отвод электрической энергии, полученной непосредственно при термоядерной реакции.

2023 год [2]. В середине прошлого века в телефонной компании Белла при изучении беспроводной передачи электромагнитных сигналов с длиной волны 7,35 см зарегистрировали шумы, которые посчитали аппаратными помехами. Позднее было обнаружено, что шумы фиксируются и на других длинах волн (см. график). Учёные до сих пор активно изучают эти сигналы, поскольку они являются ...



Рис. 2

А) реликтовым излучением с частотой колебаний около 10^{11} Гц, возникшим в результате Большого взрыва (63/71% из 1382/803 учеников, не отвечали – 1%). Б) Полярными сияниями с периодом повторения около 10^{-11} с. В) опасным излучением от сверхновой, распространяющимся со скоростью $3 \cdot 10^8$ м/с в сторону Земли. Г) электромагнитными волнами с длиной волны 7,35 см, создаваемыми всеми земными электроприборами. Д) солнечным ветром, имеющим наибольшую интенсивность на длине волны 0,26 см.

2024 год [3]. В фантастических произведениях часто предсказывается скорое использование человечеством управляемой термоядерной энергетики. Ведь достаточно лишь сжать активное вещество до значений, достигнутых в недрах звёзд ... Но проблема состоит в том, что в громадных звёздах сжатие осуществляется исключительно (1) полем, а в земных реакторах более интенсивным (2) полем, которое кроме притяжения может приводить и к отталкиванию вещества, а значит и к возможности спонтанного разрушения зоны реакции. Укажите названия полей.

А) 1 – ядерное, 2 – гравитационное. Б) 1 – гравитационное, 2 – магнитное (70/74% из 1179/704 учеников, не отвечали – 1%). В) 1 – электрическое, 2 – гравитационное. Г) 1 – слабое, 2 – магнитное. Д) 1 – магнитное, 2 – ядерное.

Однако, чтобы учитель мог обсуждать со школьниками такого рода вопросы, он должен быть готов к ним сам. Но, видимо, именно в этом и состоит корень обеих обозначенных проблем: учитель не обсуждает со школьниками «трудные» вопросы не столько потому, что они не интересны детям, сколько потому, что они входят в зону его собственных (мировоззренческих) интересов. А ведь ещё в прошлом веке по этому поводу В.В. Мултановский писал, что учитель лишь в том случае может благотворно влиять на мировоззрение учащихся, когда имеет сформированное *собственное* мировоззрение, опирающегося на конкретные сведения из всей современной физической науки [4, с. 6].

На то, что особый мировоззренческий и образовательный потенциал предмета скрыт именно в совместной деятельности учителя и ученика по освоению новых знаний, знакомству с современными достижениями науки указывали практически все физики – популяризаторы науки. Единодушны в этом и действующие методисты-физики. Так эксперты издательства «Просвещение» убеждены, что «лишь только когда на уроках

есть место современной науке, учебная физика в мировоззрении школьников не расщепится на «старую» (из учебников) и «новую» (из научно-популярных журналов), не покажется «сухой» и тривиальной, а представит единой, динамичной, «живой» системой» [1]. Я.И. Перельман, А.М. Семихатов [5, с. 7], Дж. Уокер [6, с. 10] и др. считают ознакомление школьников с основами современной физики *обязанностью* учителя: на уроке необходимо говорить обо всех, в том числе и наиболее трудных, *но важных* вопросах науки. В.Г. Разумовский обозначает позицию ещё жёстче: каждый выпускник школы должен в конечном счёте в совершенстве овладеть современными научными понятиями, включая стволовая клетка, ... миллимикрон, ... ядерная энергия ... Отсутствие совместной работы учителя и ученика по освоению нового есть прямой путь к безграмотности всего населения, что в современных условиях есть предписание бедствия... [7, с. 26]. Ю.А. Сауров дополняет, что все осваиваемые системы знаний должны непрерывно вытекать одна из другой, усложняясь и дополняясь... в противном случае неминуема деградация [7, с. 9].

Вопрос о том, как организовать свою деятельность, а затем и работу школьников на сегодняшний день открыт, хотя и подходов к его решению сделано немало. На наш взгляд, один из самых обоснованных и вместе с тем технологичных подходов предложен В.В. Мултановским: основой для проектирования содержания учебной деятельности должны стать теоретические обобщения физической науки, такие как понятия пространства и времени, элементарных частиц, универсальных физических величин, фундаментальных взаимодействий... [4, с. 5]. Технологии использования материала современной физики для работы на уроке исчерпывающе представлены в книге «Физика как компонент естественнонаучной картины мира» [4]. Указанная книга – пособие для учителей как для ежедневного чтения, так и источник актуальных и вместе с тем глубоких по существу вопросов для обсуждений на уроке: *почему величина полей $\vec{E}$ и $\vec{B}$ оказалась пропорциональной создающему полю заряду? Как движутся кванты электростатического поля, если само поле не обладает импульсом, в нём нет потока энергии?* ... В книге доступно и в то же время достаточно полно представлены основы всех современных физических теорий, приведены наиболее яркие и наглядные иллюстрации современных достижений, сформулированы актуальные вызовы.

В.В. Мултановский показывает, что построить достаточно лаконичное и вместе с тем полное изложение основ современной физики можно на основании допущения о том, что «математическая компонента в раскрытии содержания современной физики не всегда важна, поскольку при раскрытии именно качественных ... характеристик мира устанавливаются всеобщие и исходные связи в нём, а физика оказывается одной из основных мировоззренческих наук о неживой природе» [4, с. 4]; «например,

диаграммы Фейнмана могут помочь сделать ряд важных выводов о законах взаимодействия и движения в микромире, не прибегая к самой математической теории, использующей диаграмму как подробное средство» [4, с. 66]. Кстати, этот тезис перекликается и с позицией самого Р. Фейнмана [5].

Книга построена таким образом, что практически для каждого урока изучения нового материала учитель сможет подобрать материал для совместного обсуждения со школьниками. Форма постановки проблем, глубина проработки вопросов, вместе с тем простота их изложения позволяет сделать книгу незаменимым помощником учителя в поиске вдохновения для собственной работы и организации познавательной деятельности на уроке. Предлагаем каждому учителю убедиться в этом!

В заключении хотелось бы поделиться некоторыми замечаниями по использованию материала современной физики, сделанными признанными деятелями физической и методической науки

– Учитель не должен пытаться «рассказать обо всём», но материал должен возбуждать познавательный интерес, показывать прямую взаимосвязь развития науки и жизни людей [6, 7].

– Сообщение нового материала не должно приводить к перегрузке школьников. Избежать этого позволяют именно теоретические обобщения... Материал должен обогащать представление о физической картине мира, новая теория должна быть средством освоения современного способа мышления [8].

– Учитель не должен избегать никаких, даже самых трудных вопросов ... Ведь и «учёный не всегда ясно понимает то, чем он занимается или что пытается объяснить другим. Сам А. Эйнштейн признавался, что так и не понял созданную при его участии кантовую механику...» [9, с. 6]. Недостаточное/неполное знание в обучении должно быть мотивом к освоению нового, основой познавательного интереса школьников, двигателем самообразования учителей, а не причиной стагнации.

– Учитель должен из урока в урок свидетельствовать о том, что в науке постоянно свершаются открытия и происходят интересные события, освещать идейные, экспериментальные и технические аспекты, которыми живёт современная наука [10].

Наш опыт преподавания в старших классах, показывает, что одной из наиболее эффективных форм представления сложного материала является его представление в виде задачных ситуаций, в особо обострённой форме иллюстрирующих тот или иной удивительный факт, противоречие с имеющимися знаниями. В заключении представим несколько вопросов, которые мы предлагаем школьникам при изучении физики атомного ядра.

1) *Альфа-воссоединение.* α -распад самопроизвольное непредсказуемое явление вылета ядра гелия из более крупного ядра. У находящейся в ядре α -частицы всегда

недостаточно кинетической энергии для преодоления притяжения к ядру. Вылет происходит из-за случайного преодоления α -частицей этого притяжения (туннельного перехода). Почему никогда не наблюдается обратное явление – поглощение ядром α -частицы, находящейся за пределами ядра? (*Из-за чрезвычайно малого времени взаимодействия.*)

2) *Несуществующее β -превращение.* К процессам β -превращений относится так называемый К-захват, то есть захват ядром электрона из атомной оболочки (из К-оболочки), сопровождающийся превращением протона в нейтрон: $p + e^- \rightarrow n + \nu_e$. Почему среди β -превращений не выделяют не запрещённый никакими законами сохранения захват позитрона $n + e^+ \rightarrow p + \bar{\nu}_e$? (*Позитроны не могут подобно электронам двигаться вокруг положительно заряженного ядра, поэтому вероятность соединения нейтрона, находящегося в ядре, с позитроном практически равна нулю.*)

3) *Причина теоретического введения экспериментально неоткрытой частицы нейтрино.* β -распад всегда происходит при участии чрезвычайно лёгких частиц – нейтрино. Экспериментально нейтрино зарегистрировано гораздо позже его теоретического «обнаружения». «Автор» нейтрино Вольфганг Паули был уверен, что в ближайшей перспективе нейтрино не будет экспериментально зарегистрировано. Какие аргументы были выдвинуты исследователями – теоретиками, чтобы считать существование нейтрино бесспорным?

(Для определённости рассмотрим β -распад: $n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e$. Необходимость введения нейтрино обусловлено несколькими причинами. Рассмотрим две из них. Во-первых, речь идёт о квантовых частицах. Их динамическое поведение описывается законами сохранения энергии и импульса. Поскольку законов только два, то для случая распада без нейтрино $n \rightarrow p + e^-$ получилось бы, что энергии рождающихся частиц получаются дискретными, и, в частности, электрон приобретал бы строго определённые значения энергии, подобно электронам в атомной оболочке. Но на практике спектр энергий «радиоактивного» электрона оказался непрерывным, что может означать только одно – рождающихся частиц не две, а три, и два закона не позволяют предсказать распределение энергий между частицами.

Во-вторых, протон, нейтрон и электрон обладают собственными моментами импульса (спинами), значения которых равны либо $1/2$, либо $-1/2$. В процессе распада суммарное значение момента импульса должно сохраняться. Если бы при распаде рождалось всего две частицы, то закон сохранения спина в принципе не мог бы выполняться.)

4) *Возможный–невозможный β -распад.* Помимо обычного β -распада, в природе встречается и двойной β -распад, когда из ядра одновременно вылетают 2 электрона и 2 антинейтрино. При детальном изучении явления было обнаружено, что двойному β -распаду подвержены ядра, зачастую стабильные по отношению к «обычному» β -распаду, точнее имеющие недостаточную энергию для распада. Почему ядра, не способные к одиночному бета-распаду, участвуют в двойном β -распаде? (*При β -распаде (обычном или двойном) меняется число протонов Z в ядре, при этом суммарное число нуклонов A остаётся постоянным. Зависимость энергии связи ядра от Z при постоянном A сильно нелинейна (и даже немонотонна), таким образом, существуют ядра, у которых их соседи с числом протонов, отличающимся на 1, обладают большей энергией, чем само ядро, так что обычный β -распад запрещён законом сохранения энергии, а ядра, отстоящие по Z на 2, наоборот, имеют сильно меньшую энергию покоя, и разность энергий достаточна для испускания сразу 2 электронов и нейтрино.*)

5) *Интерференция лазерных пучков.* Если пучок от лазерной указки расширить с помощью линзы, то на экране можно наблюдать интерференционную картину, вызванную неоднородностью линзы. Будет ли наблюдаться новая интерференционная картина, если совместить на экране расширенные пучки от двух лазерных указок? *(Нет, так как пучки не будут когерентными.)*

6) *Интерференция одиночных электронов.* Некоторые объяснения исторического опыта по дифракции электронов на монокристалле никеля (1927 г., К. Дэвиссон и Л. Джермер) основаны на неправильном предположении о том, что дифракционные картинки электроны образуют не только из-за взаимодействия с частицами монокристалла, но и друг с другом. Каким образом удалось рассеять эти сомнения? *(Электроны запускались через щель не только группой, но и по отдельности. Реальный эксперимент был проведён лишь в 1989 году [11, с. 21]. Отметим, что ещё в издании 1976 года Фейнмановских лекций по физике подчёркивалась невозможность реального проведения опыта: «Заранее предупреждаем вас: не пытайтесь проделать этот опыт, его никогда никто так не ставил, ведь для получения эффекта прибор должен быть чересчур миниатюрным» [12, с. 208].)*

Литература

1. Итоги конкурса «Астра» в 2022/2023 учебном году: задания, ответы, результаты. – Киров: ООО «Игра», 2023. – 68 с.
2. Итоги конкурса «Астра» в 2023/2024 учебном году: задания, ответы, результаты. – Киров: ООО «Игра», 2023. – 68 с.
3. Итоги конкурса «Астра» в 2024/2025 учебном году: задания, ответы, результаты. – Киров: ООО «Игра», 2025. – 68 с.
4. Мултановский В.В. Физика как компонент естественнонаучной картины мира. Красноярск: «Гротеск». – 2007. – 253 с.
5. Фейнман Р. КЭД – странная теория света и вещества. – М.: Наука, 1988. – 144 с.
6. Семихатов А.М. Всё что движется: Прогулки по беспокойной Вселенной от космических орбит до квантовых полей. – М.: Альпина нон-фикшн, 2022. – 628 с.
7. Уокер Дж. «Новый физический фейерверк. Сборник качественных задач по физике» – М: Манн, Иванов и Фербер, 2019. – 456 с.
8. Сауров Ю.А. Построение постнеклассической методики обучения физике: методологический и методический синтез: монография. – Киров: ООО «Издательство «Радуга-ПРЕСС», 2022. – 212 с.
9. Фейнман Р. Характер физических законов. – М.: Мир. – 1968. – 232 с.
10. Изучение вопросов современной физики в школе. – URL: https://prosv.ru/articles/izuchenie-voprosov-sovremennoy-fiziki-v-shkole/?utm_source=yandex.ru&utm_medium=organic&utm_campaign=yandex.ru&utm_referrer=yandex.ru
11. Гринштейн Дж., Зайонц А. Квантовый вызов, Современные исследования квантовой механики. – Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2008. – 400 с.
12. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. – М.: Мир, 1976. – 496 с.

IV. МОДЕЛИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПРОЦЕССЕ УСВОЕНИЯ ЗНАНИЙ

О. В. МИНИНА

Центр дополнительного образования одаренных школьников, г. Киров

ОПЫТ ФОРМИРОВАНИЯ ОСНОВ ФИЗИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ У ДОШКОЛЬНИКОВ И МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ

В статье рассмотрены особенности освоения основ физических знаний младшими школьниками.

Ключевые слова: моделирование, экспериментирование, физическая игра.

При обучении физике многие сталкиваются с трудностями усвоения методологических понятий, описании явлений. В средней школе многие учащиеся затрудняются с разделением таких понятий, как объект, явление, физическая величина, единица измерения. Многие испытывают трудности в выделении явлений при решении теоретических и экспериментальных задач.

При работе с дошкольниками и младшими школьниками оказалось, что они довольно легко усваивают эти понятия через игровую деятельность, экспериментирование.

Работа с дошкольниками проводилась в МКДОУ № 13 города Кирова в рамках занятий по экспериментальной деятельности. Проведение занятий с детьми возраста 5–7 лет имеет свои особенности. В этом возрасте у детей стойкий познавательный интерес, они стремятся к изучению окружающего мира. Однако в этом возрасте мышление у детей наглядно-образное. Это значит, что усвоение новых понятий возможно через взаимодействие с реальными объектами, проигрывание ситуаций.

Как оказалось, при систематических занятиях дети хорошо усваивают основные этапы научного метода познания «гипотеза – эксперимент – теория», учатся выделять физические объекты, называть наблюдаемые явления, выдвигать гипотезы и проверять их экспериментально, учатся использовать физические приборы для измерения физических величин. Безусловно, в этом возрасте дети ещё не могут в большинстве своём совершать сложные математические операции. Однако могут определить цену деления несложных приборов, например, комнатного термометра.

С дошкольниками и младшими школьниками методологические понятия хорошо закрепляются в игре. Примеры простых игр:

1. Детям показывают предмет, например, кубик из конструктора. Далее детям предлагают ответить на вопросы: «Из какого вещества изготовлен предмет?», «При помощи каких величин мы можем описать свойства предмета?», «Какие приборы нужны для измерения этих величин?», «В каких единицах сможем измерить эту вели-

чину?». На первых этапах детям предлагаются карточки с вариантами ответа, либо предметы. Например, для ответа на вариант вопрос о том, из какого вещества изготовлен кубик, можно показать кусочки разных веществ, называя их: древесина, ластик, металл.

2. Собери правильные цепочки: физическая величина, прибор для измерения, единицы измерения. Все слова распечатываются на отдельных карточках, к приборам кроме названий добавляется изображение. Примеры цепочек из слов для игры: линейка – расстояние – сантиметр, весы – масса – килограмм, термометр – температура – градус Цельсия, шприц – объём – миллилитр, спидометр – скорость – километр в час.

3. Назови то, что наблюдаешь (например, падение, а затем отскок мяча от пола). Предположи, почему это происходит и как можно исследовать (например, изучить зависимость высоты подскока от начальной высоты падения мяча, от поверхности, от которой отскакивает мяч). Проверь свою гипотезу на опыте.

Работа с младшими школьниками проводилась в летних образовательных проектах «Головоломка», «Чудеса вокруг нас», «Приключения и наука», а также в течение учебного года на занятиях кружка «Чудеса вокруг нас» на базе КОГАОУ ДО ЦДООШ.

При работе с младшими школьниками уже можно вводить понятие физической модели. Например, изучая тему «Строение вещества», мы говорим о том, что вещества состоят из частиц. Агрегатные состояния вещества отличаются друг от друга расположением частиц, характером их движения и взаимодействия. Учащимся бывает сложно представить различия между агрегатными состояниями. На помощь снова приходит игра. Представляем себе, что учащиеся – частички вещества, и моделируем твёрдое тело, жидкость, газ. Эти же представления могут помочь при изучении явления диффузии, сравнении скорости распространения звука в разных средах.

Отдельно хотелось бы остановиться на экспериментировании. При работе с младшими школьниками удаётся проводить довольно серьёзные исследования. Например, изучение процесса раскачивания на качели. Моделируя качели, используя измерительные инструменты, ребята делают серьёзные выводы о том, в каких точках траектории скорость максимальна, как влияет на характер колебаний наличие вынуждающей силы и прочее. Учащимся очень нравится изучать реальные объекты, моделируя их при помощи простого лабораторного оборудования.

Наблюдая в дальнейшем за школьниками, с которыми мы занимались физикой в детском саду, начальной школе, стоит отметить, во-первых, у многих из них в среднем звене сохранился интерес к предмету, во-вторых, они уверенно выделяют явления, грамотно организуют эксперимент и делают выводы, в-третьих, дойдя по школьной программе до ранее рассмотренных в пропедевтических курсах тем, школьники уже уверенно представляют себе связь изучаемых моделей с жизнью. Пропедевтические курсы закладывают основу формирования физического мышления.

Д. А. ЧИГРИКОВА

*Вятский государственный университет,
МБОУ «СОШ № 54 им. Р. Ердякова» г. Кирова*

О ПРОБЛЕМЕ ФОРМИРОВАНИЯ И ДИАГНОСТИКИ ЗНАКОВОГО МЫШЛЕНИЯ УЧАЩИХСЯ ПРИ РАБОТЕ С МОДЕЛЯМИ

В статье рассматривается моделирование как ведущая деятельность при формировании знакового физического мышления. В ходе диагностики обучающихся выделены проблемы, указывающие направления работы по развития мышления школьников.

Ключевые слова: знаковое мышление, моделирование, модели.

Постановка научно-методической проблемы. Знаковое мышление характеризуется как способность использовать знаки, символы и модели для представления и обработки информации [3]. Поскольку мышление проявляется и формируется в деятельности человека, знаковое мышление можно представить в виде совокупности умений, которыми должен овладевать каждый обучающийся. Одним из умений является способность интерпретировать и представлять информацию (условия задачи, обозначение физического явления и т. д.) в виде модели. Уровень овладения этими умениями проверяется и в заданиях ЕГЭ по физике, в частности, задания второй части прямо требуют построения знаковых моделей явлений в виде рисунков. В этом случае наличие правильного рисунка включается в описание правильного ответа, а также в условия для выставления полного балла за задачу [4]. То есть важно организовать освоение учащимися этапов построения различного вида моделей и приёмов работы с ними.

Знаковая модель и её классификация с позиции знаковой системы. По Р.Н. Галиахметову знаковая модель – это мысленная или идеальная модель, в которой элементы, отношения и свойства моделируемых явлений выражены с помощью определённых знаков. Примерами такой модели могут являться математические выражения и уравнения, физические и химические формулы и др. [1] По одной из классификаций знаковые модели можно разделить на следующие виды: графические и математические. Иногда отдельно выделяют рисуночно-фотографические модели. Мы же рисунки относим к графическому виду знаковой модели. Разберём подробнее каждый из них.

Графическое моделирование представляет собой метод, при котором результаты расчётов представляются в виде знаковых систем (графиков, диаграмм, траекторий). Выделяются следующие цели использования графического моделирования в физике: определение величины (построение графиков зависимости одной физической величины от другой), наглядность (изменение по графикам различных процессов и явлений), структурированность (представление в виде рисунка условия задачи).

Математическое моделирование – это процесс построение и изучения математических моделей реальных процессов и явлений. Р.Р. Садыкова в своей статье упоминает, что в физике вводятся количественные характеристики, а также отношения между переменными, что образует основу математического моделирования [2].

То есть самое первое, что должно быть сделано после прочтения условия задачи – это его реконструкция. Благодаря ей учащийся может увидеть условие не как что-то далёкое от жизни, а как совокупность реальных природных явлений. Далее необходимо составить графическое представление решения и его математическую модель. На этих этапах происходит переход от конкретного к абстрактному.

Об исследовании проблем организации моделирования физического явления учащимися. Одной из методических проблем формирования знакового мышления является отсутствие общепринятых методик его диагностики. В рамках нашего исследования была показана эффективность подхода представления этого вида мышления в форме совокупности умений. Применительно к деятельности моделирования мы выделили умения и предложили для диагностики следующие задания (табл. 1).

Таблица 1. Содержание диагностирующей работы (выборочные задания)

<i>№</i>	<i>Тип задания</i>	<i>Проверяемые умения</i>
2	Начертите схему электрической цепи, состоящей из источника тока, реостата, лампочки и двух ключей, так, чтобы лампочка и реостат включались отдельно	Выделять объекты и явления в окружающем мире, в текстах заданий и фиксировать в знаках – схемах, рисунках
3	Тело движется равнозамедленно вниз вдоль наклонной шероховатой плоскости. Укажите на рисунке все силы, приложенные к телу; направление векторов скорости и ускорения	Строить модельные рисунки по описанию физических явлений и объектов
5	По графику зависимости координаты тела от времени, опишите характер движения трёх тел – I, II, III	Интерпретировать знаковые системы (рисунки, схемы, графики), соотнося их с реальными объектами и явлениями
7	Представлен график зависимости скорости тела от времени. Постройте график зависимости ускорения этого тела от времени	Строить и анализировать графики физических зависимостей, извлекать из них информацию, интерпретировать участки графиков с точки зрения физических процессов
8	На рисунке показан график зависимости температуры t эфира от времени его нагревания и последующего охлаждения. Установите соответствие между процессами и участками графика	Интерпретировать физические процессы по графику (рисунку)

Исследование проводилось на базе двух школ г. Киров среди учащихся 10-х класса (40 человек). Результаты представлены на рис. 1.

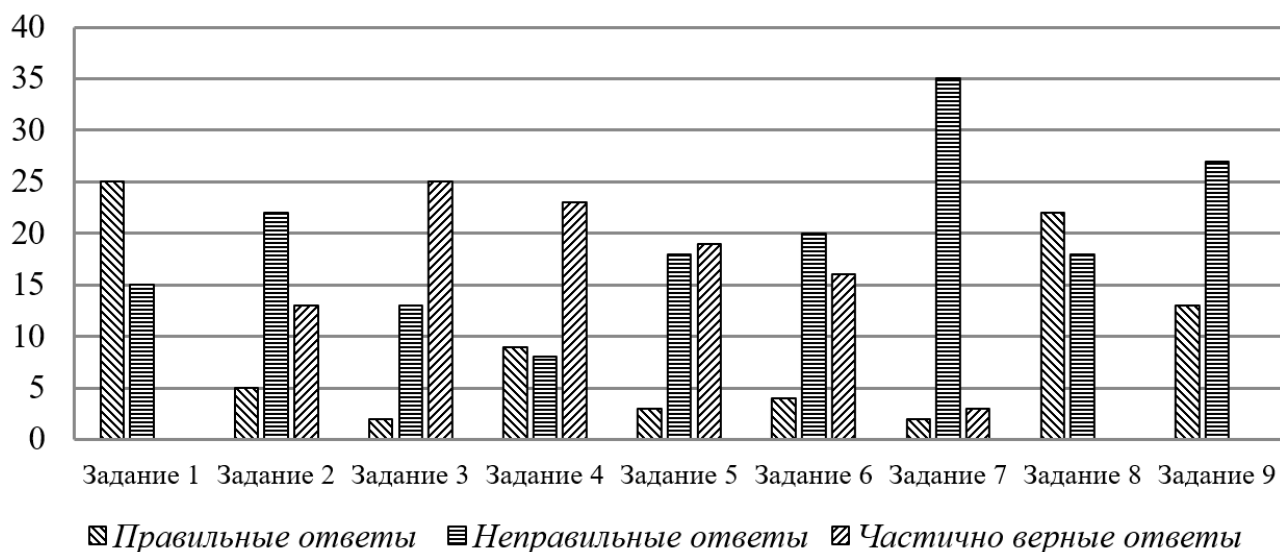


Рис. 1. Результаты выполнения диагностических заданий

Анализируя полученные данные, можем сказать, что абсолютного правильных решений получено не было. Отмечается высокая отрицательная динамика результатов по выполнению задания 7, в котором необходимо было построить график по условиям задачи.

Разберём типичные ошибки при решении заданий из диагностики.

В задании 2 от учащихся требовалось построить электрическую цепь по описанию, важно было отметить все элементы. Более 60% учащихся безошибочно справились с данным заданием, но остальные не понимали, что собой представляет электрическая схема.

Умение строить модельные рисунки по описанию физических явлений и объектов проверялось в задании 3. Максимальная оценка в 2 балла ставилась при правильной расстановке сил, указании векторов скорости и ускорения тела. Типичные ошибки заключались в отсутствии указания векторов скорости и ускорения, а также в выделении сил (силы реакции опоры, силы тяжести). Основная трудность возникла в подписи осей графика, а далее в использовании данных из предложенного графика.

Умение анализировать графики с дальнейшим описанием явления проверялось в заданиях 5 и 8. Старшеклассники не смогли определить характер движения тела и физические величины, включая скорость движения тела.

При выполнении задания 7 учащиеся не смогли построить график, поскольку не справились уже с подписью осей графика, получением новых данных из полученного графика.

Исходя из результатов диагностики, можем сделать вывод, что у большинства учащихся не сформировано знаковое мышление, причём пробелы проявляются уже на этапе построения модельных рисунков.

Выводы. Таким образом, графическое и математическое моделирование играет важную роль в процессе обучения в школе. Они позволяют учащимся лучше понять сложные (составные) физические явления, превращая абстрактные концепции в наглядные и осмысленные образы. Использование моделей способствует развитию знакового мышления, умения работать с данными и применять знания на практике. Интеграция графического и математического моделирования в образовательном процессе повышает эффективность изучения физики и формирует у школьников важные компетенции для дальнейшего обучения и жизни.

Литература

1. Дуреева Н.С., Галиахметов Р.Н. Роль моделей в теории познания: учебное пособие. – Красноярск: Сиб. Федер., 2011. – 192 с.
2. Садыкова Р.Р. Математическое моделирование физических процессов. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/matematicheskoe-modelirovanie-fizicheskikh-protsessov>
3. Салмина Н.Г. Знак и символ в обучении. – М.: МГУ, 1988. – 288 с.
4. Министерство образования и науки Российской Федерации. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования. Физика. – URL: <https://fgos.ru/fgos/fgos-03-03-02-fizika-891/> (дата обращения: 24.09.2025).

А. С. СУХИХ

Вятский государственный университет, МБОУ «СОШ № 20» города Кирова

О ПРОБЛЕМЕ ОЦЕНИВАНИЯ УРОВНЯ РАЗВИТИЯ ФИЗИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ УЧАЩИХСЯ БАЗОВОЙ ШКОЛЫ

В статье затрагиваются проблемы оценивания уровня развития физического мышления школьниками. Обсуждается необходимость разработки чётких критериев и методик для формирования и диагностики физического мышления у обучающихся базовой школы.

Ключевые слова: физическое мышление, формирование, критерии, базовая школа, педагогическое тестирование и анализ.

Постановка научно-методической проблемы. Формирование физического мышления является одной из ключевых задач современного физического образования. Не составляет исключения и базовая школа.

Физическое мышление представляет собой особый вид предметно-специфического мышления, который формирует у учащихся научную картину мира и развивает умение осмысленно использовать физические знания и законы для объяснения и предсказания физических явлений.

В условиях общеобразовательной школы наблюдается серьёзное несоответствие между требованиями образовательных стандартов и фак-

тическим уровнем сформированности у школьников физического мышления. Часто знания учащихся фрагментарны, несистемны, а навыки применения понятий и законов механистично воспроизводятся без глубокого понимания. Это препятствует развитию критического мышления, творческого подхода и познавательной активности. Одной из главных проблем является недостаточная разработанность и системность подходов к формированию физического мышления на уроках физики в базовой школе. Отсутствие чёткой модели физического мышления, критериев его диагностики и эффективных дидактических условий затрудняет целенаправленное развитие учащихся.

На основании анализа методической литературы [3, 6] можно выделить основную научно-методическую проблему: несмотря на признание важности формирования физического мышления как ключевого результата обучения физике, отсутствует систематизированный и технологичный подход к диагностике и формированию его компонентов у школьников. Следствием является неустойчивое освоение учащимися критически важных мыслительных структур, таких как выбор объектов физического явления, работа с моделями и знаками, а также применение теоретических понятий в изменённых условиях обучения.

В результате педагогические технологии не в полной мере обеспечивают развитие умений физического мышления. Требуется не только чёткое выделение компонентов физического мышления, но и разработки эффективных диагностических методик и методических приёмов для целенаправленного формирования данных навыков.

Теоретико-экспериментальное основание для решения проблемы. Традиционные методы оценки, такие как оценка правильности решения задач или воспроизведения формул, не дают полного представления о глубине усвоения материала. Чтобы оценить не только знания, но и умение применять их в различных ситуациях, необходимы диагностики с конкретными критериями развития мышления учащихся.

Критерии – это признаки, характеристики или показатели, с помощью которых оцениваются, сравниваются и принимаются решения о чём-либо. Когда мы говорим о критериях физического мышления, мы имеем в виду признаки или элементы, которые характеризуют способность человека эффективно воспринимать, анализировать и решать задачи, связанные с физическими явлениями.

Критерии развития физического мышления включают ряд компонентов.

1. *Знание основных понятий и законов:* учащиеся должны демонстрировать понимание фундаментальных физических концепций, включая законы динамики, сохранения энергии и импульса.

2. *Умение решать задачи*: способность применять теоретические знания для решения конкретных задач, выбирать необходимую информацию из условия и интерпретировать результаты.

3. *Экспериментальные навыки*: владение измерительными приборами, способность проводить простые эксперименты и представлять результаты в виде таблиц или графиков.

4. *Аналитическое мышление*: умение анализировать взаимосвязи между физическими явлениями и устанавливать причинно-следственные связи.

Названные критерии для оценки физического мышления у учеников проверены временем и эффективны. Они обеспечивают базовую оценку знаний и навыков учащихся. Однако, используя их на практике, не удаётся оценить все стороны развития мышления. Необходимо их дополнение. На наш взгляд, нельзя обойтись без учёта следующих критериев.

5. *Наблюдение и описание объектов и явлений*: способность учащихся точно наблюдать и описывать физические объекты и явления, выявляя их основные характеристики и взаимосвязи.

6. *Использование моделей*: способность учащихся создавать и применять модели для объяснения сложных физических процессов. Моделирование требует привлечение абстрактного мышления и умения упрощать сложные системы, чтобы лучше понять их поведение и взаимосвязи.

7. *Решение реальных проблем*: применение физических знаний для решения практических задач из повседневной жизни или актуальных научных вопросов.

8. *Креативность и готовность к инновациям*: способность генерировать новые идеи и находить нестандартные решения проблем.

9. *Коммуникационные навыки*: умение эффективно передавать свои мысли и результаты исследований другим.

Дополнительные критерии позволяют более полно оценивать развитие учеников, так как обеспечивают более полный учёт образовательных достижений учащихся.

Проведение педагогического эксперимента в условиях базовой школы. Эмпирическое исследование вопросов развития физического мышления учащихся было проведено на базе одной из гимназий г. Кирова. Целью исследования стало определение уровня сформированности физического мышления школьников путём анализа их умений применять знания в различных ситуациях, решать экспериментальные и теоретические задачи, а также демонстрировать аналитические и творческие способности. Специально для исследования был разработан диагностический тест, состоящий из 10 вопросов и включающий задания трёх типов:

- *выбор из предложенного списка* (диагностика развития понятийного мышления);

- *оценка по критерию «верно/неверно»* (оценка понимания физических величин);

- *открытый вопрос* (проверка осознанности усвоения и способности применять знания).

Содержание теста. В задания входили вопросы из пройденных школьниками тем. Участники могли демонстрировать умения применять знания не только в стандартных ситуациях, но при ответе на необычные вопросы.

Пример вопросов с выбором из предложенного списка: *из приведённых вариантов выберите физические свойства вещества.*

А) плотность, Б) температура, В) скорость, Г) давление, Д) электрический ток.

Из названных вариантов выберите физические явления.

А) решение физической задачи, Б) таяние льда, В) гниение листьев, Г) падение тела на землю, Д) скисание молока.

Вопросы направлены на проверку нескольких аспектов физического мышления: во-первых, уровня *знаний понятий и законов* физики, поскольку требует правильной классификации физических характеристик; во-вторых, уровня развития *аналитического мышления*, поскольку требует анализа предложенных вариантов и выделения тех, которые соответствуют физическим свойствам; в-третьих, уровня развития умений *использовать модели и абстрактные представления*.

Пример вопроса формата «верно/неверно»: *верно ли утверждение, что плотность вещества – это отношение температуры к его объёму?*

А) верно, Б) неверно.

Вопрос направлен на проверку *знаний физических понятий*. Позволяет оценить знание определения физической величины, умения отличать правильные определения от ошибочных. Ответ на вопрос предполагает использование *аналитического мышления* и умения *критически оценивать информацию* на предмет её соответствия научным знаниям.

Пример открытого вопроса: *опишите явление резонанса и приведите примеры его применения.*

Вопрос направлен на комплексную оценку знаний и развития физического мышления. Проверяет развитие *креативного мышления*, позволяющего видеть нестандартные применения физических явлений, сформированность отдельных навыков *аналитического мышления*, требующего умения выделять ключевые характеристики явления, развитие *коммуникативных способностей*, выраженных в ясности и полноте изложения ответа.

Анализ педагогического эксперимента. Практика использования теста показала, что применение разнообразных типов заданий позволяет наиболее полно и объективно диагностировать уровень сформированности физического мышления у учащихся. В педагогическом эксперименте,

проведённом в условиях базовой школы с выборкой в 40 учащихся 9-х классов, на вопросы формата «верно/неверно» правильно ответили 33 ученика (82,5%), на вопросы с выбором из списка ответили правильно 27 учеников (67,5%); открытые вопросы чаще оставались без ответа, однако и на них 6 учащихся (15%) попытались сформулировать свои ответы.

Сложности с открытыми вопросами указывают на необходимость дальнейшей работы по развитию навыков глубокого осмысления и творческого подхода к изучению физики. Для повышения уровня сформированности физического мышления важно разрабатывать и внедрять методики, направленные на развитие аналитических, критических и творческих компетенций учащихся.

Литература

1. Каменецкий С.Е., Пурышева Н.С. Теория и методика обучения физике в школе. Общие вопросы: учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений. – М.: Изд. центр «Академия», 2000.
2. Коханов К.А. Модели в физическом эксперименте // Физика в школе. 2004. – № 4. – С. 36-38, 43-44.
3. Коханов К.А. Проблема задания и формирования современной культуры физического мышления: монография / К.А. Коханов, Ю.А. Сауров. – Киров: Изд-во ЦДООШ; «Типография «Старая Вятка», 2013. – 232 с.
4. Коханов К.А., Сауров Ю.А. Методология функционирования и развития школьного физического образования: монография. – Киров: Изд-во ООО «Радуга-ПРЕСС», 2012. – 326 с.
5. Позолотина М.П. Проблема задания норм физического мышления при дистанционном обучении физике // Вестник Вятского государственного гуманитарного университета. – Киров: 2014. – С. 246-250.
6. Сауров Ю.А., Уварова М.П. Проблема диагностики физического мышления в обучении // Международный электронный научный журнал. – 2022. – №5 (59). – С. 233-246.
7. Уварова М.П. О формировании физического мышления средствами моделирования // Модели и моделирование в методике обучения физике. – Киров, 2019. – С. 83-86.

А. А. КРАЕВА

Вятский государственный университет, МБОУ «Гимназия №46» г. Кирова

О МОДЕЛИ ОРГАНИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ОСВОЕНИЮ НАУЧНОГО МЕТОДА ПОЗНАНИЯ В ДЕМОНСТРАЦИОННОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ ПО ФИЗИКЕ

В статье обсуждается модель организации деятельности учащихся по освоению научного метода познания в демонстрационном эксперименте по физике. Предлагается пример проведения демонстрационного эксперимента по теме «Зависимость силы тока от напряжения».

Ключевые слова: научный метод познания, демонстрационный эксперимент.

Постановка научно-методической проблемы. В настоящее время одной из задач обучения в школе является не только освоение предметных знаний, но и превращение этих знаний в инструмент познания окружающего мира. Практика показывает, что большинство учащихся не могут справиться с экспериментальными или практическими заданиями, отличающимися от шаблонных тренировочных задач. Это происходит из-за разрыва между теоретическими знаниями и умениями применять их на практике. Также наблюдаются трудности самостоятельного поиска решений, применения творческого подхода к выполняемому заданию. Для решения указанных проблем необходимо целенаправленное освоение научного метода познания. Однако на практике такая деятельность организуется редко, не системно. Не используется дидактический потенциал демонстрационного эксперимента, при котором учитель может управлять деятельностью учащихся, в том числе и мыслительной.

Цель статьи – описание успешного опыта (модели) организации деятельности по освоению научного метода познания при выполнении демонстрационного эксперимента по физике.

О предлагаемой модели. Владение основами научного метода познания предполагает умение наблюдать физические явления, описывать ход эксперимента и фиксировать его результаты, анализировать их, проводить экспериментальные исследования, самостоятельно представлять полученные зависимости физических величин в виде таблиц и графиков, формулировать выводы по результатам исследования. Основа научного метода предполагает неразрывную связь теории и эксперимента, обеспечивающую проверяемость научных выводов и их прогностическую силу.

С учётом представлений об этапах научного познания [2] и о последовательности действий при организации демонстрационного физического эксперимента [3], мы предлагаем модель организации деятельности учащихся при проведении демонстрационного эксперимента по физике, представленную в табл. 1.

Представим пример организации деятельности учащихся 8-го класса при проведении демонстрационного эксперимента по теме «Зависимость силы тока от напряжения» [1].

Этап 1. Начинаем работу с повторения теоретического материала прошлых уроков. Выясняем, что причиной существования электрического тока является действие электрического поля на свободные заряды. Далее задаём вопрос: «Что является характеристиками электрического тока и электрического поля? Есть ли какая-то связь между ними?»

Обучающиеся могут предложить несколько вариантов ответов: характеристиками соответственно являются напряжение и сила тока, они явно связаны между собой; характеристиками соответственно являются сила тока и напряжение, связь между ними есть. *(Методический комментарий: происходит актуализация знаний, учащиеся включаются в учебный процесс.)*

Задача учителя – дать оценку каждому варианту. Например, первый не является верным полностью, связь между характеристиками есть, это верно. Но важно помнить, что сила тока – количественная характеристика электрического тока. Напряжение – энергетическая характеристика электрического поля.

Таблица 1. Модель организации деятельности по освоению научного метода познания

№	Этап деятельности	Цель этапа	Методическое обеспечение, управление деятельностью учащихся со стороны учителя
1	Целеполагание	Включение обучающихся в учебный процесс, постановка целей деятельности	Задание учебной цели, исходя из изучаемой темы, рассматриваемого явления и ожидаемых результатов демонстрационного эксперимента
2	Первичное восприятие	Подготовка к проведению демонстрационного эксперимента	Представление и обсуждение оборудования и материалов, необходимых для демонстрации, обсуждение изучаемого явления
3	Освоение и закрепление	Освоение научного метода познания в ходе управляемой учителем деятельности	Управление деятельностью учащихся, ходом демонстрационного эксперимента. Учитель помогает учащимся сформулировать мысли, обращает внимание учеников на ключевые аспекты деятельности
4	Подведение итогов, рефлексия	Подведение итогов по проведённому исследованию, формулировка выводов	В зависимости от целей демонстрационного эксперимента (изучение явления, получение функциональной зависимости и пр.) учитель помогает сделать вывод по результатам исследования

Этап 2. Перед началом демонстрационного эксперимента предлагаем обучающимся ознакомиться с объектами: регулируемый источник тока (выпрямитель), реостат, вольтметр демонстрационный, амперметр демонстрационный, соединительные провода.

Далее обучающиеся вслед за учителем рисуют в тетрадях необходимую для данного эксперимента электрическую схему, по которой в дальнейшем будет собрана электрическая цепь. В беседе повторяются правила подключения приборов в цепь

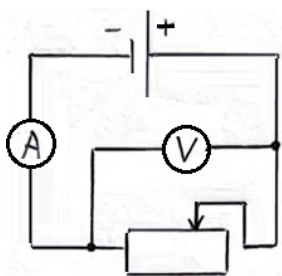


Рис. 1. Схема электрической цепи

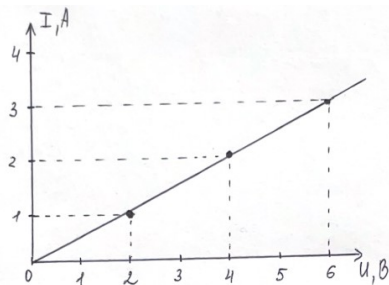


Рис. 2. График зависимости $I(U)$

(рис. 1). (Методический комментарий: происходит построение знаковой модели экспериментальной установки.)

Этап 3. Учитель, напоминая правила подключения всех приборов, собирает электрическую цепь, устанавливает сопротивление на реостате. На данном этапе будут анализироваться изменения характеристик электрического тока

и электрического поля, поэтому сопротивление остаётся неизменным. Классу задаётся вопрос: «Будут ли изменяться значения силы тока при изменении напряжения? Если да, то как?»

Обучающиеся могут предложить несколько ответов, вероятны утверждения об изменении силы тока. Задача учителя – выслушать предположения. *(Методический комментарий: учащиеся формулируют предположения, строят гипотезы, обсуждают явление, которое в последующем будут исследовать.)* Далее учитель выделяет часто предполагаемое утверждение как гипотезу. Например, такую: «Сила тока увеличивается во столько же раз, во сколько раз увеличивали напряжение». *(Методический комментарий: происходит окончательное формулирование гипотезы исследования.)*

Обучающиеся вместе с учителем составляют таблицу для фиксации результатов эксперимента (табл. 2).

Таблица 2. Таблица для записи результатов опытов по изучению зависимости силы тока от напряжения для проводника

№ опыта	Напряжение, U , В	Сила тока, I , А
1		
...		

(Методический комментарий: далее проводится эксперимент по снятию показаний приборов, результаты заносятся в таблицу.) Учитель включает выпрямитель ВС–24 и просит класс заметить показания приборов. На источнике устанавливается напряжение в 2 В. Показания вносятся в таблицу под номером опыта 1. Далее напряжение увеличивается в два раза, показания амперметра также изменяются в два раза. Продолжая увеличивать напряжение, учитель обращает внимание учащихся на зависимость роста показаний силы тока от роста значений напряжения.

Далее зависимость изображается графически (рис. 2). Учитель обращает внимание, что по горизонтальной оси откладываются значения независимой величины, а по вертикальной оси – зависимой. *(Методический комментарий: организуем анализ полученных данных, строим знаковую модель в виде графика.)*

Этап 4. Делается вывод, который экспериментально подтверждает ранее выдвигаемую гипотезу: «Сила тока в проводнике прямо пропорциональна напряжению на концах проводника. Краткая запись: $I \sim U$ ».

Далее на этом уроке согласно выделенным этапам проводится второй эксперимент по введению понятия электрического сопротивления, исследованию зависимости силы тока в проводнике от его сопротивления. На этапе обобщения результатов экспериментов происходит формулирование закона Ома для участка цепи.

Заключение. В рамках педагогического эксперимента были разработаны серии демонстраций для 7–9-х классов, ориентированные на освоение научного метода познания. Результаты апробации предлагаемых решений показали улучшение усвоения школьниками учебного материала, повышение уровня критического мышления и развитие навыков самостоятельного анализа. В частности, были отмечены положительные сдвиги в умении ставить цели исследования, устанавливать зависимости физических величин, проводить наблюдения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные.

Следование принципам научного познания, адаптированным к условиям учебного процесса, позволяет сделать демонстрационный экспери-

мент не просто зрелищным элементом урока, а настоящим инструментом познания, формирующим у обучающихся научное мышление.

Литература

1. Перышкин А.В. Физика. 8-й кл.: учебник. – М.: Дрофа, 2024. – 238 с.
2. Разумовский В.Г. Научный метод как основа решение проблемы формализма знаний школьников // Евразийский союз учёных. – 2016. – С. 21-27.
3. Хорошавин С.А. Физический эксперимент в средней школе: учеб. пособие. – М.: Просвещение, 1988 – 175 с.

А. И. РУБЛЕВ

«Лицей №21» города Кирова

КОМАНДНАЯ ОЛИМПИАДА КАК МОДЕЛЬ ОБУЧЕНИЯ ШКОЛЬНИКА

В статье показана роль командной деятельности в мотивации учащихся к изучению физики.

Ключевые слова: школьный учебно-научный турнир по физике, олимпиада.

Первичный интерес школьников к новому предмету физика нередко довольно быстро исчезает. Причин много: и объективная сложность предмета, и абстрактность многих понятий, и, конечно же, первые неудачи на олимпиадах – всё это может привести к потере интереса к предмету. Неудачи в олимпиадах и конкурсах – особенно сильный демотиватор и причина охлаждения интереса детей к физике.

В качестве альтернативы обычным олимпиадам и конкурсам, способным вызвать отторжение обучающихся, мы активно вовлекаем их в *командные соревнования*. В последнее время подходящей формой организации деятельности для нас стал Школьный учебно-научный турнир по физике «ШУНТ».

Школьный учебно-научный турнир по физике проходит на базе Кировского ЦДООШ уже более десяти лет и является значимым событием в образовательной жизни не только региона, но и страны. Это не просто соревнование, а настоящий праздник науки, объединяющий талантливых школьников из различных школ России, в том числе физико-математическим уклоном. С момента основания турнира команды из Лицея № 21 регулярно участвуют в турнире, выставляя не менее трёх команд, включающих сборный состав учеников из 7-х, 8-х и 9-х классов. Ежегодно все наши участники становятся призёрами и победителями ШУНТа!

На турнире школьники не просто соревнуются – они погружаются в увлекательный мир физики, открывая для себя новые горизонты знаний и возможностей. Важно, что открытия совершаются в совместной деятельности не только учеников разных классов, но и разных параллелей.

Ученики 7-х классов начинают активно и комфортно общаться не только со сверстниками, но и с ребятами из 8-х и 9-х классов – участниками турнира, и даже с учениками 10–11-х классов, с удовольствием помогающими готовиться к турниру. Это общение постепенно перерастает в «дружбу поколений», которая не заканчивается даже за пределами школы; у ребят разных возрастов появляются общие темы для общения, причём большая их часть связана с физикой. Авторитет старших школьников (завоёванный на олимпиадах и конкурсах самых разных уровней) весьма положительно влияет на интересы младших школьников: уже в седьмом классе дети определяют свою стезю в тесной связи с наукой.

Среди задач, решаемых вовлечением учащихся в турнирное движение, можно особо выделить следующие:

- практико-ориентированная направленность познавательной деятельности и как следствие более глубокое освоение знаний. При подготовке к выступлениям на турнире школьники много работают что называется руками – создают и совершенствуют экспериментальные установки, выполняют многочисленные эксперименты, ищут дополнительную литературу и осознанно с ней работают; как следствие этого – глубоко осваивают сложные вопросы физики;

- формирование особой среды и по-настоящему дружеских отношений между школьниками, увлечённых предметом. Турнир позволяет ребятам преодолеть трудности с социализацией в классе и школе, а также коммуникации с учителем: ребята перестают бояться задавать вопросы учителю, учатся выступать перед публикой и доказывать своё мнение;

- развитие интереса к предмету, перерастающего в настоящую любовь к науке.

Хорошо фиксируемыми результатами такой деятельности становятся следующие показательные факты:

- большинство участников турнира ШУНТ выбирают физику в качестве профильного предмета при поступлении в вузы;

- все участники турнира успешно сдают ЕГЭ по предмету (все сто-балльные результаты по физике последних десяти лет были получены учениками Лицея – участниками турнира);

- многие участники турнира начинают добиваться высоких результатов на всех этапах всероссийской олимпиады школьников: становятся победителями и призёрами муниципального, регионального, заключительного этапов ВСОШ и даже международных олимпиад.

Остановимся на особенностях работы учителя при вовлечении школьников к турнирному движению.

- Младшие школьники (7-й класс) сперва воспринимают турнир как дополнительную нагрузку, поэтому поначалу стремятся поскорее найти

либо причину отказа от участия в турнире, либо формально и как можно быстрее выполнить выданное им задание. Причина этого не только в нежелании работать, но страх сделать что-нибудь неправильно и показать своё незнание. Задача учителя поддержать школьника, объяснить, что решение предложенных задач не всегда знают и другие участники турнира, учителя и даже сами авторы этих задач. Сделать это непросто, поскольку и учитель испытывает в общем-то сходные трудности: он тоже не всегда знает, как нужно правильно решать поставленную задачу. К такой роли учитель тоже должен быть готов!



Рис. 1. Подготовка к турниру в Лицее проходит при активном участии школьников из разных параллелей



Рис. 2. Сделанная «на коленке» установка «наушники»

Нужно отметить, что всегда найдутся ученики, которые сдадутся на начальном этапе. Но, те, кто этот этап преодолевают, получают очень мощный импульс к движению вперёд, так как через какое-то время неизбежно совершат интересные для себя и других школьников открытия, разбудят в себе

интерес и даже азарт решения задач, захотят опередить в правильности и качестве решения своих старших товарищей и даже своего учителя.

- Старшие участники (8–9-е классы) готовы посвящать подготовке к турниру всё свободное время, включая свои выходные и даже каникулы. Они начинают самостоятельно находить нужную информацию для решения задач, собираться для обсуждения задач на переменах, выполнять измерения дома до поздней ночи, строить сложные математические модели. В этом возрасте интерес к физике у детей уже устойчивый. Для них мощным стимулом является сама возможность победить, выступить перед своими товарищами или школьниками из других учебных заведений. Здесь основная задача педагога – помочь ученику с поиском информации, постановкой эксперимента и созданием доклада: ученика необходимо выслушать, помочь найти в докладе сильные и слабые стороны, помочь устранить проблемы.

В заключении хотелось бы остановиться на тех оценках турнира, которые даны самими участниками. Во-первых, большинство учеников после турнира характеризуют своё послетурнирное состояние как восторженное: они смогли проявить себя, по-новому посмотреть на материал предмета, пообщаться с учениками из других школ самых разных регионов страны. Во-вторых, многие участники берут за основу организации своей учебной деятельности наработанные навыки работы на турнире, касающиеся как

как самостоятельной работы, так и совместной по обсуждению учебно-научных проблемы с одноклассниками и учителями; большая часть школьников после участия в 7-м классе уже без всякого принуждения стремится попасть на турнир в последующие годы, и не только в качестве участников, но и тренеров-наставников команд, членов жюри турнира.

Вот как об этом пишет один из участников турнира: *«Моё знакомство с физикой началось одновременно с участием в ШУНТе, и это во многом определило моё отношение к предмету. Даже не понимая многих вещей, я увлёкся физикой. Название нашей команды «Погрешные» – первое свидетельство этого увлечения, отсылка к одной из первых изученных тем. Три года участия в турнире окончательно убедили меня в желании продолжать заниматься физикой. ШУНТ – это не просто задачи, а особая атмосфера: обсуждения на переменах, долгие вечера с измерениями, напряжённые физбои. Главное отличие ШУНТа – командная работа, где важны не только знания, но и умение общаться, работать в команде. Эти навыки пригодились мне везде: от олимпиад до лабораторных работ в вузе».* (Г. Вохмянин, выпускник Лицея № 21 2025 года).

Таким образом, Школьный учебно-научный турнир по физике – это не просто соревнование, а эффективный образовательный инструмент. Он помогает учителю не только формировать у школьников глубокие знания, но и развивать важнейшие качества личности, зажигать в детях искру научного интереса, которая будет гореть на протяжении всей их жизни.

Литература

1. Сорокин А.П. О границах применимости моделей на примере двух задач школьного учебно-научного турнира по физике «ШУНТ» // Модели и моделирование в методике обучения физике: Материалы докладов IX всероссийской научно–практической конференции. – Киров: ООО «Издательство «Радуга-ПРЕСС», 2022. – 86 с.

Т. С. ШЕРОМОВА

МБОУ СОШ № 56 города Кирова

ДИДАКТИЧЕСКИЕ НАСТОЛЬНЫЕ ИГРЫ КАК СРЕДСТВО ЗАКРЕПЛЕНИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ ПО ФИЗИКЕ (НА ПРИМЕРЕ ТЕМЫ «ТЕПЛОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ»)

В статье рассматривается геймификация при закреплении теоретических знаний о физических явлениях и законах на уроках физики в 8-х классах. Проанализирован современный опыт создания и применения настольных игр.

Ключевые слова: настольные игры, физика, 8-й класс, дидактические материалы, раздаточный материал, тепловые явления.

Применение геймификации обучения в виде образовательных настольных игр становится всё более востребованным инструментом в образовательном процессе. Например, З.С. Кутрунова и С.В. Максимова обосновывают значимость геймификации в области технических дисци-

плин [1, с. 2] тем, что она является действенным нефинансовым способом мотивации обучающихся, стимулирования познавательной деятельности, средством организации усвоения и проверки теоретического материала.

Настольные игры – яркие представители геймификации в обучении. Они помогают создать на уроке благоприятную атмосферу для повторения и закрепления материала, обсуждения и совместной продуктивной деятельности, подготовки к решению физических задач. Особая значимость таких игр в том, что в организационном плане они являются превосходным средством организации командной работы подростков [2, с. 171], а в содержательном – незаменимым инструментом повышения наглядности схем, алгоритмов, описаний физических явлений, процессов, приборов, устройств. А.В. Колясникова и Т.А. Шульгина подчёркивают, что настольные игры позволяют создать своеобразный микроклимат для развития творческих способностей учащихся и, как следствие, способствуют развитию внимания и памяти, а также аналитических умений школьников (в нахождении зависимостей и закономерностей, в выполнении классификации и систематизации материала, в поиске ошибок и недостатков, в предвосхищении и предвидении результатов своих действий [2, с. 718]), позволяют в конечном счёте повысить уровень теоретических знаний обучающихся, подготовить их к сдаче ОГЭ, ВПР.

Классификация настольных игр обширная, охватывает широкий спектр жанров и механик, начиная от стратегических игр и заканчивая настольными ролевыми играми, карточными играми и настольными интеллектуальными играми [5]. При изучении темы «Тепловые явления» [4] в 8-м классе наиболее подходящими являются такие форматы как пазлы и тримино. В основу шаблонов настольных игр закладывается классификация и описание структуры физических понятий в виде обобщённых планов изучения физических величин, явлений, приборов, что позволяет развивать методологические умения обучающихся о строении научных знаний [6, с.101]. Обобщённые планы способствуют не только сознательному усвоению предметного материала, но и систематизации знаний, формированию познавательных умений учащихся.

Пазл – игра-головоломка, в которой требуется составить фигуру из 6 или 4 фрагментов. В каждый пазл закладывается конкретный алгоритм для изучения или повторения физических явлений, величин или приборов (рис. 1). В игре с пазлами обучающиеся соединяют явления, определения, формулы, способы измерения, единицы измерения, векторные или скалярные величины. Использовать пазл удобнее в парах. Пример пазла по теме «Количество теплоты» представлен на рис. 2.

Возможен вариант пазла, состоящий из четырёх элементов. В примере, показанном на рис. 3, нужно соединить название температурной шкалы, обозначение, опорные точки, наличие положительных и отрицательных значений.



Рис. 1

Рис. 2

Рис. 3

«Доббль» – игра, в которой игроки должны находить общие изображения на двух картах. На образовательных карточках расположено по 5 изображений, при любой комбинации двух карточек обязательно попадётся совпадающая пара. Это обеспечивает нумерация изображений и их порядок на карточках в определённом для «Доббля» математическом порядке. Например, общим элементом на рис. 4 и рис. 5 является обозначение удельной теплоты плавления. Мало указать совпадающий элемент, необходимо его правильно назвать.

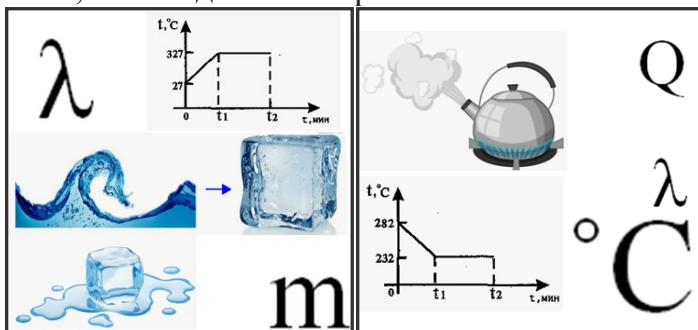


Рис. 4

Рис. 5

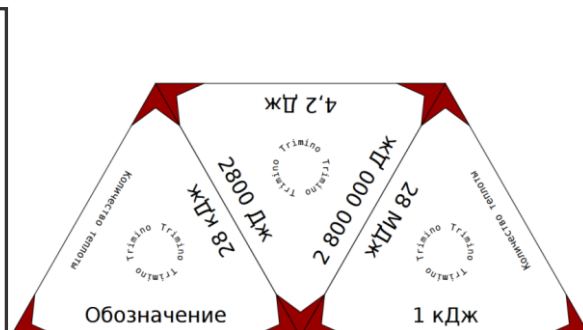


Рис. 6

Тримино – трёхклеточное полимино, то есть многоугольник, полученный путём сложения треугольных карточек. В результате выкладывания карточек должен получиться новый многоугольник. Поля в карточке-треугольнике в основном текстовые или числовые. Например, тримино «Единицы количества теплоты» состоит из девяти треугольников. Если все карточки соединить друг с другом краями верно, то получится треугольник, наружные края которого свободны от заданий. Создавать тримино удобно с помощью сервиса: <https://schule.paul-matthies.de/Trimino.php>. Собирать можно индивидуально, в паре или в команде.

Повторим, что использование указанных игр позволяет учителю эффективно организовать уроки повторения и систематизации изученного материала, а также проверки знаний школьников; на любых уроках способствует активизации мыслительной деятельности обучающихся, развитию их познавательного интереса. Возможность использования игр в командных соревнованиях способствует сплочению классных коллективов, формированию навыков сотрудничества.

Литература

1. Кутрунова З.С., Максимова С.В. Об использовании геймификации в преподавании технических дисциплин // Мир науки. Педагогика и психология. – 2022. – №5. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ob-ispolzovanii-geymifikatsii-v-prepodavanii-tehnicheskikh-distiplin> (дата обращения: 01.10.2025).

2. Крайнова П.О., Громов Е.А. Образовательная настольная игра «карта открытий» как способ вовлечения учащихся и развития универсальных компетентностей (на примере уроков физики) // Исследователь/Researcher. – 2022. – № 1–2 (37-38). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obrazovatel'naya-nastolnaya-igra-karta-otkrytiy-kak-sposob-vovlecheniya-uchaschihsya-i-razvitiya-universalnyh-kompetentnostey-na> (дата обращения: 01.10.2025).

3. Колясникова А.В., Шульгина Т.А. Реализация деятельностного подхода с помощью настольных игр в процессе обучения школьников // Вестник науки. – 2023. – № 12 (69). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/realizatsiya-deyatelnostnogo-podhoda-s-pomoschyu-nastolnyh-igr-v-protssesse-obucheniya-shkolnikov> (дата обращения: 01.10.2025).

4. Перишкин И.М., Иванов А.И. Физика. 8-й класс. Базовый уровень / И.М. Перишкин, А.И. Иванов. – Москва: Просвещение, 2024. – 239 с.

5. Ланина И.С. 100 игр по физике. Книга для учителя. – М.: Просвещение, 1995. – 224 с.

6. Усова А.В. Методика обучения физике в средней школе: учебное пособие для высших учебных заведений / А.В. Усова, М.Д. Даммер, О.Р. Шефер // Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет. – Южно-Уральский научный центр РАО, 2023. – 339 с.

А. В. НЕКРАСОВА

КОГОАУ «Кировский экономико-правовой лицей»

О МОДЕЛЯХ СОВРЕМЕННОГО УРОКА ФИЗИКИ: «УРОК-ИССЛЕДОВАНИЕ» И УРОК «ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА»

Обсуждаются особенности организации, подготовки и проведения «урока-исследования» и урока «лабораторная работа».

Ключевые слова: лабораторная работа, урок-исследование, модель урока.

Постановка научно-методической проблемы. Физический эксперимент – способ познания *природы*, заключающийся в изучении природных явлений в специально созданных условиях. При обучении физике в школе мы должны (обязаны!) научить детей изучать природу через эксперимент.

Для этого, на первый взгляд, созданы все условия. Во ФГОС заложены три вида экспериментальных работ в учебном процессе: урок «лабораторная работа», «урок-исследование», «проект». Эти уроки расписаны в единой программе, при работе в Конструкторе учитель выбирает их автоматически. Также отметим, что учащиеся 9-х и 10-х классов обязательно выполняют проекты в рамках внеурочной деятельности. Однако на практике учителя сталкиваются с рядом проблем.

1. Темы лабораторных работ, разработанные составителями учебников, не совпадают с темами лабораторных работ программы. Получается, что для выполнения требований программы и практической составляю-

щей ФГОС учителю необходимо перестраивать содержание уроков и разрабатывать или подбирать содержание лабораторных работ.

2. Во ФГОС ввели понятие «урок–исследование». Но методических разработок для его проведения нет ни в учебнике по физике, ни в сборниках с грифом ФГОС. В интернете существует много разработок уроков-исследований [3], однако анализ показывает, что предлагаемая в них деятельность учащихся не совсем соответствует представлениям о понятии «исследование». Исследование – это всё же самостоятельная работа, пусть и организованная учителем. Но ученик на таком уроке должен работать сам.

Таким образом, перед учителями стоит задача проводить уроки-исследования и современные лабораторные работы, но методических разработок по содержанию, организации и их проведению нет. Наша работа с учителями, переквалифицирующимися в учителей физики, показала необходимость проведения такой методической работы. Поэтому в рамках статьи мы предлагаем модели проведения таких занятий. В их основе лежит идея развивающего обучения.

Известно, что экспериментальная работа ученика, как и любая другая, может иметь репродуктивный, частично-поисковый и поисковый характер.

Охарактеризуем модели уроков с точки зрения вида деятельности.

Модель урока «Лабораторная работа». Лабораторная (экспериментальная работа) – это вид учебной деятельности, который проводится в специально оборудованном кабинете (лаборатории).

Деятельность имеет репродуктивный характер, ученики пользуются подробными инструкциями.

Методические указания содержат элементы: цель работы, пояснения (теория, основные характеристики), оборудование, аппаратура, материалы и их характеристики, порядок выполнения работы, таблицы, выводы (без формулировок), контрольные вопросы, учебная и специальная литература.

Цель лабораторной работы для ученика: закрепить теоретические знания, полученные на уроках; освоить методы и приёмы экспериментальной работы; развить навыки работы с лабораторным оборудованием; учиться проводить наблюдения, измерения; развивать критическое мышление и уметь делать выводы на основе полученных данных; учиться анализировать результаты; готовиться к самостоятельной исследовательской деятельности.

Порядок выполнения работы учеником

Дома: 1) Изучить содержания текста лабораторной работы. 2) Оформить в лабораторную работу в тетради (выписать: название, цель, приборы и материалы, начертить таблицу). 3) Подготовить уточняющие вопросы по тексту описания хода работы.

В школе: 1) Задать подготовленные вопросы учителю. 2) Собрать установку по описанию в тексте или рисунку. 3) *Корректировка сборки установки преподавателем (по необходимости).* 4) Выполнить экспериментальную часть работы. 5) Зафиксировать результаты. 6) Обработать результаты. 7) Написать вывод по работе.

Стоит отметить, что сложившиеся правила написания выводов в виде «Я получил..., я нашёл..., я научился... и пр.» не эффективны, и не должны применяться в учебном процессе.

В ходе лабораторной работы мы измеряем значения физических величин. Видов измерений два: прямое с использованием приборов и косвенное – вычисление, то есть выполнение математических действий с промежуточными измерениями. Таким образом, ученики «измеряют» и «вычисляют»! Лабораторные работы формируют умения. Поэтому мы предлагаем следующую модель вывода: 1) описать, что делалось в работе (описать что собирали, измеряли, как вычисляли); 2) выписать главный результат (переписывать данные таблицы не нужно, необходимо словами не более шести или семи слов описать этот результат); 3) проанализировать главный результат (в зависимости от вида лабораторной работы).

Модель деятельности учителя

Подготовка учителя к уроку «Лабораторная работа»: 1) Проверить комплекты оборудования. 2) Выполнить работу самому. 3) Вычислить погрешности. 4) Подготовить вопросы для обсуждения с учащимися.

Роль учителя на уроке «Лабораторная работа»: 1) Пояснить назначение оборудования, необходимого для выполнения работы. 2) Продемонстрировать установку в «собранном» виде. 3) Обсудить ход работы (по необходимости). Все эти действия занимают не более 10 минут урока.

Модель «урока–исследования». Этот урок предполагает *частично-поисковый тип деятельности* учащихся. Учащиеся не пользуются подробными инструкциями, им не задан порядок выполнения необходимых действий, от учеников требуется самостоятельный подбор оборудования, выбор способов выполнения работы, инструктивной и справочной литературы. Отметим, что для освоения такой деятельности первые исследования должны быть простыми, чтобы по теме исследования ученик смог представить, что надо делать.

Методические указания могут содержать элементы: тему занятия, или цель занятия, или оборудование.

Цель урока–исследования для ученика: сформулировать цель деятельности; выдвинуть гипотезу; подобрать необходимое под цель оборудование; спланировать свои действия; сформировать навыки работы с лабораторным оборудованием; провести наблюдения, измерения; проанализировать результаты; подвести итоги, то есть сделать выводы о верности или ошибочности выдвинутой гипотезы.

Порядок выполнения работы учеником

1) Прочитать тему исследования и записать её в тетрадь. 2) Предположить, какое оборудование необходимо, чтобы выполнить данную работу, и выбрать его из предлагаемого учителем (собрано в коробку, стоит на каждой парте). 3) Записать в тетрадь оборудование (у разных учеников может быть записано разное). 4) Сформулировать цель исследования (у разных учеников может быть разная). 5) Сформулировать гипотезу (у разных учеников может быть разная). 6) Попросить дополнительное оборудование (при необходимости). 7) Собрать установку. 8) Провести эксперимент. 9) Проанализировать результаты эксперимента и сделать вывод о подтверждении гипотезы.

Подготовка учителя к уроку–исследованию: 1) Подобрать и сформулировать тему урока исследования (может не совпадать с темой в планировании, но отражать идею). 2) Подобрать оборудование для урока и избытком, чтобы у учащихся была возможность выбора. 3) Скрыть часть необходимого оборудования, подождать пока

ученики предложат его взять. 4) Сформулировать несколько гипотез, найти способы реализации.

Роль учителя на уроке–исследовании: 1) Сформулировать тему урока–исследования. 2) Направить действия учеников, не навязывая своего мнения. 3) При необходимости предложить помощь в формулировании цели, гипотезы.

О модели организации проектной деятельности в рамках настоящей статьи лишь отметим, что *деятельность учащихся носит поисковый характер*. Учащиеся должны решить новую для них задачу. Это они делают в рамках реализации проектов в 9-х и 10-х классах.

Заключение. Уроки «лабораторные работы» и «уроки–исследования» отличаются не только учебными задачами, но и методикой организации и проведения. Методика классических школьных лабораторных работ разработана и требует лишь корректировки содержания согласно требованиям ФГОС. Единой методики организации и содержания «урока–исследования» в школе нет. И задача для всех нас – на основе нашего опыта проработать методику этих уроков для молодых учителей, чтобы в итоге сохранить потенциал экспериментирования.

Литература

1. Разумовский В.Г. Развитие творческих способностей учащихся в процессе обучения физике. Пособие для учителей. – М.: Просвещение, 1975.

2. Преподавание физики, развивающее ученика. Кн. 2 Развитие мышления: общие представления, обучение мыслительным операциям // Сост. и под ред. Э.М. Браверман. Пособие для учителей и методистов. – М.: Ассоциация учителей физики, 2005. – 272 с.

3. Уроки–исследования. URL:

https://ypok.pf/library/elektricheskij_tok_posledovatelnoe_i_parallelnoe__141250.html;

https://ypok.pf/library/urok__issledovanie_sila_treniya_174403.html;

https://ypok.pf/library/urok__issledovanie_po_teme_plavanie_tel_7_klass_131955.html

УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ

1.	АНДРЮШЕЧКИН Сергей Михайлович, к. пед. н . . .	49
2.	БАКУЛИН Владимир Николаевич, к. ф.-м. н., доцент . .	53
3.	ВАРАКСИНА Екатерина Ивановна, д. пед. н., доцент . .	61
4.	ИВАНОВ Юрий Владимирович, к. пед. н., доцент . . .	34
5.	КАНТОР Павел Яковлевич, к. ф.-м. н., доцент . . .	29, 39
6.	КИСЛИЦЫНА Марина Анатольевна, магистрант . . .	17
7.	КОЛЕСНИКОВ Константин Аристархович, к. пед. н . . .	13
8.	КОРШУНОВА Ольга Витальевна, д. пед. н., доцент . .	44
9.	КОХАНОВ Константин Анатольевич, к. пед. н., доцент . .	3, 65
10.	КРАЕВА Анастасия Андреевна, магистрант . . .	80
11.	МАЙЕР Валерий Вильгельмович, д. пед. н., профессор . .	61
12.	МАЙЕР Роберт Валерьевич, д. пед. н., доцент . . .	23
13.	МИНИНА Ольга Вячеславовна, педагог доп. образования .	71
14.	НЕКРАСОВА Анжелика Викторовна, учитель физики . .	90
15.	ПЕРЕВОЩИКОВ Денис Владимирович, к. пед. н. . . .	39, 56
16.	РУБЛЕВ Андрей Иванович, учитель физики	84
17.	САУРОВ Юрий Аркадьевич, д. пед. н., профессор . . .	3, 5
18.	СУХИХ Алина Сергеевна, магистрант	76
19.	ТОЛМАЧЕВА Марина Ивановна, старший преподаватель .	53
20.	УВАРОВА Марина Павловна, к. пед. н. . . .	9, 39
21.	ЧИГРИКОВА Диана Алексеевна, магистрант	73
22.	ШЕРОМОВА Татьяна Сергеевна, учитель физики . . .	87

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	3
I. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ	5
Сауров Ю. А. Об истории и методологии Вятской научной школы методистов-физиков	5
Уварова М. П. Актуальные идеи В.А. Кондакова для современного физического образования	9
Колесников К. А. Искусственный интеллект в методике обучения физике: состояние и перспективы	13
Кислицына М. А. Кировский планетарий в истории развития астрономического образования Кировской области	17
II. МОДЕЛИ В МЕТОДИКЕ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ КАК НАУКЕ.....	23
Майер Р. В. Моделирование процесса формирования умения решать физические задачи.....	23
Кантор П. Я. Теоретическая физика в аспекте системного подхода к моделированию учебного процесса	29
Иванов Ю. В. Актуальные вопросы методики формирования миропонимания в постнеклассической дидактике физики	34
Уварова М. П., Кантор П. Я., Перевоицков Д. В. Мировоззренческий аспект лекции для будущих учителей физики «Физика: школьная, общая, теоретическая»	39
Коришунова О. В. Моделирование учебных заданий по дисциплине «Методика познания» для будущих педагогов.....	44
III. МОДЕЛИ И СОДЕРЖАНИЕ КУРСА ФИЗИКИ	49
Андрюшечкин С. М. Антимодели физических ситуаций в отдельных задачах ЕГЭ.....	49
Бакулин В. Н., Толмачева М. И. Модели процессов при перегибке веревок и цепочек.....	53
Перевоицков Д. В. Методические особенности изучения границ применимости физических моделей в задачах.....	56
Вараксина Е. И., Майер В. В. Демонстрационный эксперимент при изучении основ электротехники в педагогическом вузе	61
Коханов К. А. Изучение современной картины мира в курсе физики средней школы	65
IV. МОДЕЛИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПРОЦЕССЕ УСВОЕНИЯ ЗНАНИЙ	71
Минина О. В. Опыт формирования основ физического мышления у дошкольников и младших школьников	71
Чигрикова Д. А. О проблеме формирования и диагностики знакового мышления учащихся при работе с моделями	73
Сухих А. С. О проблеме оценивания уровня развития физического мышления учащихся базовой школы.....	76
Краева А. А. О модели организации деятельности по освоению научного метода познания в демонстрационном эксперименте по физике	80
Рублев А. И. Командная олимпиада как модель обучения школьника	84
Шеромова Т. С. Дидактические настольные игры как средство закрепления теоретических знаний по физике (на примере темы «Тепловые явления»)	87
Некрасова А. В. О моделях современного урока физики: «урок-исследование» и урок «лабораторная работа»	90

Научное издание

**Модели и моделирование
в методике обучения физике**

Материалы докладов
X всероссийской научно-практической конференции

Материалы представлены в авторской редакции

Сдано в набор 01.10.2025.
Формат $60 \times 84 \frac{1}{16}$.
Усл. п. л. 6.

Подписано в печать 20.10.2025.
Бумага типографская.
Тираж 100. Заказ № 78.

Отпечатано в ООО «Издательство «Радуга-ПРЕСС»
610029, г. Киров, п. Ганино, ул. Северная, 49А, т. +7-912-828-4511

