

**КОГОАУ ДПО (ПК) «Институт развития образования Кировской области»  
Научная лаборатория «Моделирование процессов обучения физике»  
МБОУ «Средняя общеобразовательная школа № 16 г. Кирова»**

---

# **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ**

**Сборник научных трудов**

**Выпуск XV**

**Киров  
2013**

ББК 74.265.1

И 88

Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Института развития образования Кировской области

#### **Авторы**

**Лежепёкова О. Л.** – старший преподаватель ИРО Кировской области, учитель физики средней школы № 16 г. Кирова, кандидат педагогических наук

**Лютина С. Н.** – магистрант кафедры физики и методики обучения физике ВятГГУ

**Коханов К. А.** – докторант ВятГГУ, кандидат педагогических наук, доцент

**Никифоров Г. Г.** – ведущий научный сотрудник лаборатории дидактики физики ИСМО РАО, кандидат педагогических наук

**Разумовский В. Г.** – главный научный сотрудник лаборатории дидактики физики ИСМО РАО, академик РАО, доктор педагогических наук, профессор

**Сауров Ю. А.** – профессор кафедры физики и методики обучения физике ВятГГУ, член-корреспондент РАО, доктор педагогических наук, профессор

**Научный редактор** – член-корреспондент РАО, доктор педагогических наук, профессор Ю. А. Сауров

И 88      **Исследование процесса обучения физике:** Сборник научных трудов. Вып. XV / под ред. Ю. А. Саурова. – Киров: ООО «Типография «Старая Вятка», 2013. – 64 с.

ISBN 978-5-91061-348-9

В традиционном сборнике научных трудов представлены результаты экспериментальных исследований процесса обучения физике, полученные в 2012-2013 учебном году. Сборник предназначен руководителям методических объединений, учителям, аспирантам, студентам-дипломникам, магистрантам.

ISBN 978-5-91061-348-9

© Институт развития образования Кировской области, 2013

© Ю. А. Сауров, идея проекта, научное редактирование, 1996-2013

**75-летнему юбилею Института развития  
образования Кировской области (бывшего ИУУ)  
посвящаем работу**

**Предисловие:**

**Экспериментальные исследования освоения новых норм  
содержания физического образования**

В Кировской области создана традиция постоянно проводить экспериментальные дидактические исследования учебного процесса обучения физике. Особенно важно это сейчас на этапе практического освоения положений федерального государственного образовательного стандарта. Методические решения по реализации новых норм содержания образования нуждаются в экспертной и экспериментальной проверке. Не случайно лаборатория дидактики физики ИСМО РАО заинтересована, в частности, в экспериментальном исследовании внедрения учебников нового поколения разных авторов.

В нескольких образовательных учреждениях Кировской области (средняя школа № 16 Кирова, ЦДООШ и др.) идет апробация отдельных аспектов концепции наших учебников. Выделим главное, на чем надо сосредоточить усилия:

- В учебнике опыт деятельности представлен с акцентом на освоение научного метода познания, следовательно необходимо фиксировать по итогам усвоения: а) какие знания о методе школьники приобрели; б) какие интеллектуальные и практические умения присвоили.

- Современное научное физическое познание требует как умений экспериментирования, так и умений моделирования. Причем и на репродуктивном, и на творческом уровне. Значит, опираясь на учебник, надо настойчиво на каждом уроке организовывать соответствующую учебную деятельность школьников. И диагностировать соответствующие достижения.

- Важнейшим показателем успешности учебника является рост познавательной мотивации школьников. А следствием является повышение научной грамотности школьников, развитие их методологической культуры, совершенствование знаний. Учителя и методисты Вятского края настойчиво строят методики диагностики мотивации, ежегодно проводят измерения этого качества у разных школьников. И это верный путь.

В целом, получение экспериментальных фактов в ходе изучения практики – необходимая составляющая развития любой науки, в том числе методики обучения физике. Хотя эта работа трудная и трудоёмкая, но за ней стоит будущее физического образования. И хочу выразить признательность учителям-экспериментаторам за преданное служение нашему общему делу.

Ваш **В. Г. Разумовский**, академик РАО

## **Часть I. Исследования формирующего педагогического эксперимента при внедрении учебника**

В последние годы существенное углубление представлений о содержании физического образования связано с включением в его рамку метода научного познания. И речь не только о включении знаний о методе. Сделан радикальный шаг по приданию процессу, действию, деятельности смысла содержания физического образования. И не случайно растёт значение процедур, регламентов, методов в «опыте рода», называемом физикой.

Всё последовательнее развитие школьников при обучении физике связывается с освоением метода научного познания (ФГОС, программа и др.). Нормативный подход в достижении этой цели реализован, в частности, в новых учебниках для базовой и старшей школы (В. Г. Разумовский, В. А. Орлов и др.). Ниже представлены некоторые результаты планирования и проведения дидактического исследования этого подхода к процессу обучения физике.

**Г. Г. Никифоров, В. Г. Разумовский, Ю. А. Сауров**

### **Проблемы и некоторые результаты комплексного дидактического исследования эффективности учебника физики**

**Научно-методическая проблема.** За последние двадцать лет постепенно размывается практика комплексного дидактического исследования экспериментального учебника. Сама практика подготовки и использования пробного (экспериментального) учебника в значительной степени тоже потеряна. А в это время как раз и активизируется процесс издания всё новых и новых учебников физики. Проблема их выбраковки, совершенствования, внедрения становится делом вкуса, индивидуальным делом, в лучшем случае делом узкого круга экспертов. Этого явно недостаточно. Возможно, ситуация изменится после принятия Министерством образования и науки в сентябре 2013 года новой процедуры экспертизы учебников.

Сейчас «опыт рода» всё активнее представляется в форме деятельности. И возникает сложная научная проблема согласования в учебнике представления «опыта рода» в классической форме физических знаний и в форме деятельности, т. е. в форме методических (инструкций деятельности), методологических (ориентировок деятельности) знаний и т. п. Не случайно организаторы нового учебника идейно назвали его «Физика в самостоятельных исследованиях» [9-13].

В нашем случае (учебник под ред. В. Г. Разумовского и В. А. Орлова) сделан радикальный шаг в изменении практики развертывания учебных текстов: выделение инвариантной структуры изложения содержания «факты – модель – следствия – эксперимент», включение исследований как основного элемента текста вопроса, специальное обращение через содержание и упражнения к вопросам методологии и др. Кроме того существенным является и ориентирование самого учебного процесса на освоение метода научного познания, в целом элементов методологии познания.

**Концепция и практика дидактического эксперимента с названным учебником в лаборатории дидактики физики ИСМО РАО.** Практика опытно-экспериментальной работы организуется на основе общей концепция построения и технологии использования учебника физики [12, 13]. Напомним основную идею нового ФГОСа [19] в части естественнонаучных предметов: включение в планируемые результаты обучения и систему универсальных учебных действий не только освоения предметных умений экспериментального характера, но и освоения школьниками норм современного метода научного познания (впервые в истории отечественного содержания образования и постановки цели экспериментального исследования). Выделим, с учетом этого, основные составляющие опытно-экспериментального исследования. Они опираются на то, что а) логика цикла (факты, проблема – гипотеза, модель – следствия – эксперимент) – ориентировочная основа действий при освоении метода познания; б) освоение экспериментирования и моделирования как практики учебной деятельности при обучении физике; в) формирование личных качеств (мышления, рефлексии, мотивации) и на этой основе развитие школьников; г) формирование основ современной методологической культуры для познания явлений природы и применения физики в технике.

Отсюда ключевыми для организации дидактической работы в школе выбраны **исследования процессов диагностики и формирования экспериментальных умений.** В лаборатории дидактики физики такой подход сложился уже давно.

Ещё в 70-е годы прошлого века в лаборатории физического образования АПН СССР при проведении комплексных исследования знаний учащихся [14] проверялся уровень сформированности экспериментальных умений учащихся. В ходе специальных экспедиций, проводимых совместно с Институтом школ МО РФ группа сотрудников во главе с В. А. Бутовым использовала привозимые с собой приборы и на основе наблюдений за учащимися в процессе выполнения экспериментов формировала выводы об уровне сформированности экспериментальных умений.

В современных условиях традиции исследования экспериментальных умений учащихся были восстановлены в лаборатории дидактики физики с начала 2000 годов (вначале, при внедрении ЕГЭ) и продолжают по настоящее время. Профессиональное сообщество хорошо понимало, какое огромное значение будет иметь на учителей, родителей, учеников введение ЕГЭ. Поэтому сразу после начала эксперимента по ЕГЭ лабораторией дидактики физики ИСМО РАО было спланировано и проведено многофакторное исследование по технологии проверки экспериментальных умений при массовых процедурах типа государственной аттестации [15].

В исследовании (2004-2008), известном в литературе под названием Раменского эксперимента была разработана и проверена технология массовой

проверки экспериментальных умений. Было создано и необходимое оборудование «ЕГЭ-лаборатория» Эта лаборатория выпускается серийно и широко используется в школах для проектной деятельности и практикума. К сожалению, по финансовым причинам не удается внедрить экспериментальные задания в структуру контрольных измерительных материалов (КИМ) ЕГЭ. В исследовании принимают участие следующие экспериментальные площадки лаборатории: Удельнинская гимназия Московской обл. (учителя Андреева Н. В., Пчелкина М. А.), школа № 29 г. Подольска (учителя Царьков И. С., Андронов С. А.), школа № 89 г. Ярославля (учитель Гусева Л.Ю) [16].

В школе № 29 г. Подольска в течение 7 лет физика изучается по учебникам 7-11 [13]. Учителем Н. В. Андреевой разработана технология совместных экспериментальных исследований учителя и учеников в процессе изложения нового материала с опорой на цикл научного познания В. Г. Разумовского как ориентировочную основу действий [17].

**Результаты проведенного лабораторией исследования** были внедрены при разработке концепции государственной аттестации (ГИА) выпускников основной школы. В настоящее время в КИМы ГИА включено экспериментальное задание с реальным лабораторным оборудованием. Разработано и серийно выпускается для ГИА так называемая «ГИА-лаборатория» [18]. На примере ГИА однозначно подтвердилось, что включение экспериментальных заданий в государственную аттестацию имеет решающее значение для восстановления отечественных традиций преподавания физики на экспериментальной основе. При реализации региональных программ развития образования выделяются значительные средства на обновления лабораторного оборудования.

Приведем некоторые **новые научные факты**, полученные нами в ходе **дидактического исследования уровня сформированности экспериментальных умений**.

**1. На уровне 60–90% формируется исполнительная компетентность.**

Два примера иллюстрируют этот вывод.

1.1. Необходимо было измерить коэффициент трения с наименьшей погрешностью (требования оценить погрешность не было) (рис. 1). 30% выполнивших задание при измерении не использовали дополнительные грузы,

только 5% измерили коэффициент трения с использованием дополнительных грузов, указав, что делают это с целью уменьшения погрешности.

1.2. В другом задании необходимо было измерить жесткость пружины динамометра (рис. 2). При выполнении этой работы по общепринятой технологии ученики получают динамометр с закрытой шкалой.

Поэтому 60% учеников, несмотря

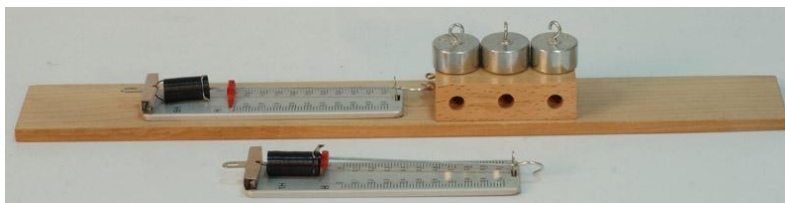


Рис. 1



Рис. 2

на то, что шкала динамометра открыта, подвешивали к ней 100-граммовые грузы. Лишь 15% учащихся учли, что шкала открыта, и при измерении жесткости воспользовались только линейкой.

**2. Границы применимости законов, построение графиков по результатам эксперимента.** Исследование деформации резины (рис. 3):

зависимость удлинения от приложенной силы, оценка модуля Юнга, нахождение границ выполнения закона Гука.



Рис. 3

Ниже в качестве примера приведены фрагменты отчетов школьников (см. рис. 4а, 4б, 4в). В них

Исследование деформации резины.

Последовательно будем измерять  $\Delta l$  и соответствующее ей  $F$  с помощью прибора для исследования деформации резины и динамометра.

- $l = 10 \text{ см} - F = 0,2 \text{ Н}$
  - $l = 11 \text{ см} - F = 0,6 \text{ Н}$
  - $l = 12 \text{ см} - F = 0,8 \text{ Н}$
  - $l = 13 \text{ см} - F = 1 \text{ Н}$
- таким образом чем, больше  $l$ , тем больше  $F$ .

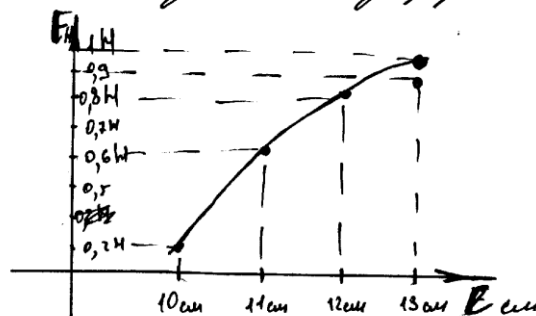
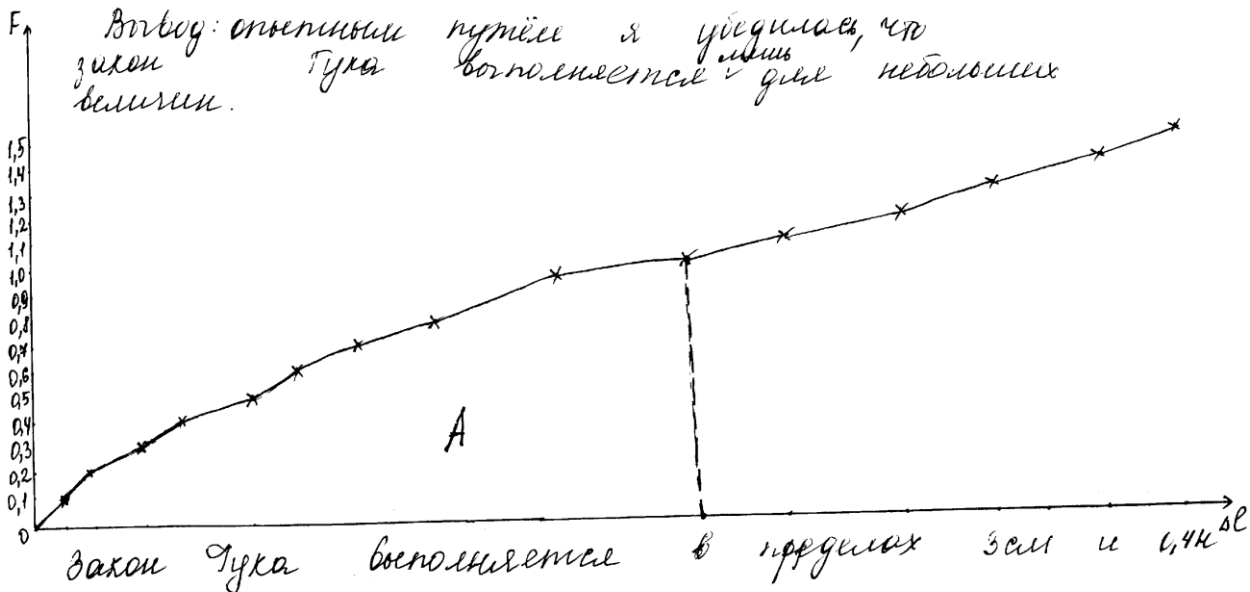


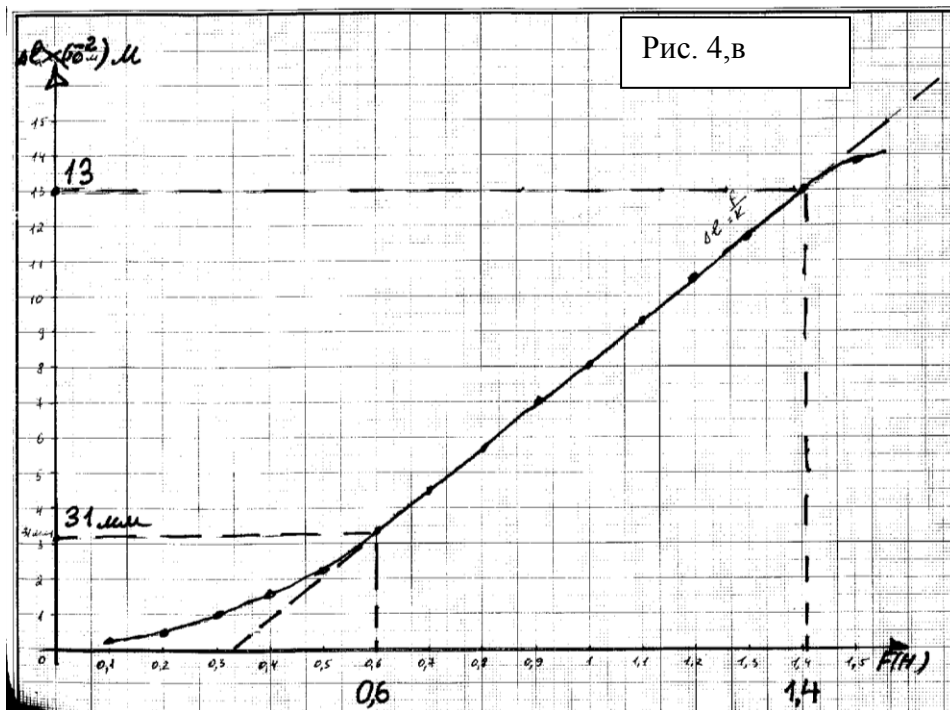
Рис. 4,а

можно заметить характерные ошибки, которые допускают учащиеся при построении графиков по результатам совместных измерений.



$$A = F \cdot \Delta l \cdot \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} = F \cdot \Delta l = S_{\text{под графиком}} \approx 0,132 \text{ Дж}$$

Рис. 4,б





**Выполнение этого задания позволило сделать следующие выводы:** а) **20%** учеников знают, что закон Ома имеет границы применимости, но только **7%** их указывают; б) ученики привыкли считать, что сила – функция  $\Delta l$ , и **30 %** строят этот график, хотя требуется построить график  $\Delta l (F)$  - сделали так только **10 %**; в) из **20%** учащихся, определивших модуль Юнга, только **10%** указывают на то, что при этом надо пользоваться линейной частью графика  $\Delta l(F)$  или графика  $F(\Delta l)$ .

**3. Выдвижение и проверка предположений (на примере изменения силы тока в полной электрической цепи при изменении сопротивления).**

Задание. Измерьте силу тока  $I_1$ . Какова должна стать сила тока  $I_2$  при замене резистора  $R_1$  на резистор  $R_2$ , сопротивление которого в 2 раза меньше? Измерьте силы токов  $I_1$  и  $I_2$ . Объясните результат. (См. рис. 5.)



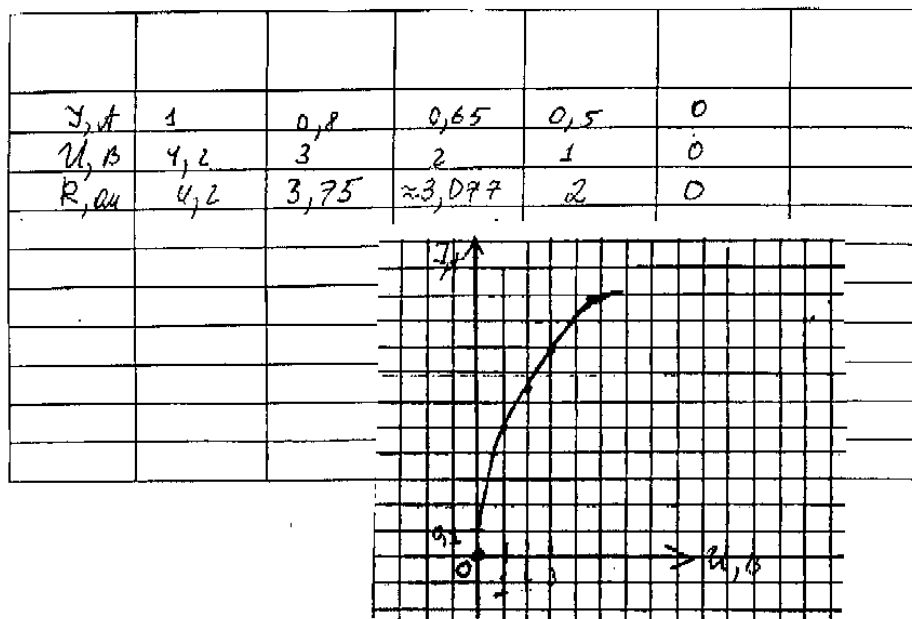
Рис. 5

**Результаты выполнения подобных заданий позволили зафиксировать следующие дидактические факты:** а) проведение прямых измерений, необходимых для выдвижения предположения, выполнили **80%** школьников; б) предположение (верное и неверное) выдвинули **70%**, обосновали **50%** школьников; в) проверка предположения: - предположения полностью оправдалось, подтверждено результатами измерений и объяснено – **10%** учащихся, - предположение было неверным, эксперимент его не подтвердил, найдено верное объяснение – **20%** учащихся, - опытные данные не подтвердили предположение, но ученики не отказываются от своего неверного предположения – **40%** школьников.

**4. Представление о методе естественнонаучного познания сформировано не более чем у 10% учащихся.** Ниже приведены фрагменты отчета о задании, выполнение которого характерно для учащихся, овладевших методом познания (рис. 6).

Цель задания: Исследование зависимости силы тока, проходящего через стиральную машинку, от напряжения в сети.

Оборудование, отобранное для выполнения задания: амперметр, вольтметр, лампочка свечная, спираль, проволоки, резистор, источник тока, провода.



До исследования я думала, что сила тока прямо пропорциональна напряжению, т.к. по закону Ома сила тока  $I = U/R$ . Но в результате опыта оказалось, что это не так. Оказалось, что зависимость получилась не прямо пропорциона. У меня получилась зависимость №3 на рисунке 1. Наверное в результате накалывания спираль тоже влияет на результат, т.е. зависит от температуры спираль лампы.

Рис. 6

**Предварительные выводы об исследовании использования учебного экспериментирования на уроках физики:** а) увеличение числа экспериментов на уроках в любой форме улучшает качество учебного процесса (по мотивации, физическому мышлению, мировоззрению), б) использование совместных экспериментальных исследований в рамках логики метода научного познания улучшает понимание физических явлений, способствует рефлексии деятельности.

Важнейшим фактором, определяющим внедрение экспериментальных технологий при изучении физики в массовую педагогическую практику, является выполнение требований ФГОС по материально-техническому обеспечению (МТО) учебного процесса по физике. Процесс обновления оборудования начался в рамках Федерального этапа Приоритетного национального проекта «Образование» в 2006-2008 гг. В России было обновлено оборудование 10% школ.

Сейчас ответственность за выполнение требований стандарта по МТО лежит на региональных структурах. Особенно активность регионов по обновлению оборудования стала набирать обороты после включения в КИМы ГИА (9 класс) экспериментальных заданий с реальным оборудованием. Как показывает изучение опыта (Московская обл., Рязань, Краснодарский край, Красноярск), по обновлению МТО используется программно-целевой способ решения проблем [20]. **Основные этапы этого процесса таковы:**

1) массовая диагностика уровня сформированности экспериментальных умений (соответствующие диагностические работы апробированы);

2) всеобщий мониторинг состояния МТО не вообще, а по возможности проведения конкретных работ и демонстраций, необходимых для достижения планируемых результатов обучения ФГОС, в том числе и по освоению метода познания (анкеты разработаны);

3) создание системы Региональных Инновационных Площадок (РИП) и базовых ресурсных центров;

4) закупка комплектов «ГИА-лабораторий» (рис. 7, а,б) в каждую школу региона к экзаменационной кампании следующего года.

Одно из первоочередных конкретных предложений – провести работу по составлению и активному участию в реализации региональной программы по обновлению МТО – материально-технической основы внедрения в массовую практику результатов дидактических исследований преподавания физики, в том числе и на базе учебника нового поколения под редакцией В. Г. Разумовского и В. А. Орлова. Опыт убеждает, что в целом ориентир учебника на выполнение большого числа экспериментов в реальном учебном процессе подтверждает свою педагогическую эффективность. Дело за тиражированием такого опыта.



Рис. 7, а



Рис. 7,б

**Практика дидактического эксперимента в Кирове.** В опытно-экспериментальной работе используется опыт экспериментирования (в широком смысле) с учебником в лаборатории дидактики физики ИСМО АПН СССР (РАО). В 1984-1985 гг. по заказу АПН СССР в Кировском госпединституте выполнялась хоздоговорная тема по сравнительному анализу учебников физики [1-3]. В последнее десятилетие восстановилось сотрудничество с лабораторией по апробации учебника нового поколения, по итогам которого, в частности, вышли три сборника научных работ [5-7].

Традицией в исследовании учебника стало **разделение** а) теоретического исследования текста учебника (соответствие концепции и структуры, выделение законченной единицы учебного текста – главы, характеристика научного текста, отражение в тексте вопросов мировоззрения, характеристика аппарата организации усвоения, процессы усвоения универсальных познавательных норм и др.)\*, б) экспериментального исследования реального учебного процесса освоения нового учебника (формирование новообразований, мотивация учения, освоение фундаментальных деятельностей – моделирования и экспериментирования, и на этих основе – компетенций, затруднения и их причины и др.).

За последние пять лет (2008-2012) сотрудничество с лабораторией дидактики физики ИСМО РАО выразилось в выполнении в Кирове **следующих научно-методических проектов**, связанных с совершенствованием содержания учебников, разработкой методики организации учебного процесса, апробацией учебников и др.:

1. Участие в ежегодной Всероссийской конференции по учебному физическому эксперименту (Глазов), которая проводится с грифом РАО: выступления с пленарными докладами, участие в работе журнала «Учебная физика» и др. Привлечение специалистов РАО к участию во Всероссийской научно-теоретической конференции «Модели и моделирование в методике обучения физике» (Киров, 2007, 2010, В. Г. Разумовский, В. А. Орлов, И. И. Нурминский и др.).

2. Защищена кандидатская диссертация на тему «Сравнительный анализ использования современных учебников физики в основной школе» (О. Л. Лежепекова, Киров, 2009).

3. Подготовлена и издана монография «Принцип цикличности в методике обучения физике» (Ю. А. Сауров, Киров: ИПК и ПРО, 2008), в которой

---

\* Заметим, что научно-теоретическое (разумное) мышление характеризуется исследованием природы самих понятий, самих знаний, текстов и т.п.

исследуется история концептуального методического знания о методе научного познания. Подведение итогов поисковых и экспериментальных исследований в двух монографиях [8, 12].

4. **Ежегодная публикация статей, в которых отражена проблематика построения и освоения учебника физики нового поколения.** Например: Коханов К. А., Сауров Ю. А. Элементы физики микромира. – Киров, 2008. – 192 с.; Элементарная физика: Справочные материалы / Ю. А. Сауров и др. – Киров: Изд-во КИПК и ПРО, 2008. – 132 с.; Сауров Ю. А. Модель урока как дидактическая модель // Формирование учебных умений в процессе реализации стандартов образования. – Ульяновск, 2009. – С. 20–22; Сауров Ю. А. Методологические функции принципа цикличности // Проблемы современного математического образования в школах и вузах России. – Киров: Изд-во ВятГГУ, 2009. – С. 24–28; Ростова Е. Н., Сауров Ю. А. Экспериментальное исследование особенностей текстов учебников // Познание процессов обучения физике: Сб. статей. Вып. 10. – Киров: Изд-во ВятГГУ, 2009. – С. 27–29; Сауров Ю. А. Программа формирования методологической культуры субъектов образования // Образование и саморазвитие. – 2009. – № 1. – С. 3–11; Разумовский В. Г., Сауров Ю. А. Научный метод познания как высочайшая духовная ценность // Диалог культур и цивилизаций в глобальном мире: VII международные Лихачевские научные чтения 24-25 мая 2007 г. – СПб: Изд-во СПбГУП, 2007. – С. 445–447; Разумовский В. Г., Сауров Ю. А. Общемировые тенденции развития школьного физического образования // Настоящее и будущее физико-математического образования. – Киров, 2008. – С. 17–21; Орлов В. А., Сауров Ю. А. Норма для практики, или будущее принципа цикличности // Учебная физика. – 2010. – № 1. – С. 36–45; Сауров Ю. А. Моделирование и экспериментирование как ведущие деятельности в обучении физике // Учебный физический эксперимент: Актуальные проблемы, современные решения: Программа и материалы шестнадцатой Всероссийской научно-практической конференции. – Глазов: ГГПИ, 2011. – С. 22–23; Романова О. М., Сауров Ю. А. Организация моделирования и экспериментирования при изучении второго закона термодинамики // Познание процессов обучения физике. Вып. 12. – Киров: Изд-во ЦДООШ, 2011. – С. 5–8; Сауров Ю. А. Метод научного познания... и открытие нейтрона // Физика: научно-методический журнал для учителей физики, астрономии и естествознания. – 2012. – № 6. – С. 4–5.

5. Участие в фундаментальном проекте по созданию академического учебника физики нового поколения для профильной школы: публикации по отдельным аспектам методики (не менее десятка статей, выход в свет 4 книг учебника для 10-11 классов (соавторство). Подготовка рукописи методики обучения физике в X классе (соавторство).

6. Подготовлено учебное пособие «Практика решения физических задач» (В. А. Орлов, Ю. А. Сауров, М., Вентана-Граф, 2010, 2011), в котором отражены нормы процессов деятельности при решении учебных физических задач.

7. Участие в работе экспериментальной площадки РАО на базе средней школы № 16 г. Кирова по исследованию освоения отдельных методических решений нового учебника физики для старшей школы: планирование работы, отбор или построение методик диагностики достижений, ежегодная публикация статей [5–7] и др.

**Методики исследования.** В целом экспериментальные методики делятся на две группы: а) исследование текста учебника (структура, сравнение с другими текстами и т. п.), б) диагностика качеств школьников (знаний и компетенций), в частности, методика изучения мотивации школьников при использовании нового учебника, методика изучения деятельности экспериментирования и

моделирования, методики исследования отдельных знаний для оценки доступности текста и др.

### **Некоторые результаты исследований 2013 года.**

**Программа** экспериментального исследования по теме «Структура, содержание и процессы обучения при внедрении учебника физики нового поколения для профильной школы (научные руководители В. Г. Разумовский, В. А. Орлов)».

**Экспериментальная площадка г. Кирова** (на базе ср. шк. № 16, Центра дополнительного образования одаренных школьников и др.).

### **Методологический аппарат экспериментального исследования.**

**Объект** исследования: процесс обучения школьников 11 класса (повторно и 10 класса) на основе концепции и технологии авторов учебника физики нового поколения (проф. В. Г. Разумовский, В. А. Орлов и др.).

**Предмет** исследования: освоение нормы познавательной деятельности «факты – гипотеза, модель – следствия – эксперимент» при изучении физики по обозначенному учебнику при выполнении экспериментальных и теоретических исследований.

**Цели:** 1. Изучение развития творческих способностей учащихся при выполнении экспериментальных и теоретических исследований по концепции учебника физики для 11 класса (профильного уровня). 2. Исследование всех аспектов внедрения нового учебника в условиях профильного изучения физики в 10 и 11 классах: развитие мотивации учения, формирование умений и др. 3. Доказательство доступности и эффективности универсальных познавательных норм, выраженных в содержании названного учебника.

**Основная гипотеза исследования:** при творческом отношении к использованию учебника физики для старшей школы нового поколения, выраженном в отношении к тексту как к объекту усвоения и конструирования, как к средству организации познавательной деятельности, удастся: а) быстро, за один-два года, адаптировать учебный процесс под концепцию и технологию нового учебника, т. е. сделать содержание учебника для учителя и ученика доступным; б) получить запланированные устойчивые новообразования школьников (различение объектов и моделей, знакомство и освоение логики научного познания, понимание относительности тех или иных конкретных знаний и др.).

**Организация и методики экспериментального исследования.** Постоянно строятся и отрабатываются методики исследования тех или иных качеств школьников: а) для диагностики доступности решений учебника – по знаниям и умениям, б) для диагностики новообразований (в основном методологические знания и метакомпетенции) – новые тесты и др.

- Организованы конструирование вариантов инструкций для выполнения школьниками исследовательских работ учебника: а) фиксируется некая сложность, неудобство управления познанием формы выражения (содержание и структура) описаний учебника, б) подготовлены и удачно опробованы инструкции, в которых явно заложена в структуру логика научного познания (факты – модель...).

- Ежегодно проводятся тесты а) по диагностике мотивации школьников, б) по экспериментальному методу познания (знания + умения), в) по освоению моделирования. По полугодиям проводится контрольная экспериментальная работа, в этом году – по экспериментальному исследованию интерференции (и другое).

- Почти в постоянном режиме на экспериментальной площадке лаборатории дидактики физики ИСМО РАО проводятся курсы переподготовки учителей по освоению ФГОС в обучении физике. В этом полугодии прошли три

курсов, на которых рассматривались вопросы методологии экспериментальной деятельности, проводилось выполнение учителями школьных экспериментальных исследований с их рефлексией.

- Проводились открытые уроки по последней главе 11 класса. Подготовлен и дважды проведен тест по диагностике освоения обобщений ФКМ в конце курса физики 11-го класса.

#### **Предварительная рефлексия результатов опытно-экспериментального исследования.**

- **Получены факты-рецензии** учителей и школьников по усвоению первой темы XI класса «Электромагнитная индукция» (см. далее статью).

- В начале 2013 г. вышел **сборник статей** «Исследование процессов обучения физике» (вып. 14) по итогам ОЭР в 2012 г. В частности опубликованы статьи: 1. Разумовский В.Г., Орлов В.А., Сауров Ю.А., Лежепекова О.Л. О программе экспериментального исследования учебника физики нового поколения. 2. Разумовский В.Г., Орлов В.А., Сауров Ю.А. Поисковое экспериментальное исследование научной грамотности школьников при обучении физике. 3. Лежепёкова О.Л. Анализ результатов учебного процесса в 10-м и 11-м классах экспериментальной площадки. 4. Сауров Ю.А., Коханов К.А., Малькова С.В. Из опыта исследования освоения школьниками представлений о физической картине мира. 5. Лежепёкова О. Л. Исследование мотивации школьников к предмету.

- **С опорой на экспериментальную деятельность под концепцию учебника физики нового поколения выполнены две магистерские диссертации:** 1. Романова О. М. Сравнительная характеристика учебников для X класса и особенности методики их использования (научный руководитель – проф. Ю. А. Сауров, 2013, защита на «хорошо»). 2. Малькова С. В. Проблема формирования современного физического миропонимания в старшей школе (научный руководитель – проф. Ю. А. Сауров, 2013, защита на «отлично»).

- **На материале освоения метода научного познания при проведении лабораторных работ** выполняется магистерская диссертация: Лютина С. Н. Проблема освоения метода научного познания при проведении лабораторных экспериментальных исследований в обучении физике (научный руководитель – проф. Ю. А. Сауров, 2013-2014). Подготовлен экспериментальный материал для проведения с 1 сентября 2013 г. дидактического эксперимента в ССУЗ г. Кирова.

- **В рамках проведения докторского исследования** «Проблема освоения коллективной и индивидуальной познавательной деятельности в системах дополнительного физического образования» (доцент К. А. Коханов, научный консультант проф. Ю. А. Сауров) подготовлены экспериментальные материалы по теме «Световые явления» (8 класс), при изучении которой на каждом уроке проводятся экспериментальные исследования школьников. В 2-х школах Кирова проведен дидактический эксперимент, результаты обрабатываются (см. статьи в сборнике). В целом опора методики на методологические знания, самостоятельные простые экспериментальные исследования, согласование коллективной и индивидуальной познавательной деятельности дают существенно новые результаты учебного процесса (мотивация, успешность, творчество). В частности фиксируются следующие факты: а) школьники с высокой мотивацией выполняют сложные фронтальные экспериментальные исследования, б) успешность освоения формальных знаний при этом не падает, а растет, в) растет интерес к познавательной деятельности в такой форме у школьников-гуманитариев (полнее см. в сборнике трудов).

- **Идет работа по написанию монографии по проблеме** построения и использования учебника физики нового поколения на материале многолетних



теоретических и экспериментальных исследований учебника «Физика – 7–11, ред. В. Г. Разумовский и В. А. Орлов» (О. Л. Лежепёкова).

• **Предварительно складываются ещё и следующие выводы:** а) основные педагогические эффекты использования нового учебника связаны с логикой построения материала параграфов на освоение метода научного познания, освоением деятельности экспериментирования тоже под логику метода, освоением ряда методологических понятий, но главным образом моделирования; б) довольно четко экспериментально фиксируется факт, что новое физическое содержание (новые элементы знаний) не дает в первые два года существенного эффекта, скорее усложняет учебный процесс, т.е. не решает тактических задач обучения, отсюда надо разделять тактические и стратегические задачи учебника, и диагностировать их отдельно.

**Планирование дальнейших исследований (2014)\*.** Основной целью проводимых исследований остается: а) получение научных знаний (в форме экспериментальных фактов, методических гипотез, обобщений формирующего учебного эксперимента, обобщений по совершенствованию содержания курса физики старшей профильной школы), б) разработка на этой основе методических рекомендаций по совершенствованию структуры и содержания курсов физики старшей школы и методических рекомендаций по совершенствованию учебного процесса.

**Заключение.** Без организации ОЭР в среде учителей физики и в среде школьников невозможно эффективное по времени и качеству освоение новых норм современного учебника физики. А обратная связь даёт факты и идеи для совершенствования содержания курса физики. Но и шире – это даёт импульсы для совершенствования учителей физики Кировской области и в целом процессов обучения физике.

#### **Приложение 1**

**Планируемые статьи по темам исследования (ориентировочно по годам):** 1. Виды экспериментальных задач по физике и особенности их решения (2013-2014, Глазов, журнал «Учебная физика»). 2. Деятельность моделирования как фундаментальная учебная деятельность (2013-2014, журнал «Сибирский учитель»). 3. Модельные образования в содержании школьного курса физики (2013, сб.: «Модели и моделирование в методике обучения физике», конференция, пленарный доклад). 4. Регламенты познавательной деятельности при работе с учебными физическими задачами (2014, «Физика»). 5. Метод размерности при изучении физических явлений, Приемы использования метода размерности при решении физических задач, Метод размерности при проведении исследований физических явлений (2013, 2014, 2015, «Физика»). 6. Проблема и методика различения статуса знаний при обучении физике (2014, «Физика в школе»). 7. Экспериментальное исследование мотивации школьников при решении учебных физических задач (2014, сб.: «Настоящее и будущее физико-математического образования», Киров). 8. Проблема нормативных требований для понимания физических явлений и объектов (2015, «Физика в школе»). 9. Экспериментальное исследование процессов понимания физических явлений (2014-2020, статьи в ежегодный сб.:

---

\* См. также: Разумовский В. Г., Орлов В. А., Сауров Ю. А., Лежепёкова О. Л. О программе экспериментального исследования учебника физики нового поколения // Исследование процесса обучения физике: сб. науч. тр. – Киров: Изд-во ИРО Кировской области, 2013. – Вып. 14. – С. 4–14.



«Исследование процесса обучения физике», Киров, всего не менее 7 статей). 10. Проблема и методика формирования мета-компетенций при обучении физике (2015, «Физика»). 11. Приемы учебной деятельности с физическими знаниями в обучении (2016, «Физика в школе»). 12. Виды, функции и использование методических моделей в методике обучения физике (2016, сб.: «Модели и моделирование в методике обучения физике», конференция, пленарный доклад). 13. Нормативные требования для формирования культуры современного физического мышления (2016, сб.: «Настоящее и будущее физико-математического образования», доклад, Киров). 14. Нормативные требования к содержанию физического мировоззрения при обучении в базовой школе (2017, «Физика в школе»). 15. Нормативные требования к содержанию физического мировоззрения при обучении в профильной школе (2018, «Физика в школе»). 16. Типичные недостатки в организации современного физического образования (2018, сб.: «Настоящее и будущее физико-математического образования», Киров, доклад на конференции). 17. Современные проблемы методики обучения физике при организации деятельности моделирования (2019, сб.: «Модели и моделирование в методике обучения физике»). 18. Обобщения практики освоения метода научного познания при обучении физике (2020, «Физика в школе»).

### Литература

1. Сравнительный анализ раздела «Электродинамика» учебных пособий по физике для IX класса средней школы: отчёт о НИР (закл.) / КГПИ; рук. Ю. А. Сауров; исполн. Ю. А. Сауров [и др.]. – Киров, 1985. – 280 с. – Деп. в ВНТИц 0286.0072653.
2. Сравнительный анализ учебных пособий по физике для IX класса / Ю. А. Сауров [и др.]; под ред.: В. В. Усанова, Ю. А. Саурова. – М.: АПН СССР, 1986. – 159 с.
3. Бутырский Г. А., Сауров Ю. А. Сравнительный анализ аппарата организации усвоения учебных книг по физике для IX класса // Проблемы школьного учебника. – М.: Просвещение, 1987. – С. 210–223.
4. Прозаровская А. В., Сауров Ю. А. Изучение отношения школьников к учебникам // Исследование процесса обучения физике: сб. науч. тр. / науч. ред. Ю. А. Сауров; КОИУУ, науч. лаб. «Моделирование процессов обучения физике». – Киров, 2000. – Вып. 4. – С. 19–20.
5. Исследование процесса обучения физике: сб. науч. тр. / под ред. Ю. А. Саурова. – Киров: Изд-во КИПК и ПРО, 2010. – Вып. 12. – 52 с.
6. Исследование процесса обучения физике: сб. науч. тр. / под ред. Ю. А. Саурова. – Киров: Изд-во ИРО Кировской области, 2011. – Вып. 13. – 47 с.
7. Исследование процесса обучения физике: сб. науч. тр. / под ред. Ю. А. Саурова. – Киров: Изд-во ИРО Кировской области, 2013. – Вып. 14. – 63 с.
8. Коханов К. А., Сауров Ю. А. Методология функционирования и развития школьного физического образования: монография. – Киров: ООО «Радуга–ПРЕСС», 2012. – 326 с.
9. Разумовский В. Г., Майер В. В. Физика в школе. Научный метод познания и обучение. – М.: ВЛАДОС, 2004. – 463 с.
10. Разумовский В. Г., Орлов В. А. Основная школа: проблемы обучения и создания учебника нового поколения // Физика в школе. – 2004. – № 5. – С. 28–35.
11. Разумовский В. Г., Орлов В. А., Сауров Ю. А., Майер В. В. Технология развития способностей школьников самостоятельно учиться, мыслить и творчески действовать // Физика в школе. – 2007. – № 6. – С. 50–55.
12. Разумовский В. Г., Орлов В. А., Майер В. В., Сауров Ю. А. Стратегическое проектирование развития физического образования: монография. – Киров, 2012. – 179 с.
13. Разумовский В. Г., Орлов В. А. и др. Физика – 7–11. – М.: ВЛАДОС, 2002–2011.
14. Совершенствование содержания обучения физике в средней школе / под ред. В. Г. Зубова, В. Г. Разумовского, Л. С. Хижняковой. – М.: Педагогика, 1978. – 176 с.
15. Никифоров Г. Г. Готовимся к ЕГЭ: экспериментальные задания. – М.: Школьная пресса, 2004.

16. Никифоров Г. Г., Демидова М. Ю., Камзеева Е. Е., Андреева Н. В., Гусева Л. Ю., Царьков И. С. Консультации по подготовке к ЕГЭ и ГИА. Из опыта использования «ГИА-лаборатории» // Физика в школе. – 2013. – № 2.
17. Андреева Н. В. Технология совместных экспериментальных исследований учителя и учащихся // Физика в школе. – 2009. – № 8.
18. Физика: ГИА: Сборник экспериментальных заданий для подготовки к государственной итоговой аттестации в 9 классе / Г. Г. Никифоров, Е. Е. Камзеева, М. Ю. Демидова. – М.; СПб.: Просвещение, 2012. –173 с.
19. Примерная основная образовательная программа образовательного учреждения / [сост. Савинов Е. С.]. – М.: Просвещение, 2011. – 342 с.  
Современный кабинет физики / под ред. Г. Г. Никифорова, Ю. С. Песоцкого. – М.: Дрофа, 2009.

**О. Л. Лежепёкова**

### **Исследование формирования метакомпетенций при организации экспериментирования на уроках физики в X классе**

С изменением образовательных задач школы (от усвоения накопленного человечеством опыта для решения известных задач к формированию способности решать неизвестные задачи) усиливается внимание к формированию метакомпетенций. При изучении школьного курса физики реализация метакомпетенций происходит в процессе освоения школьниками научного метода познания, в частности, в деятельности моделирования и экспериментирования. Так, в учебниках физики нового поколения (под ред. В. Г. Разумовского и В. А. Орлова) заданы нормы учебной деятельности с объектами науки (системами знаний) и нормы экспериментально-практической деятельности школьников.

На втором этапе выполнения экспериментального исследования (2012-2013 уч. г.) по использованию профильного учебника «Физика-10» (авторы В. Г. Разумовский, В. А. Орлов, Г. Г. Никифоров, В. В. Майер, Ю. А. Сауров, Е. К. Страут) мы продолжили исследование: 1) мотивации школьников при работе с учебником, 2) особенностей восприятия текста учебника, 3) доступности экспериментальных исследований учебника, 4) доступности задач нового учебника, 5) освоения метода научного познания (методологические понятия и умения).

Познавательная компетентность, как одна из составляющих метакомпетенции, характеризуется сформированными осознаваемыми установками на процесс познания – мотивацией. Исследование влияния учебника на мотивационную составляющую познавательной деятельности учащихся экспериментальных классов ежегодно проводится с помощью специального теста в начале учебного года в 10-х классах и в конце первого полугодия в 11-х классах [1]. Результаты тестирования (2010-2013) показали, что учащиеся 10-11-х классов проявляют достаточно большой интерес к выполнению учебных исследований, постановке опытов, решению экспериментальных задач. Явно прослеживается потребность школьников в получении новых знаний, в более активных формах работы на уроке. Так, в 11-х классах интерес к работе с текстом

учебника, к познанию природы явления, к выполнению учебных исследований примерно в два раза выше, чем в 10-х. Полученные экспериментальные факты подтверждают, что учебник (текст, экспериментальные исследования, вопросы, задачи) и методика организации учебной деятельности имеют большой потенциал для формирования положительного отношения к учению [2].

Школьный учебник – одно из приоритетных средств обучения, которое позволяет учащимся работать с научной информацией. Обучение физике при эффективном, систематическом использовании учебника позволит сформировать устойчивые навыки самостоятельной работы с научной литературой, то есть информационную компетентность. Отличительная особенность учебника физики заключается в том, что ему присуща методологическая функция, которая, с одной стороны, реализуется путем включения в содержание учебника методологических знаний, а с другой – организации работы учащихся с этим содержанием. Эффект учебника заключается не только в его содержании, но и в методике организации работы учащихся с этим содержанием.

Одна из задач педагогического эксперимента «Структура, содержание и процессы обучения при внедрении учебника физики нового поколения для профильной школы (под ред. В. Г. Разумовского и В. А. Орлова)» – это совершенствование содержания и методики использования учебника физики. Организация учебной деятельности школьников с системами знаний названного учебника осуществлялась с использованием комплекса простых методических приемов, в которых усилено внимание к различению объектов науки и объектов природы. Система приемов работы с учебником включает три группы заданий (рис.1).

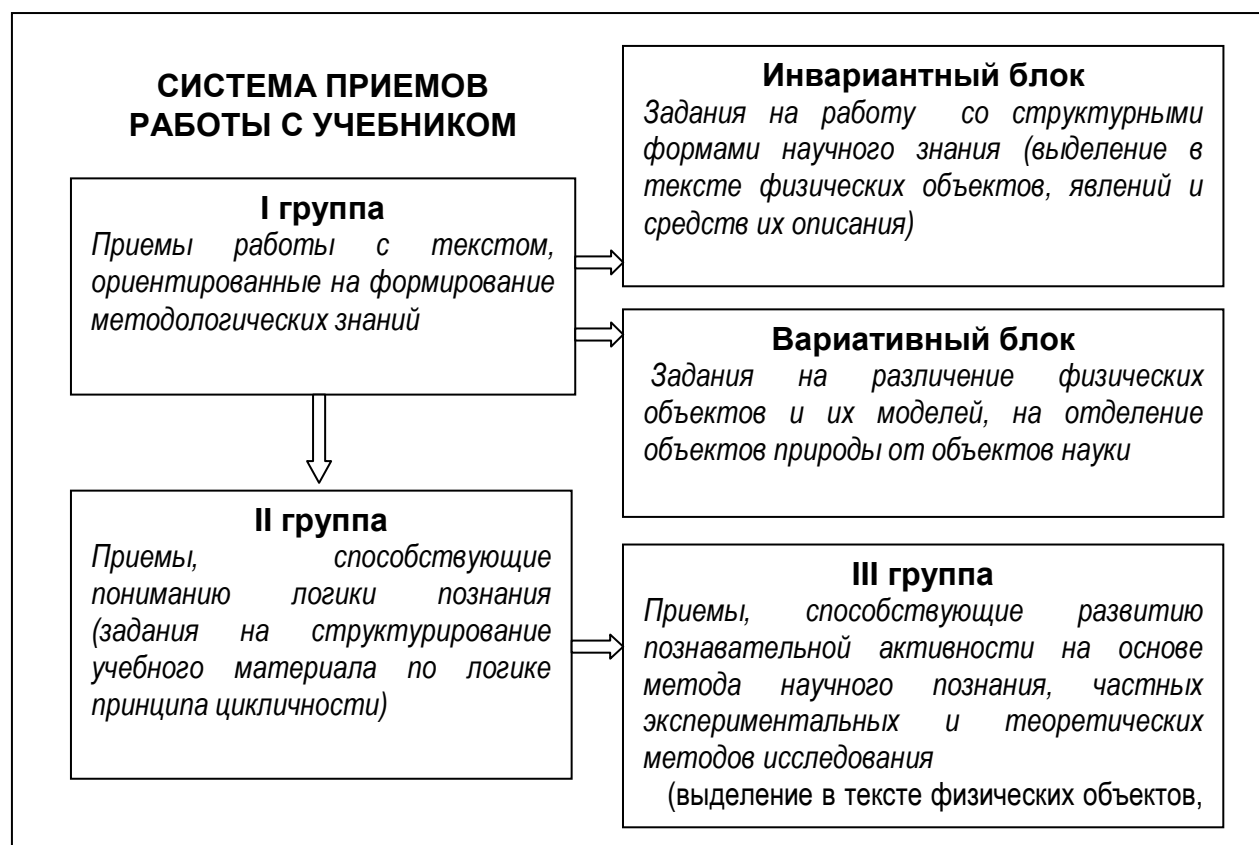


Рис. 1. Система приемов работы с учебником

Такая система приемов позволяет повысить эффективность использования учебника в овладении методами научного познания и в развитии познавательной самостоятельности школьников.

С целью исследования особенностей восприятия текста учебника мы провели диагностическую контрольную работу с учащимися 10 класса в конце первого полугодия 2012-2013 уч. г. Структура работы включает два раздела: I – задания на работу со структурными формами научного знания; II – вопросы и задачи из учебника. Результаты выполнения заданий контрольной работы приведены в табл. 1.

Таблица 1

№	Содержание задания Выборка: 24 ученика	Число отве тов	% отве тов
1.	Прочитайте текст первого раздела §4.4 «Кинетическая и потенциальная энергия»		
1.1	Сформулируйте научную проблему, о которой говорится в тексте	24	100
1.2	Назовите модель объекта	24	100
1.3.	Перечислите основные характеристики модели	20	83
1.4.	Какими двумя способами возможно решение научной проблемы?	18	75
2.	Прочитайте текст второго и третьего разделов §4.4 «Кинетическая и потенциальная энергия».		
2.1	Перечислите основные понятия, содержащиеся в тексте	21	88
2.2	Выполните анализ физических величин по предложенному плану:		
	Определение физической величины	22	92
	Описывает: – физические объекты	18	75
	– физические явления	19	79
	Физические формулы для расчёта величины	24	100
	Обозначение в физических формулах	24	100
	Единицы измерения	23	96
	Зависимость от других физических величин (указать каким образом)	19	79
3.	Самоконтроль полученных знаний. Самостоятельно ответьте на вопросы и решите задачи (работа по вариантам)		
	<i>I вариант (выполняли 13 учеников)</i>		
3.1.	Каков смысл теоремы о кинетической энергии тела?	11	85
3.2.	Какие силы называются потенциальными?	12	92
3.3.	Как изменится потенциальная энергия упруго деформированного тела при увеличении его деформации в три раза?	9	69
3.4.	Задача 1. Чему равна кинетическая энергия тела массой 2 кг, движущегося со скоростью 5м/с?	10	77
3.5.	Задача 2. Два автомобиля, массы которых одинаковы и равны $m$ , движутся со скоростями $v$ и $3v$ относительно Земли в одном направлении. Чему равна кинетическая энергия второго автомобиля в системе отсчета, связанной с первым автомобилем?	8	62

<i>II вариант (выполняли 11 учеников)</i>			
3.1.	Каков смысл теоремы о потенциальной энергии тела?	10	91
3.2.	Почему механическая работа не является функцией состояния?	8	73
3.3.	Как изменится кинетическая энергия тела при увеличении его скорости в 3 раза	11	100
3.4.	<i>Задача 1.</i> Как изменится потенциальная энергия тела, поднятого над Землей на высоту 2 м, при увеличении высоты на 4 м?	9	82
3.5.	<i>Задача 2.</i> Два автомобиля, массы которых одинаковы и равны $m$ , движутся со скоростями $v$ и $3v$ относительно Земли навстречу друг другу. Чему равна кинетическая энергия второго автомобиля в системе отсчета, связанной с первым автомобилем	7	64

**Анализ результатов** контрольной работы позволяет сделать вывод (на качественном уровне) о доступности школьникам учебного текста, вопросов, задач данного учебника физики.

Современный учебник кроме предметных функций выполняет также функцию носителя видов деятельности (навыков и умений). Так как цели образовательного текста – это обучение, развитие, воспитание, то любые рассуждения замыкаются на практических действиях. Из этого следует, что изучение текста должно проводиться с использованием процедур теоретического мышления и экспериментальных разработок. Организация обучения физике невозможна без соединения экспериментально-практической и умственной деятельности школьников.

Одной из основных форм изучения учебного материала в учебнике «Физика–10» (под ред. В. Г. Разумовского, В. А. Орлова) являются экспериментальные исследования, которые включены в основной текст параграфов, с четко сформулированной целью. Организация учебной деятельности школьников при выполнении экспериментальных исследований (демонстрационные, фронтальные, домашние) выполнялась с помощью специально разработанных инструкций. Структура работы соответствует логике познания: факты (теория работы) → модель → следствия (выводы по работе) → экспериментальная проверка (контрольные вопросы) [3].

В таблице 2 приведены результаты выполнения нескольких экспериментальных исследований учащимися 10-х классов 2010-2011 уч. гг. и 2012-2013 уч. гг.

Таблица 2

Экспериментальное исследование	Элементы знаний и умений (проценты ответов)						
	I. Теория работы					II · Р ез у л ь-	III. Выв о- ды
	Факты		Зна- ния	Модели			
	Объек- ты	Явле- ние		Объек- та	Явле- ния		

						та т ы	
<i>1-е полугодие</i>							
<b>1. Измерение ускорения тела, движущегося по наклонной плоскости</b>							
2010-2011 уч. г. выполняли 16 чел.	56	44	62	44	44	7 5	44
2012-2013 уч. г. выполняли 24 чел.	54	48	62	44	45	7 5	49
<b>2. Экспериментальная проверка закона сохранения механической энергии</b>							
2010-2011 уч. г. выполняли 15 чел.	100	94	94	100	88	1 0 0	94
2012-2013 уч. г. выполняли 23 чел.	81	73	82	80	69	7 2	52
<b>3. Исследование зависимости силы упругости от растяжения. Вычисление работы силы упругости.</b>							
2010-2011 уч. г. выполняли 15 чел.	81	81	88	74	87	9 4	88
2012-2013 уч. г. выполняли 24 чел.	93	84	85	74	79	8 8	79
<b>4. Исследование нецентрального упругого взаимодействия двух одинаковых тел</b>							
2010-2011 уч. г. выполняли 16 чел.	69	63	63	81	56	8 1	63
2012-2013 уч. г. выполняли 22 чел.	82	92	79	78	79	7 4	68
<b>5. Измерение коэффициента поверхностного натяжения воды</b>							
2010-2011 уч. г. выполняли 16 чел.	77	81	73	65	77	7 9	78
2012-2013 уч. г. выполняли 24 чел.	74	88	73	64	78	8 1	80
<b>6. Изучение зависимости электроёмкости плоского конденсатора от его параметров</b>							
2010-2011 уч. г. выполняли 15 чел.	81	82	80	73	77	8 2	71
2012-2013 уч. г. выполняли 22 чел.	84	88	89	69	75	8 5	72
<b>7. Экспериментальная проверка закона Ома для полной цепи</b>							
2010-2011 уч. г. выполняли 16 чел.	82	83	88	74	89	8 0	77
2012-2013 уч. г. выполняли 24 чел.	88	89	87	72	91	8 5	79

**Интерпретация результатов.** Средний процент выполнения заданий первого блока работы достаточно высокий. На начальном этапе обучения по учебнику физики нового поколения учащиеся испытывали трудности как в выделении физических объектов и явлений, так и в определении их моделей. В результате организации учебной деятельности учащихся 10-х классов с текстами учебника, проведения демонстрационного эксперимента, как коллективного исследования, применение инструкций с предложенной структурой к

лабораторным работам повысило процент знаний по всем группам вопросов методологического характера. Почти все учащиеся выделяют физические объекты и явления и указывают их модели. У большинства школьников не вызвали трудностей вопросы о причинах погрешности измерений, о существенных и несущественных характеристиках объектов.

С целью диагностики освоения учащимися 10-х классов действий моделирования и экспериментирования при выполнении учебных исследований мы проводили контрольную работу «Экспериментальный метод научного познания». Цель контрольной работы – исследовать уровни усвоения учащимися 10-11-х классов методологических знаний и экспериментальных умений при выполнении учебных исследований. Первая часть работы составлена в форме теста и содержит задания о методах познания физических объектов и явлений. Вторая часть – это практическое задание на выполнение исследования [3]. Результаты выполнения первой части контрольной работы приведены в таблице 3.

Таблица 3.

<b>Вариант 1</b>		<b>%</b>
	Выборка: 11 чел.	<b>ответ</b> <b>ов</b>
1	<i>Какая логическая схема точнее отражает познание физических явлений</i>	
А	Факты – эксперименты	
Б	Факты – модель – эксперимент	
<b>В</b>	Факты – модель – следствия – эксперимент	<b>100</b>
Г	Объекты – эксперимент	
2	<i>Что такое научная гипотеза?</i>	
А	Опытный факт	
Б	Физическая величина	
В	Форма закона	
<b>Г</b>	Предположение о природе явлений.	<b>100</b>
3	<i>В каком из высказываний перечислены лишь физические величины?</i>	
А	Емкость конденсатора, сила Ампера, магнитное поле	
<b>Б</b>	Магнитная постоянная, длина проводника, магнитная индукция	<b>100</b>
В	ЭДС источника тока, сопротивление проводника, электролит	
Г	Кинетическая энергия, напряжение, электрическое поле.	
4	<i>В каком из высказываний перечислены модели физических объектов?</i>	
А	Материальная точка, заряд, сверхпроводимость	<b>18</b>
Б	Электрическая цепь, разряд в газе, электролитическая диссоциация	
<b>В</b>	Лини напряженности, линии магнитной индукции, схема электрической цепи	<b>73</b>
Г	Электрон, ион, атом	<b>9</b>
5	<i>У любой ли модели есть границы применимости?</i>	
А	Иногда есть, иногда нет, зависит от условий	<b>9</b>
Б	В большинстве случаев нет	<b>9</b>
<b>В</b>	Всегда есть	<b>45</b>
Г	Модель применима всегда	<b>37</b>
6	<i>Какова роль эксперимента на начальном этапе научного познания?</i>	

А	Экспериментальное доказательство верности теоретического предположения	18
Б	Накопление фактов для их дальнейшего обобщения и объяснения	<b>45</b>
В	На начальном этапе эксперимент не используется.	27
Г	Построение моделей физического явления.	9
7	<i>Для чего создаются физические теории: 1) для интереса в объяснении явлений, 2) для предсказания неизвестных явлений, 3) для выяснения причины открытых явлений, 4) для обучения школьников?</i>	
А	Только 1)	9
Б	Только 2)	36
В	Только 2) и 3)	<b>55</b>
Г	Только 1) и 4)	
8	<i>В учебнике написано: «модуль силы взаимодействия двух параллельных проводов с токами прямо пропорционален произведению сил токов, длине взаимодействующей части проводов и обратно пропорционален расстоянию между ними». Это утверждение является...</i>	
А	Опытным фактом	27
Б	Физическим законом	<b>64</b>
В	Названием явления	
Г	Гипотезой	9
<b>Вариант 2</b>		
Выборка: 11 чел.		
1	<i>Выберите правильный порядок логики метода научного познания.</i>	
А	Идея – анализ – синтез – новая идея	
Б	Факты – модель – следствия – эксперимент	100
В	Эксперимент – теория – применение знаний на практике	
Г	Понятие – закон – теория	
2	<i>Что такое модель явления?</i>	
А	Факт	
Б	Закон	<b>91</b>
В	Утверждение	
Г	Предположение	9
3	<i>В каком из высказываний перечислены лишь объекты природы?</i>	
А	Проводник с током, электрическое поле, точечный заряд	
Б	Магнитное поле, электрический ток, сила Ампера	
В	Электролит, конденсатор, сила тока	18
Г	Магнитное поле, электрическое поле, электрон	<b>82</b>
4	<i>Из приведенных ответов выберите тот, в котором перечислены лишь названия физических явлений?</i>	
А	Электризация, разряд в газе, однородное магнитное поле	18
Б	Сверхпроводимость, сопротивление, магнитная индукция	27
В	Электролиз, электрическое поле, действие магнитного поля на стрелку компаса	
Г	Взаимодействие проводников с током, электролитическая диссоциация, молния.	<b>64</b>
5	<i>Какую гипотезу можно выдвинуть для объяснения, что магнитная стрелка, находящаяся вблизи параллельно натянутого проводника с током отклоняется от начального положения?</i>	
А	Магнитная стрелка и проводник с током действуют непосредственно друг на друга	18



Б	Круговые молекулярные токи внутри магнитной стрелки непосредственно действуют на ток в проводнике	
В	Магнитное поле проводника с током взаимодействует с магнитным полем «круговых молекулярных токов» магнитной стрелки	<b>82</b>
Г	Магнитное поле проводника с током неоднородно	
6	<i>Какова роль эксперимента на конечном этапе научного познания?</i>	
А	Экспериментальное доказательство верности теоретического предположения	100
Б	Наблюдение фактов для их дальнейшего обобщения и объяснения	
В	На конечном этапе эксперимент не нужен	
Г	Выдвижение научной гипотезы.	
7	<i>В результате чего справедливость физической теории может быть поставлена под сомнение?</i>	
А	Если результат одного опыта не совпадает с теорией, то теория не верна	55
Б	Теория верна всегда	
В	Теория всегда верна, но имеет границы применимости	9
Г	Новые явления, новые закономерности могут привести к установлению границ применимости теории	<b>36</b>
8	<i>В учебнике написано: «если в данной точке пространства различные источники создают независимо друг от друга магнитные поля, индукции которых равны <math>B_1, B_2, B_3, \dots, B_n</math> соответственно, то магнитная индукция результирующего поля в этой точке будет равна векторной сумме магнитных индукций каждого из полей в отдельности». Это утверждение является...</i>	
А	Опытным фактом	18
Б	Физическим законом	27
В	Названием явления	9
Г	Физическим принципом	<b>46</b>

**Анализ результатов** выполнения первой части диагностической работы показывает, что учащиеся на достаточно высоком уровне освоили основные методологические понятия (вопросы 1,2, 3, В 1 и В 2). У большей половины респондентов не вызвали затруднения вопросы на выделение физических явлений и их моделей (вопросы 4, 8 В 1 и В 2). Наибольшие затруднения вызвали у школьников вопросы о границах применимости модели (успешность 45%) и на эволюцию физического знания (вопросы 6, 7 В 1 и В 2).

Задания второй части контрольной работы позволяют диагностировать уровень не только экспериментальные умения, но и умений работать с объектами науки (модели физических объектов и явлений). Результаты выполнения заданий диагностической контрольной работы в 10-м классе по полугодиям приведены в таблице 4, 5.

Анализ выполнения учебных исследований показывает, что учащиеся на достаточно высоком уровне выполнили задания на выделение физических объектов и их моделей. Заметим, что успешность выполнения этих заданий во втором полугодии чуть

ниже (86% и 82%). Данный факт объясняется тем, что учебный процесс в течение первого полугодия был только по разделу «Механика», где подробно изучались в основном две модели физических объектов – материальная точка и абсолютно твердое тело. Учебный материал второго полугодия значительно сложнее (молекулярная физика, электростатика, постоянный ток, магнитное поле) и число моделей физических объектов значительно больше. Тем не менее, в основном процент ответов на задания первой части «Теория работы» на протяжении трех лет достаточно высокий.

Таблица 4

<b>Экспериментальное исследование</b>	<b>Группа элементов знаний и умений (% выполнения)</b>						
	<b>I. Теория работы</b>					<b>II. Результаты</b>	<b>III. Выводы</b>
	<b>Факты</b>		<b>Знания</b>	<b>Модели</b>			
	<b>объект</b>	<b>явление</b>		<b>объекта</b>	<b>явления</b>		
<b>2012-2013 уч. г.</b> 1-е п/г «Исследование условия равновесия твердого тела» Выполняли 21 ученик	100	100	86	90	90	81	71
<b>2012-2013 уч. г.</b> 2-е п/г «Экспериментальное доказательство зависимости силы Ампера от магнитной индукции поля и силы тока в проводнике» Выполняли 22 ученика	86	82	95	77	95	73	82

**Результаты ответов** на контрольные вопросы (III часть «Выводы») приведены в таблице 5. Анализ результатов выполнения контрольных вопросов позволяет констатировать, что теоретический материал усвоен на достаточном уровне.

Таблица 5

<b>№п/п</b>	<b>Вопрос</b>	<b>% ответов</b>
	<i>I-е полугодие 2012-2013 уч. г. (выборка: 21 ученик)</i>	
1	Почему линейку нельзя моделировать материальной точкой в условиях вашего экспериментального исследования?	74
2	Возможно ли с помощью эксперимента подтвердить правильность (истинность) теоретических умозаключений?	58
3	Перечислите причины погрешностей определения момента сил.	81
	<i>II-е полугодие 1012-2013 уч. г. (выборка: 22 ученика)</i>	
1	Какие характеристики магнитного поля можно определить экспериментально? Как это сделать?	77

2	Как вы считаете, выполняется ли третий закон Ньютона при взаимодействии постоянного магнита и витка с током?	77
3	Как вы думаете, почему утверждение Ампера о том, что свойства постоянных магнитов объясняются существованием внутри них «круговых молекулярных токов», называют гипотезой Ампера?	91

**Общие выводы по** использованию профильного учебника физики нового поколения «Физика-10» (под редакцией В. Г. Разумовского, В. А. Орлова). Полученные экспериментальные данные за три года показывают, что вопросы по методологии научного познания усваиваются школьниками на вполне удовлетворительном уровне. Предложенные методические решения эффективного использования учебника, организации учебной деятельности моделирования и экспериментирования дают стабильный положительный эффект в формировании метакомпетенций.

#### **Литература**

1. Новокшенов М. В., Сауров Ю. А. Исследование мотивации учения школьников X класса // Познание процессов обучения физике: Сб. статей. Вып. IV. – Киров: Изд-во ВятГГУ, 2003. – С. 24–26.
2. Лежепёкова О. Л. Исследование мотивации школьников к предмету // Исследование процесса обучения физике: сборник научных трудов. Вып. XIV / под ред. Ю. А. Саурова. – Киров: ИРО Кировской области, 2013. – С. 42–46.
3. Лежепёкова О. Л. Из опыта освоения учебника физики нового поколения // Исследование процесса обучения физике: сборник научных трудов. Вып. XIII / под ред. Ю. А. Саурова. – Киров: ИРО Кировской области, 2011. – С. 21–45.

**О. Л. Лежепёкова**

### **Исследование формирования метакомпетенций при организации экспериментирования на уроках в XI классе**

Компетентностный подход в образовании определяет требования стандарта второго поколения к метапредметным результатам, выраженных в освоении универсальных учебных действий (познавательные, регулятивные, коммуникативные). Под метапредметными результатами образовательной деятельности принят уровень развития фундаментальных (базовых) способностей учащихся: мышления, понимания, коммуникации, рефлексии, действия.

Вопрос о роли учебника в формировании универсальных учебных действий является достаточно актуальным. Не смотря на модернизацию образования, его компьютеризацию, учебник по-прежнему остается важнейшим средством обучения. Кроме предметных функций учебник выполняет также функцию носителя видов деятельности (навыков и умений). Через него осуществляется организация процесса усвоения содержания образования в плане познавательной, самостоятельной, творческой деятельности учащихся. Не все современные учебники соответствуют этой педагогической доктрине. Очевидно

существует и проблема эффективного использования учебника. Вот почему существует необходимость в проведении исследований влияния учебника на реальный учебный процесс.

С 2010 года по предложению лаборатории дидактики физики («Институт содержания и методов обучения» РАО) на базе МБОУ СОШ № 16 г. Кирова проводится педагогический эксперимент по использованию профильных учебников физики нового поколения для 10–11-го класса (авторы: В. Г. Разумовский, В. А. Орлов, Г. Г. Никифоров, В. В. Майер, Ю. А. Сауров, Е. К. Страут).

**Результаты исследований в 2012-2013 уч. г.** Концепция данного учебника заключается в следующих положениях: 1) содержание учебника и методика подачи учебного материала направлены на приобретение опыта деятельности в сфере физики как науки и в сфере ее практического применения; 2) все содержание учебника строится на основе современного метода научного познания (принцип цикличности); 3) подача учебного материала реализуется в форме экспериментальных и теоретических исследований для овладения школьниками научным методом познания; 4) признание опыта деятельности в сфере физики становится решающим фактором обучения и интеллектуального развития. Основные цели педагогического эксперимента: а) изучение развития творческих способностей учащихся при выполнении экспериментальных и теоретических исследований по концепции учебника физики для X и XI классов; б) исследование всех аспектов внедрения нового учебника в условиях профильного изучения физики в X и XI классах: развитие мотивации учения, формирование умений и др.

На втором этапе педагогического эксперимента (2012-2013 гг.) в начале учебного года было проведено исследование мотивации учебной деятельности учащихся X и XI экспериментальных классов. С помощью специально созданного теста [1] мы определили отношение старшеклассников к учебному предмету, учебному процессу, теоретическому решению задач, экспериментальному методу познания. Результаты тестирования учащихся 11-го класса (19 респондентов), обучающихся второй год по учебнику физики нового поколения и учащихся 10-го класса (17 респондентов), начавших обучение по этому учебнику, приведены на диаграммах (рис. 1, 2, 3). Более подробный анализ влияния учебника на мотивацию учения приведен в сборнике «Исследование процесса обучения физике» (2013).

Кратко отметим наиболее важные моменты. Чуть меньше половины (48%) учащихся 11-го класса выбирают самостоятельные формы работы на уроке – решение задач, составление конспектов, работа с учебником. В десятом классе только четверть школьников (24%) готовы к самостоятельной работе. Больше половины респондентов обеих групп предпочитают коллективные и творческие формы деятельности (групповое решение задач, выполнение экспериментальных исследований). 21% респондентов 11-го класса предпочитают самостоятельно выполнять опыты и 21% – работать с учебным текстом при изучении физических явлений. Данная группа учеников выбрали ЕГЭ по физике.



Рис. 1

Длительное исследование мотивационной составляющей учебного процесса, организованного по учебникам физики нового поколения под редакцией В. Г. Разумовского и В. А. Орлова (2007-2009 гг. – основная школа и 2010-2013 гг. – старшая школа), позволяет констатировать тот факт, что процессуальные стороны учебника направлены на формирование устойчивых мотивов учебной познавательной деятельности у современного поколения школьников.

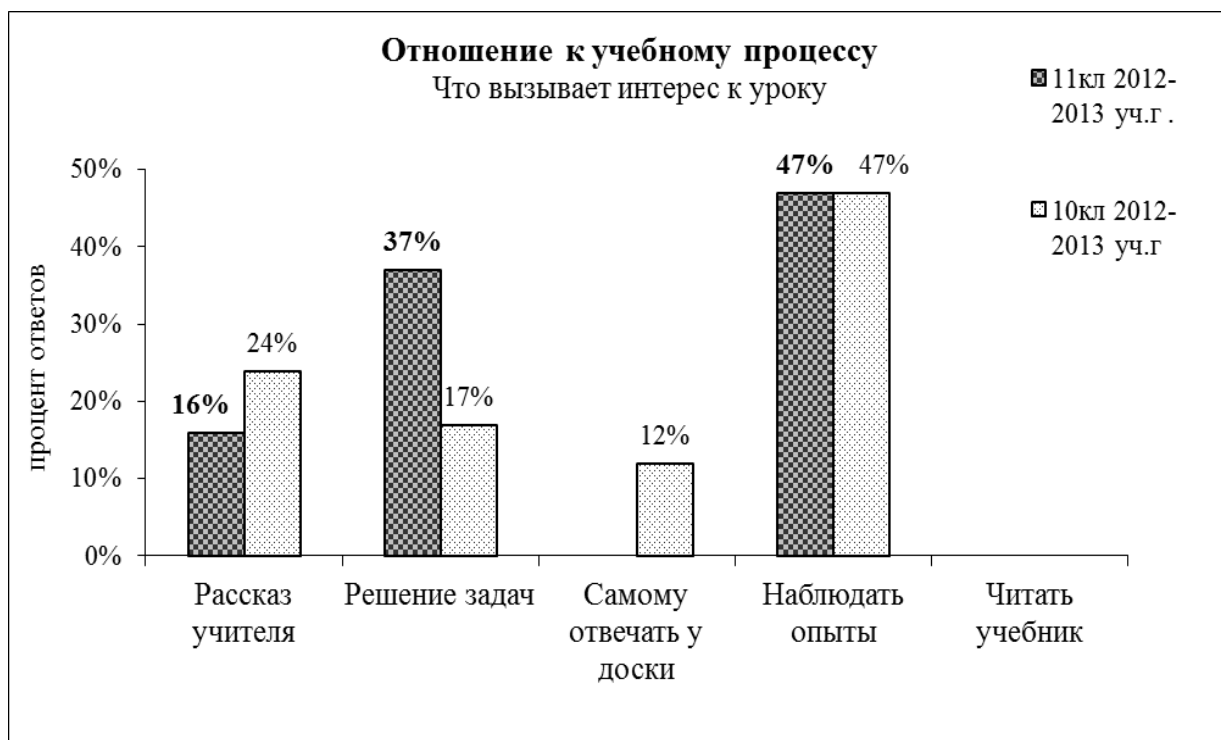


Рис. 2



Рис. 3

Формирование универсальных учебных действий непосредственно связано с освоением школьниками метазнаний: общенаучные понятия «пространство», «время», «движение»; методологические категории «гипотеза», «закон», «теория», «метод познания», «научная картина мира» и др. Учащиеся должны знать, как устроены и структурированы знания, как получают эти знания, т. е. приемы и методы познания и научиться работать со знаниями.

Учебники физики нового поколения (под ред. В. Г. Разумовского, В. А. Орлова) ориентируют школьников на усвоение метазнаний как в форме освоения метода познания, так и в форме изучения структур знаний, например, знаний о физической теории или картине мира. В этих учебниках усилено внимание к вопросам методологии познания: отбор методологических понятий, раскрытие их содержания; наращивание полноты содержания понятия и системности его представления; организация специальной учебной деятельности с методологическими понятиями.

С целью проверки усвоения учащимися 11-го класса методологических знаний при изучении физических явлений мы провели диагностический тест в начале второго полугодия 2012-2013 учебного года. Результаты экспериментальных данных приведены в таблице 1. Тест включает 6 заданий на проверку уровня освоения школьниками содержания методологических знаний и 4 задания на проверку умений определять статус знаний.

Таблица 1

№п/п	Содержание задания	Число ответов	% ответов
	<b>ВАРИАНТ 1</b>		
	Выборка 12 учеников		

1	<i>Какая логическая схема точнее отражает познание физических явлений?</i>		
А	Факты - модель		
Б	Факты - модель - эксперимент		
В	Объекты - эксперимент		
Г	Факты - модель - следствия - эксперимент	12	100
2	<i>Что такое научная гипотеза?</i>		
А	Опытный факт		
Б	Форма закона	2	17
В	Предположение о природе явлений	10	83
Г	Определение закона		
3	<i>В каком из высказываний перечислены лишь физические величины?</i>		
А	Индуктивность, показатель преломления, формула тонкой линзы	1	8
Б	Магнитный поток, ЭДС самоиндукции, интерференция		
В	Максимум интенсивности света, предельный угол полного отражения, оптическая разность хода	11	92
Г	Магнитный поток, фокус собирающей линзы, колебательный контур		
4	<i>В каком из высказываний перечислены модели физических объектов?</i>		
А	Точечный заряд, световой луч, электрическая цепь	1	8
Б	Точечный источник света, колебательный контур, световой луч	10	84
В	Закон отражения света, закон Ома для цепи переменного тока, закон электромагнитной индукции		
Г	Конденсатор, собирающая линза, электрическая цепь	1	8
5	<i>У любой ли модели есть границы применимости?</i>		
А	Иногда есть, иногда нет, зависит от условий	2	17
Б	Всегда есть	9	75
В	Модель применима всегда	1	8
Г	В большинстве случаев нет		
6	<i>Какова роль эксперимента на начальном этапе научного познания?</i>		
А	Экспериментальное доказательство верности теоретического предположения		
Б	Наблюдение фактов для их дальнейшего обобщения и объяснения	10	83
В	На начальном этапе эксперимент не используется	1	8
Г	Построение моделей физического явления	1	8
7	<i>Для чего создаются физические теории: 1) для интереса в объяснении явлений, 2) для предсказания неизвестных явлений, 3) для выяснения причины открытых явлений, 4) для обучения школьников?</i>		
А	Только 1)		
Б	Только 2)	2	17
В	Только 2) и 3)	10	83
Г	Только 1) и 4)		

8	<i>В учебнике написано: «каждая точка среды, которой достигла в данный момент волна, сама становится источником вторичных волн». Это утверждение является...</i>		
А	Опытным фактом	2	17
Б	Физическим принципом	8	67
В	Названием явления		
Г	Гипотезой	2	17
9	<i>Какое из утверждений можно считать гипотезой при изучении явления интерференции?</i>		
А	На белом экране в области наложения световых пучков, идущих от отверстий $S_1$ и $S_2$ наблюдается чередование полос с различной интенсивностью света	1	8
Б	Светлые и темные полосы на белом экране, образующиеся от наложения световых пучков от отверстий $S_1$ и $S_2$ , представляют собой интерференционное распределение интенсивности света	1	8
В	От отверстий $S_1$ и $S_2$ , распространяются сферические волны, которые интерферируют и поэтому на экране наблюдается чередование полос с различной интенсивностью света	2	17
Г	Точечный источник света $S$ дает сферическую волну, которая проходит сквозь отверстия $S_1$ и $S_2$ и за счет дифракции загибается за края отверстий. Поэтому эти отверстия можно считать новыми источниками света, дающими когерентные волны. Когерентные волны интерферируют, образуя интерференционное распределение интенсивности света или интерференционную картину	8	67
10	<i>Как вы считаете, есть ли границы применимости у законов геометрической оптики?</i>		
А	Законы применимы всегда, так как это фундаментальные законы	2	17
Б	Законы применимы только для волн видимого спектра света	2	17
В	Законы выполняются при условии, что размеры препятствий на пути световых волн много больше длины волны	8	58
Г	Законы применимы при условии, что размеры препятствий на пути световых волн много меньше длины волны	1	8
	<b>2 ВАРИАНТ</b>		
	Выборка 12 учеников		
1	<i>Выберите правильный порядок цикла научного познания</i>		
А	Идея - анализ - синтез - новая идея	1	8
Б	Факты - модель - следствия - эксперимент	10	84
В	Экспериментальные факты – физические законы – технические применения на практике	1	8
Г	Эксперимент - теория - применение знаний на практике		



2	<i>Что такое модель явления</i>		
А	Факт		
Б	Закон	12	100
В	Утверждение		
Г	Предположение		
3	<i>В каком из высказываний перечислены лишь объекты природы?</i>		
А	Электромагнитное поле, колебательный контур, тонкая линза	2	17
Б	Электромагнитная волна, электрон, электрическая цепь	10	84
В	Магнитное поле, ЭДС индукции, магнитный поток		
Г	Электрический ток, дифракция, собирающая линза		
4	<i>Из приведенных ответов выберите тот, в котором перечислены лишь названия физических явлений</i>		
А	Интерференция, электромагнитная индукция, магнитный поток		
Б	Самоиндукция, отражение волн, индуктивность	1	8
В	Полное отражение, дифракция, дисперсия	11	92
Г	Дифракция, преломление волн, показатель преломления		
5	<i>Какова роль эксперимента на конечном этапе научного познания?</i>		
А	Экспериментальное доказательство верности теоретического предположения	8	66
Б	Наблюдение фактов для их дальнейшего обобщения и объяснения	2	17
В	Для построения модели явления	2	17
Г	На конечном этапе эксперимент не нужен		
6	<i>В результате чего справедливость физической теории может быть поставлена под сомнение?</i>		
А	Если результат одного опыта не совпадает с теорией, то теория не верна		
Б	Теория верна всегда	1	8
В	Теория всегда верна, но имеет границы применимости	2	17
Г	Новые явления, новые закономерности могут привести к установлению границ применимости теории	9	75
7	<i>Укажите границы применимости модели «световой луч»</i>		
А	Модель применима только в волновой оптике	2	17
Б	Модель применима только в геометрической оптике	8	66
В	Модель не имеет границ применимости	2	17
Г	Модель не применяется для объяснения оптических явлений		
8	<i>Какое из утверждений является следствием закона электромагнитной индукции?</i>		
А	Создание трансформаторов и генераторов переменного тока	7	58
Б	Экспериментальный вывод правила Ленца	2	17

В	Получение модели «вихревое электрическое поле»	1	8
Г	Вывод формулы для вычисления магнитного потока	2	17
9	<i>«Индукционный ток можно получить при перемещении 2-х катушек относительно друг друга, а также при перемещении замкнутого проводящего контура в постоянном магнитном поле». Чем является такое знание?</i>		
А	Законом		
Б	Опытным фактом	8	66
В	Гипотезой		
Г	Физическим явлением	4	34
10	<i>Какое из приведенных описаний можно назвать моделью «вихревого электрического поля»?</i>		
А	Образованно неподвижными зарядами; силовые линии начинаются на положительных зарядах и кончаются на отрицательных зарядах; работа поля по замкнутому пути равна нулю.	1	8
Б	Образовано движущимися зарядами; силовые линии замкнутые		
В	Особый вид материи, действующей на движущиеся электрические заряды	4	34
Г	Образовано изменяющимся магнитным полем; силовые линии замкнуты; работа поля на замкнутом пути не равна нулю	7	58

Анализ результатов выполнения первых шести заданий обоих вариантов показывает, что школьники на достаточном уровне освоили знания о логике познания, моделях физических объектов и явлений, границах применимости моделей (успешность более 70%). Все эти знания содержатся в учебнике и не вызывают затруднений у старшеклассников. Менее успешны учащиеся в применении методологических знаний. Наибольшие затруднения вызвали вопросы, связанные с определением модели реальных физических объектов (58%), на знание физических принципов (66%), на выделение опытных фактов (66%). Данный факт объясняется сложностью учебного материала и недостаточностью дидактических материалов на закрепление умений работать с системами методологических знаний.

На втором этапе педагогического эксперимента мы продолжили работу по отработке методики проведения коллективных экспериментальных исследований в 11 классе. Учащиеся выполняли все исследования (экспериментальные и теоретические) по схеме: определение физического объекта и явления, их моделей; выполнение необходимых измерений и вычислений; выводы по работе (установление причинно-следственных связей, выдвижение гипотез, определение границ применимости полученных знаний, сравнение физических величин, объектов). Предложенная схема организации учебной деятельности соответствует логике познания: факты → модель → следствия → экспериментальная проверка.

Ниже приведен пример инструкции выполнения исследования по экспериментальным данным, содержащимся в тексте параграфа.

*Экспериментальное исследование*  
**Вычисление работы выхода электрона и оценка постоянной Планка**  
**I. Теория работы (выполните задания)**

<b>Факты</b>	<p>1. <i>Перечислите</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– объект исследования</li> <li>– оборудование</li> <li>– физическое явление</li> </ul> <p>2. <i>Начертите схему экспериментальной установки</i></p>
<b>Знания</b>	<p>3. <i>Запишите уравнение Эйнштейна.</i></p> <p>4. <i>Выведите формулы для расчета работы выхода электрона и постоянной Планка.</i></p>
<b>Модели</b>	<p>5. <i>Назовите</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– модель объекта</li> <li>– модель явления</li> </ul>

**II. Ход и результаты исследования**

1. Используя табличные данные, вычислите максимальную кинетическую энергию электронов, работу выхода электрона и постоянную планка для двух значений частоты

$\nu, 10^{13}$ Гц	55	61	69	74	81	96
U, В	0,4	0,6	0,9	1,2	1,5	2,1
$E_k$ , Дж						
A, Дж	$A_1 =$				$A_2 =$	
h, Дж·с						

2. Постройте график зависимости кинетической энергии электрона  $E_k$  от частоты  $\nu$  излучения и выполните интерполяцию (восстановление функции по известным значениям).

3. По графику приближенно определите работу выхода электрона и вычислите значение постоянной Планка.

**III. Выводы исследования**

1. Оцените значение постоянной Планка. Назовите причины погрешности.

**IV. Контрольные вопросы**

1. Если частота падающего света удвоится, то удвоится ли кинетическая энергии выбитых электронов?

2. Почему слабое ультрафиолетовое излучение вызывает фотоэффект, а интенсивное видимое излучение – нет?

3. Противоречит ли законам фотоэффекта следующее утверждение: чем больше интенсивность излучения, тем большая энергия передается электронам вещества?

При изучении раздела «Квантовая физики» трудно организовать экспериментирование в реальных условиях. Авторы учебника «Физика – 11» предлагают учащимся выполнить исследования на основе экспериментальных данных, полученных в научных лабораториях. В данный раздел включены следующие исследования: *Исследование излучения тела по экспериментальным данным при*

увеличении его температуры от 2000 К до 4000; Вычисление работы выхода электрона и оценка постоянной Планка; Модельное исследование дифракции электронов; Расчет энергетических уровней атома водорода; Расчет постоянной Ридберга по спектру атома водорода; Расчет частот излучения водорода по формуле Бальмера.

Такие задания направлены на формирование логических действий: анализ, синтез, интерпретация, экстраполяция, оценка и пр.

Учебники физики нового поколения ориентирует школьников на усвоение обобщенных знаний на уровне теории и физической картины мира. В учебник «Физика–11» включена глава из 6 параграфов «Фундаментальные обобщения». После проведения уроков обобщения и систематизации знаний мы провели диагностику уровня освоения учебного материала данной главы. Тест включает три блока вопросов: о механической картине мира, об электромагнитной картине мира и о современной физической картине мира [2]. Результаты ответов приведены в таблице 2.

Таблица 2

Вариант 1		Число ответов	% ответов в
Выборка 11 чел.			
<b>I.</b>	<b>Элементы представлений о механической картине мира (МКМ)</b>		
1	<i>Структура механики как научной теории содержит следующие элементы:</i>		
А	Законы, физические величины, формулы, задачи	1	9
Б	Опытные факты, модели, физические величины, исходные принципы, следствия	6	55
В	Законы, формулы, модели, исходные принципы	3	27
Г	Исходные принципы, законы, физические величины, единицы измерения	1	9
2	<i>Представление о движении в МКМ следующее...</i>		
А	Все виды движений сводятся к движению частиц и электромагнитных волн	1	9
Б	Все виды движений сводятся только к распространению электромагнитных волн	2	18
В	Движения материи взаимосвязаны и взаимопревращаемы	1	9
Г	Все виды движений сводятся только к движению частиц.	7	64
3	<i>Какие из названных моделей являются моделями механики?</i>		
А	Точечный заряд, термодинамическая система	1	9
Б	Материальная точка, точечный заряд	2	18
В	Абсолютно твёрдое тело, термодинамическая система	1	9
Г	Материальная точка, абсолютно твёрдое тело	7	64
<b>II.</b>	<b>Элементы представлений об электромагнитной картине мира (ЭМКМ)</b>		
4	<i>Материя в ЭМКМ - это...</i>		

А	Макротела		
Б	Микротела	1	9
В	Вещество, состоящее из атомов	1	9
Г	Вещество и поле	9	82
5	<i>Представления о взаимосвязи объектов в ЭМКМ следующие...</i>		
А	Взаимосвязь осуществляется только посредством электромагнитного поля	2	18
Б	Взаимосвязь осуществляется за счёт гравитационного взаимодействия		
<b>В</b>	Взаимосвязь осуществляется в результате гравитационного и электромагнитного взаимодействий	8	73
Г	Взаимосвязь осуществляется за счёт слабого и сильного взаимодействий	1	9
6	<i>Основная идея электродинамики - это...</i>		
А	Идея близкодействия	8	73
Б	Идея дальнего действия	2	18
В	Идея существования эфира	1	9
Г	Идея дискретности		
<b>III</b>	<b>Элементы представлений о современной физической картине мира (ФКМ)</b>		
7	<i>Что такое ФКМ?</i>		
А	Картина восприятия мира человеком	2	18
Б	Процесс зарождения, становления, развития природы		
<b>В</b>	Обобщённая физическая модель природы	7	64
Г	Отражение объективной реальности	2	18
8	<i>Что такое энергия?</i>		
А	Явление взаимодействия		
Б	Движение и взаимодействие частиц	1	9
В	Причина изменения движения	1	9
Г	Характеристика движения и взаимодействия частиц	9	82
9	<i>Вставьте недостающее слово в определении «Пространство - это отношения взаимного расположения тел друг относительно друга и их ... размера».</i>		
А	Малого		
<b>Б</b>	Любого	9	82
В	Большого	2	18
Г	Относительного		
10	<i>Основные объекты микромира – это...</i>		
А	Планеты, звёзды, тела, макрополя		
<b>Б</b>	Молекулы, атомы, элементарные частицы	11	100
В	Галактики, гравитационные и электромагнитные поля		
Г	Молекулы, планеты, галактики		
11	<i>Характерной чертой объектов микромира является...</i>		
А	Отражение и преломление	1	9
Б	Относительность одновременности		
<b>В</b>	Корпускулярно-волновой дуализм	8	73
Г	Последовательность событий	2	18
12	<i>Взаимосвязь объектов в современной ФКМ</i>		

	<i>осуществляется посредством...</i>		
А	Только гравитационного и электромагнитного взаимодействий	1	9
Б	Только слабого и сильного взаимодействий	1	9
В	Гравитационного, электромагнитного, сильного, слабого взаимодействий	9	82
Г	Неизвестных взаимодействий		
13	<i>Какие физические теории входят в содержание современной ФКМ? (Выбрать полный ответ.)</i>		
А	Механика, электродинамика, СТО		
Б	Гидродинамика, квантовая физика, электродинамика, термодинамика		
В	Квантовая физика, молекулярная физика, статика.		
Г	Квантовая физика, молекулярная физика, электродинамика, механика	11	100
	<b>Вариант 2</b>		
	Выборка 12 человек		
<b>I.</b>	<b>Элементы представлений о механической картине мира (МКМ)</b>		
1	<i>МКМ содержит представление о ...</i>		
А	Задачах, физических величинах, единицах измерения, лабораторных работах		
Б	Материи, движении, пространстве и времени, взаимодействии, причинности, закономерности	8	67
В	Телах, планетах, движении, законах	3	25
Г	Солнце, звёздах, макротелах, взаимодействии	1	8
2	<i>Материя в МКМ - это..</i>		
А	Вещество, состоящее из атомов	7	58
Б	Вещество и поле	4	33
В	Макротела	1	8
Г	Микротела		
3	<i>Представление о взаимосвязи объектов в МКМ следующее...</i>		
А	Взаимосвязь осуществляется посредством электромагнитного поля		
Б	Взаимосвязь осуществляется за счёт тяготения	8	67
В	Взаимосвязь осуществляется за счет гравитационного и электромагнитного взаимодействия	2	17
Г	Взаимосвязь осуществляется в результате сильного и слабого взаимодействий.	2	17
<b>II.</b>	<b>Элементы представлений об электромагнитной картине мира (ЭМКМ)</b>		
4	<i>Представление о движении в ЭМКМ следующее...</i>		
А	Все виды движений сводятся к движению частиц и электромагнитных волн	6	50
Б	Все виды движений сводятся только к движению электромагнитных волн	3	25
В	Движения материи взаимосвязаны и взаимопревращаемы	3	25
Г	Все виды движений сводятся только к движению частиц.		
5	<i>Основная модель электродинамики...</i>		
А	Материальная точка	1	8

Б	Термодинамическая система		
В	Абсолютно твёрдое тело	1	8
Г	Точечный заряд	10	83
6	<i>Опытами какого ученого устанавливается связь между электрическими и магнитными явлениями?</i>		
А	Кулона	1	8
Б	Ампера	2	17
В	Эрстеда	3	25
Г	Фарадея	6	50
<b>III.</b>	<b>Элементы представлений о современной физической картине мира (ФКМ)</b>		
7	<i>Что такое масса в макром мире? (Выберите наиболее точный ответ.)</i>		
А	Мера инертности тела	2	17
Б	То же, что и вес тела		
В	Физическая величина, измеряемая в кг		
Г	Физическая величина, характеризующая свойство инертности тела	10	83
8	<i>Вставьте недостающее слово в определении «Время – это отношения последовательности... друг за другом и их относительной длительности».</i>		
А	Тел	1	8
Б	Материальных точек		
В	Событий	11	92
Г	Законов		
9	<i>Основные объекты макром мира – это...</i>		
А	Планеты, галактики, атомы	1	8
Б	Тела, планеты, звёзды	1	8
В	Атомы, звёзды, галактики		
Г	Молекулы, тела, планеты	10	83
10	<i>Основные объекты мегамира – это...</i>		
А	Галактики, гравитационные и электромагнитные поля	9	75
Б	Кварки, планеты, звёзды	1	8
В	Звёзды, тела, атомы	2	17
Г	Галактики, звёзды, молекулы		
11	<i>Электромагнитное излучение обладает свойствами...</i>		
А	Только волн	1	8
Б	Только частиц	1	8
В	Тел		
Г	Волн и частиц	10	83
12	<i>Современная ФКМ выделяет следующие виды движения материи...</i>		
А	Только электромагнитные волны и взаимопревращение элементарных частиц	9	75
Б	Механический, тепловой, электромагнитный виды движения, взаимопревращение элементарных частиц	2	17
В	Тепловой и электромагнитный вид движения		
Г	Механический и электромагнитный виды движения.	1	8
13	<i>Какие из перечисленных идей используются в современной ФКМ? (Дать наиболее точный ответ.)</i>		
А	Причинности, относительности, существования сил	1	8

	природы, познаваемости		
Б	Причинности, взаимодействия, непрерывности движения, познаваемости	1	8
В	Взаимодействия и движения материи, развития мира	1	8
Г	Причинности, относительности, взаимодействия, объективного существования материи, познаваемости	9	75

Результаты ответов на первый блок теста «Элементы представлений о механической картине мира» показывают, что больше половины респондентов справились с заданиями. Средний процент выполнения заданий обоих вариантов составил 63%. Наибольшие затруднения возникли при ответах на вопросы о структуре механики (не справились 45% респондентов) и о виде материи (не справились 32% респондентов). Средний процент выполнения заданий второго блока теста об электромагнитной картине мира для первого варианта составил 61%, а для второго – 76%. Только половина учащихся (2 вариант) дали верный ответ о движении в ЭМКМ и 17% респондентов не смогли назвать физическую модель в электродинамике.

В третью часть теста включены вопросы на проверку уровня усвоения общенаучных понятий: «пространство», «время», «движение» (задания 8, 12 В 1; задание 9 В 2). Успешность ответов составляет 75%. Мы видим, что знания данной категории доступны школьникам.

В целом результаты выполнения тестовых заданий показывают, что методологические знания доступны учащимся и вызывают интерес. Заметим, что уроки обобщения теоретического материала на уровне физической теории и современной картины мира способствует осознанию учащимися методологических знаний, пониманию логики процесса познания. Таким образом, можно констатировать, что названные учебники позволяют обеспечить формирование метакомпетенций школьников, требуемых ФГОС.

#### **Литература**

1. Лежепёкова О. Л. Исследование мотивации школьников к предмету // Исследование процесса обучения физике: сборник научных трудов. Вып. XIV / под ред. Ю. А. Саурова. – Киров: ИРО Кировской области, 2013. – С. 42–46.
2. Диагностика достижений школьников при обучении физике: Старшая школа. Из опыта работы / под ред. Ю. А. Саурова. – Киров: Изд-во Кировского ИУУ, 2003. – 76 с.

**С. Н. Лютина, Ю. А. Сауров**

### **Из опыта управления учебной деятельностью при экспериментировании**

**Целевая и содержательная** успешность выполнения деятельности сильно зависит от точных и верных ориентировок. Поиски методистов и учителей в этом направлении идут постоянно,



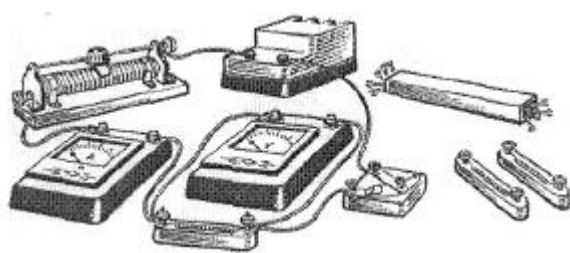
хотя проблема и остается (В. Г. Разумовский, В. В. Майер, О. Л. Лежепекова и др.). В частности, важно учесть тот факт, что нормы управления в первую очередь должны определяться дидактическими целями. Так, если стоит задача освоить метод научного познания при экспериментировании, то и построение методики проведения экспериментального исследования школьников по структуре и содержанию должно соответствовать этому.

В 2007-2008 гг. нами в рамках творческого коллектива была выполнена работа по структурированию учебного материала под логику принципа цикличности «факты – гипотеза, модель – следствия – опыт, эксперимент» и издано учебное пособие [1]. Сейчас в продолжение этой работы идет подготовка учебного пособия для студентов ССУЗов по освоению логики метода познания при экспериментировании. Ниже предлагается вариант инструкции для организации учебной деятельности при выполнении лабораторной работы.

### **Лабораторная работа «Исследование зависимости силы тока от напряжения и сопротивления»**

#### **Теория работы**

#### **Наблюдаемые и исследуемые факты**



1. Явление постоянного электрического тока на участке цепи.
2. Электрическая цепь – физическая система, в которой происходит явление электрического

тока.

3. Электрический ток описывается а) физическими величинами – сила тока, напряжение, сопротивление и б) законом связи этих физических величин.

**Цель-Гипотеза:** экспериментально доказать существование связей между силой тока и напряжением, силой тока и сопротивлением на участке электрической цепи постоянного тока; экспериментально определить вид этой связи.

**Метод:** Исследовать зависимость параметра от двух других параметров возможно, если, оставляя один параметр постоянным (например, сопротивление), найти зависимость параметра (силы тока) от другого параметра (например, напряжения), затем поменять постоянный и переменный параметры местами.

#### **Модель явления**

1. Схема электрической цепи – это модель объекта исследования.

2. Модель явления сначала задается физическими величинами: а) сила тока  $I$  – характеристика движения зарядов через поперечное сечение проводника, б) напряжение на участке

проводника  $U$  – характеристика электрического поля на участке, в) электрическое сопротивление  $R$  – это характеристика действия проводника на движущиеся заряды.

### Следствие – проведение опытов

**Задание 1.** Собрать электрическую цепь по схеме, используя необходимое оборудование.

**Задание 2.** Исследовать зависимость силы тока от напряжения на участке цепи при постоянном значении сопротивления. Данные занести в таблицу. Постройте график зависимости силы тока от напряжения  $I = f(U)$  при данном сопротивлении.

Сопротивление участка 2 Ом

Напряжение, В	1	2	3
Сила тока, А			

**Задание 3.** Исследовать зависимость силы тока от сопротивления при постоянном значении напряжения, например равном 2 В. Данные занести в таблицу. Постройте график зависимости силы тока от сопротивления  $I = f(R)$  при данном напряжении.

Сопротивление участка, Ом	1	2	4
Сила тока, А			

### Обработка и оценка результатов исследования

1. Рассчитайте погрешность измерений силы тока и напряжения.
2. Определите, строго ли выполняется закон Ома для участка цепи в случае ваших экспериментальных измерений.
3. Сделайте вывод об экспериментальном доказательстве гипотезы исследования в ходе опытов: что доказано, а что – нет.

**Результаты дидактического эксперимента.** Лабораторная работа оценивалась по следующим параметрам: 1. Адекватность структуры инструкций и структуры отчета (все ли элементы последовательно). 2. Формулировка гипотезы, использование гипотезы действий (выводы). 3. Различение объектов, явлений от модели. 4. Конструирование моделей объектов и явлений. 5. Рефлексия работы.

Анализ выполнения лабораторных работ позволяет сделать вывод, что предложенные инструкции доступны для студентов. Во всех отчетах последовательно отражены все элементы инструкции.

В ходе выполнения экспериментальных исследований по названной схеме выяснилось: а) учащиеся умеют описывать наблюдаемые явления, выделять объект исследования и его характеристики; б) у части учащихся возникли трудности при выдвижении гипотезы, поэтому на данном этапе очень важна роль учителя, который с помощью системы вопросов должен конкретизировать предложенные гипотезы; в) установив причинно-следственные связи, ученики самостоятельно могли построить модель цепи – электрическую схему, самостоятельно осуществили подбор средств измерения; г) при планировании эксперимента вначале необходима помощь учителя, так как учащиеся не подозревают о необходимости проведения тех или иных действий в новой

познавательной для него деятельности; д) учащиеся умеют представлять результаты измерений в виде таблиц, графиков, обобщать полученные знания, но не все умеют проанализировать полученный результат, оценить погрешность измерения.

При использовании данных инструкций практически все студенты выделяют: где объект, явление, которое они будут исследовать, а где модель этого явления. Поэтому с конструированием моделей объектов и явлений (построение цепи, описание физических величин) справилось 80 % студентов. Большую трудность вызвало построение графиков зависимости с учетом погрешности. Проблемой остается выдвижение гипотезы-цели исследования, определение метода исследования. Как показал опыт, треть студентов не смогла определить границы применимости физического знания. Примерно 40 % не смогли сделать вывод по результатам исследований

При традиционном обучении, когда учащимся в готовом виде предлагается инструкция по выполнению лабораторной работы, описание экспериментальной установки, указание по вычислению погрешностей, они, чаще всего, даже не думают о смысле работы, не видят её цели и не могут проанализировать конечный результат. При использовании предлагаемого метода ученик после обсуждения чётко знает, что он будет делать на каждом этапе, какие показания будет снимать, куда он их будет подставлять и к какому результату в конечном итоге придёт, то есть работа выполняется более осознанно и самостоятельно.

#### **Литература**

1. Орлов В. А., Сауров Ю. А. Проблема использования современной методологии познания для развития физического образования // Физика в школе. – 2011. – № 7. – С. 23–31.
2. Разумовский В. Г., Майер В. В. Физика в школе. Научный метод познания и обучение. – М.: ВЛАДОС, 2004. – 463 с.
3. Лежепекова О. Л. Из опыта использования учебников физики нового поколения // Физика. – 2012. – № 6.
4. Элементарная физика: Справочные материалы / Ю. А. Сауров, С. И. Арасланова, С. Н. Лютина и др.; под ред. Ю. А. Саурова. – Киров: Изд-во ИПК и ПРО, 2008. – 132 с.

## **Часть II. Формирование учителей при экспериментировании с учебником**

Учебник физики нового поколения, а он по условиям несёт новые идеи и подходы обучения, опережающим образом и параллельно требует специальной, почти всегда трудной, методической подготовки учителей. Такая методическая работа организована с учителями физики Кировской области на экспериментальной площадке лаборатории дидактики физики ИСМО РАО в средней школе № 16 г. Кирова. По дидактической цели она заключается в освоении концепции нового учебника физики. Исследовательские задачи заключаются в выяснении особенностей освоения текста нового учебника, эффективности формирования новых знаний и умений.

**О. Л. Лежепёкова, Ю. А. Сауров**

### **Изучение экспертных суждений учителей и школьников при работе с новым учебником физики**

**Мотив и методика.** Помимо устных суждений об учебнике учителей-экспериментаторов и косвенно фиксируемого отношения школьников к учебнику в ходе учебного процесса важно рефлексивное отношение к учебному тексту книги для понимания особенностей восприятия материала, для дальнейшего стилистического совершенствования текста и др. С этой целью мы практикуем рецензирование учителями и школьникам отдельных параграфов и глав учебника. Причем школьники делают это в групповой работе. Рецензия обязательно письменная, но её структура задается:

1. Отношение к тексту.
2. Отношение к рисункам.
3. Отношение к экспериментальным исследованиям.
4. Отношение к вопросам.
5. Отношение к упражнениям.

В зависимости от цели текст рецензий анализируется с помощью выделения элементов знаний или качеств.

**Некоторые факты.** В этом учебном году в ср. шк. № 16 Кирова школьники рецензировали тексты первой главы учебника «Физика-11» (ред. В. Г. Разумовский и В. А. Орлов). Шесть групп школьников по 3-4 человека изучали тексты шести параграфов главы «Электромагнитная индукция».

Ниже последовательно по параграфам и структурным элементам выбраны наиболее критические и интересные рефлексивные оценки школьников.

### **1.1. Явление электромагнитной индукции. Правило Ленца**

1. «Факты об открытии явлений раскрыты хорошо, но сами явления описаны слишком сложно» (Меркушева и др.).

2. «И без схемы соединения цепей обмоток опыт был бы непонятен».

3. «Исследование 1.1. Очень наглядный эксперимент, который позволяет опробовать несколько вариантов получения индукционного тока, и увидеть все зависимости... Не хватает вывода. Не с чем сравнить наши предположения и итоги эксперимента».

4. – (Здесь и далее нет интересного ответа.)

5. «Отсутствие возможности сразу себя проверить (ответы!) нам не очень нравится».

Выводы: «...Но для школьного курса и простого ознакомления это довольно сложно».

### **1.2. Магнитный поток. Закон Фарадея. ЭДС электромагнитной индукции**

2. «Мы убедились, что текст достаточно хороший, но зачастую содержит сложные элементы, которые требуют более подробного объяснения. Достаточно сложное для понимания введение» (Рябова и др.)

3. «...Рисунки необходимы в каждом параграфе».

4. -

5. «К примеру, на первый вопрос четкого ответа в тесте нет...».

6. -

### **1.3. Природа электромагнитной индукции в неподвижном проводящем контуре. Вихревое электромагнитное поле, вихревые токи в сплошной среде**

2. «Текст параграфа довольно доступен и понятен, хотя местами имеются непонятные слова... Трудность в понимании этой темы заключается только в понимании формулы...» (Вязников и др.).

3. -

4. –

5. «...Хотя вопрос № 8 считаем лишним, так как он не совсем относится к параграфу 1.3».

6. «...Упражнения пригодятся для части «С» ЕГЭ по физике».

### **1.4. Природа электромагнитной индукции в проводящем контуре, движущемся в магнитном поле**

1. -

2. -

3. -

4. «Наиболее простыми оказались вопросы № 1, 2, 4, так как параграф сам предоставляет нам ответы на них» (Новосёлова и др.).

5. «Наиболее сложные № 3, 4, 8, 9, так как они по объему очень большие, не очень понятно сформулированы и могут понадобиться дополнительные знания для решения. А наиболее

интересные № 6, 7, так как к ним имеются рисунки, что дает представление о решении».

### **1.5. Явление самоиндукция. Индуктивность проводника**

1. «Чтобы понять текст, надо несколько раз его прочитать, с первого раза очень сложно вникнуть.... Много исследований для одного параграфа» (Краева и др.).

2. -

3. «Хорошее пошаговое объяснение помогает воспринять опыт».

4. -

5. «№ 4, 5, 6, 7 – задачи хорошие, помогают запоминать формулы».

### **1.6. Энергия и плотность энергии магнитного поля тока**

1. «Есть слова, которым надо дать определения, например, ферромагнетики» (Бабошин и др.).

2. «Схемы очень хорошо помогают делать качественные выводы».

3. «Эксперименты заставляют и помогают полностью погрузиться в работу. Очень важно проверить написанное в учебнике на реальных объектах. На эксперимент жаловаться не приходится: они все разнообразные, интересные и позволяют отлично закрепить новый материал».

4. «Вопросы развивают логическое мышление, потому что не на все вопросы в тексте можно найти ответы...».

5. «Конечно, в большинстве случаев проблемы возникают с задачами... В параграфе 1.6 есть все необходимые формулы для решения задач...».

**Оценки учителей.** По первой главе учебника 11-го класса удалось получить в письменной форме четыре экспертных суждения учителей (Н. Ф. Мельник, Н. В. Бахтин, А. В. Некрасовой, И. В. Буториной). Стиль рефлексивной оценки главы разный. Ниже близко к тексту приведем наиболее интересные суждения. В целом они отражают доброжелательное отношение учителей к названному учебнику, в том числе дают материал для его совершенствования.

1. **Общие оценки содержания.** Мне понравился материал (Бахтин); материал читается легко, но по объему подходит для профильного уровня (Некрасова); понравилась идея построения содержания материала, но показалось сложным описание (с. 5 и др.) явления электромагнитной индукции (Буторина); материал изложен логично (Мельник).

2. **Иллюстрации.** Хорошо, что много схем и цветных рисунков (Бахтин); «Рисунки выполнены в разных графических редакторах, поэтому одни очень четкие, а другие – размазанные, и воспринимаются как инородные. Отсюда впечатление от страницы меняется в худшую сторону. К примеру рисунки 1. 8, 1.15, 1.18 и самые ужасные 1.37 и 1.14... На рисунках 1.6, 1.10, 1.13, 1.12 линии магнитной индукции идут поверх витков и могут ввести ученика в заблуждение.» (Некрасова); «... хочется видеть в современном учебнике более современные рисунки. Рис. 1.8, 1.14, 1.37 выглядят перепечатанными из

старинных учебников. Рис. 1.37: нечеткий, не иллюстрирует устройство П-образного провода. Как проводить данную работу в школе? Стр. 34: по-моему, опечатка: фигура ОВС – треугольник» (Буторина); «Исключением является рисунок 1.15, представить по которому схему генератора с неподвижными обмотками учащимся будет сложно. Также на рисунке 1.12 (б) несоответствие между направлением вектора напряженности и направлением силовых линий» (Мельник).

3. **Упражнения и задачи.** «К достоинствам главы можно отнести то, что вопросы и упражнения после параграфов – как раз разноуровневые... Примеры решения задач с подробным обсуждением, задачи для самостоятельного решения. Не во всех учебниках подобное есть» (Бахтин); «Упражнения проверяют понимание и внимание учащихся при проведении исследований – это замечательно. Задания упражнение 1.1 в случае затруднения учащихся легко показать экспериментально. Упражнение 1.4 задача 8 – отличная экспериментальная задача, превращается в теоретическую, нет оборудования «(Некрасова); « Упр. 1.2: так как в параграфе говорится о том, что ЭДС является производной от потока, то можно дать задачу на применение этой формулы. Задачи для самостоятельного решения № 2, 3 на стр. 39 не относятся к данному разделу» (Буторина); «После каждого параграфа достаточное количество вопросов для закрепления и самопроверки, причем представлены вопросы разного типа: от репродуктивных до творческих. Но на вопрос 1 после §1.2 «Какой величиной характеризуется магнитное поле, в котором **находится** замкнутый контур?» учащиеся ответят: магнитной индукцией; так как предполагается проверка понятия магнитный поток, целесообразней вопрос: «Какой величиной характеризуется магнитное поле, **пронизывающее** замкнутый контур?» Спорной представляется и формулировка вопроса 3 после §1.5 «По какому **правилу** можно **предвидеть** направление тока самоиндукции?» Учебник содержит большое количество задач разного уровня сложности, как качественных, так и расчетных, а также примеры их решения. Подбор задач таков, что обеспечивает качественную подготовку к ЕГЭ...» (Мельник).

4. **Физический эксперимент.** «Многочисленны в главе примеры практического использования различных проявлений электромагнитной индукции. Они не просто названы, но и объяснены... Поскольку и теоретический материал, и экспериментальные задания, и вопросы к параграфам, и упражнения требуют от ученика активной мыслительной деятельности, то можно утверждать, что при изучении темы будет решаться принцип прочности знаний» (Бахтин); «Исследования 1.1, 1.2 – легко выполняются в классе фронтально, недостатка в оборудовании нет (встречаются в других учебниках как лабораторные, даже рисунки такие же). Исследования 1.3, 1.4, 1.5 – теоретические. Данный способ вывода формул очень понравился. Замечательно, что нет на формулах рамок. Исследование 1.6, 1.7 – фронтального оборудования для их проведения нет. Встречаются в других учебниках как демонстрационные опыты, провести коллективное исследование легко. Исследование 1.8 отличное, но превращается в теоретическое, нет даже демонстрационного оборудования для его проведения» (Некрасова); «Интересно, с каким оборудованием будут проводиться исследования 1.6 и 1.7. Это фронтальный или демонстрационный эксперимент?» (Буторина); подготовке к ЕГЭ способствуют «учебные исследования, реальные и мысленные. В зависимости от степени оснащённости эти эксперименты могут выполняться в группах или фронтально с последующим обсуждением. Сформулированная цель, ожидаемый результат, подробные объяснения наблюдаемых явлений помогут учащимся при выполнении экспериментов понять природу электромагнитной индукции, а множество примеров практического применения

приближают учебный материал к жизни и показывают его значение» (Мельник).

**Общие выводы о методике исследования.** Факты экспериментальной практики обучения в цифрах имеют при корректной интерпретации неоспоримое значение. Они позволяют зафиксировать тенденции или закономерности. Но и экспертные качественные суждения дают смысловые ориентиры, дают возможность «за деревьями видеть лес».

**О. Л. Лежепёкова**

### **Изучение особенностей методической культуры учителей физики**

Одной из задач педагогического эксперимента по использованию профильных учебников физики нового поколения для 10–11-го класса (под ред. В. Г. Разумовского, В. А. Орлова) стала организация обмена опытом (организации деятельности экспериментирования и моделирования) с учителями физики Кировской области.

С 2011 года для учителей физики в рамках курсовой подготовки на базе кабинета физики МБОУ СОШ № 16 проводится цикл занятий (лекции, физический практикум, открытые уроки) по подготовке учителей к применению новых методик в учебном процессе, разработанных в рамках данного педагогического эксперимента. Лекционные занятия посвящены вопросам методологии научного познания, методикам эффективного использования учебника и физического эксперимента. Физический практикум проводится по экспериментальным исследованиям разделов «Механика», «Молекулярная физика», «Термодинамика», «Геометрическая оптика», «Волновая оптика» учебников «Физика–10» и «Физика–11» (под редакцией В. Г. Разумовского, В. А. Орлова). Открытые уроки в 10-х классах проводились по следующим темам: урок-обобщение «Экспериментальный метод познания» (раздел Электростатика); урок – лабораторная работа «Экспериментальная проверка закона равновесия твердого тела»; урок коллективного исследования «Экспериментальная проверка закона сохранения механической энергии». В 11-х классах открытые уроки были проведены по разделу «Фундаментальные обобщения физики»: «Физические теории и границы их применимости» и «Современная физическая картина мира». Проведение таких уроков обусловлено тем, что учителя испытывают определенные методические затруднения в организации учебной деятельности школьников на уровне теоретических обобщений. В методической литературе по дидактике и методике преподавания физики недостаточно представлены рекомендации по организации обобщения на уровне физической



теории и физической картины мира. В большинстве традиционных учебников физики для старшей школы практически отсутствуют параграфы обобщающего характера или блока, обобщающего и систематизирующего рассмотренный в главе материал.

С целью определения эффективности проводимых занятий и предложенных методик нами была разработана анкета. В таблице 1 приведены результаты анкетирования 24 учителей физики.

Таблица 1

<b>Вопросы и варианты ответов</b>		<b>% ответов</b>
<b>I.</b>	<b>Какие из перечисленных методов обучения на курсах Вам понравились (выделите ранг выбора цифрой)?</b>	<b>/</b> <b>ранг</b> <b>выбора</b> <b>ответа</b>
1	Информационный рассказ, лекция и т.п.	25 (6)
2	Лекция по вопросам методологии познавательной деятельности	50(4)
3	Решение задач по материалам ЕГЭ	58 (1)
4	Выполнение лабораторных работ из нового учебника.	67 (2)
5	Занятие по приемам работы с учебником на уроке.	25 (5)
6	Изучение материала ФГОС.	33 (3)
<b>II.</b>	<b>Какие из перечисленных приемов нравятся школьникам больше всего (выделите по рангу 5 приемов)?</b>	
1	Решение качественных задач	-
2	Проведение лабораторной работы	58 (1)
3	Постановка опытов	67 (1)
4	Рассказ нового материала	33 (4)
5	Организация фронтального эксперимента	33 (2)
6	Беседа, диалог	33 (3)
7	Дидактическая игра	75 (5)
8	Повторение изученного материала	-
9	Организация работы с учебником	17(5)
10	Коллективное решение задач	33
11	Организация самостоятельного решения задач	-
12	Использование исторических материалов	33
13	Организация обобщения: таблицы, опорные сигналы и др.	17(5)
14	Составление задач	17
15	Организация выступлений школьников	17
<b>III</b>	<b>Какие затруднения Вы испытываете при подготовке к уроку (выберите 7 основных)?</b>	
1	По методологии научного познания в обучении	<b>92</b>
2	В понимании теоретического материала учебника	8
3	В подборе физического эксперимента	<b>50</b>
4	В технике физического эксперимента	<b>75</b>
5	В методике решения задач	40
6	В методике использования эксперимента	<b>50</b>
7	В подборе средств развития интереса школьников	<b>92</b>
8	В определении структуры урока	25
9	В планировании уроков	8
10	В подборе прикладного материала	<b>67</b>
11	В планировании работы школьников на уроке	<b>42</b>
<b>IV.</b>	<b>Каковы основные причины Ваших затруднений в работе (выделите 5 основных)?</b>	
1	Слабые знания школьников по предмету	100
2	Отсутствие у школьников сознательной дисциплины	58
3	Отсутствие интереса к предмету	83
4	Большая наполняемость классов	33
5	Неудовлетворительная материальная база	75

6	Отсутствие действенной методической помощи	-
7	Недостаточная теоретическая подготовка по физике.	8
8	Недостаточная подготовка по методике преподавания	25
9	Большая учебная нагрузка	42
10	Иные причины	4
<b>V.</b>	<b>Какие методические трудности вы встречаете при изучении метода научного познания (распределите причины по рангу важности)?</b>	
1	Нет знаний о методе познания в учебнике	58(1)
2	Нет опыта использования	75(2)
3	Нет методических материалов об использовании метода на уроке	67(3)
4	Метод научного познания не нужен при сдаче экзамена по ЕГЭ	42 (4)
5	Нет подготовки изучения метода научного познания на курсах	42
6	Нет возможностей для изучения метода научного познания	42(5)
7	Иное мнение	
<b>VI.</b>	<b>Как вы формируете знания о моделях и моделировании (выберите 5 выборов ответа по рангу)?</b>	
1	Только в рамках учебника (назвать автора, класс).	50(1)
2	Обязательно при коллективном решении задач	67(2)
3	Обязательно при решении задач из ЕГЭ	50
4	Обязательно при объяснении демонстрационного опыта	67(4)
5	Обязательно при рассказе нового материала	75(3)
6	Специально не формирую, нет возможностей	25
7	Только в рамках элективного курса.	17
8	Редко, только если встречу разработку урока в журнале	8(5)
<b>VII</b>	<b>Какие приемы экспериментирования вы используете в учебном процессе (выберите 5 объективных ответов)?</b>	
1	На каждом уроке показываю опыт	25
2	Постоянно провожу коллективные экспериментальные исследования в демонстрационном варианте	17
3	Только в рамках лабораторных работ	75
4	Только на занятиях кружка	17
5	Разрабатываю свои опыты	8
6	Опыты провожу редко, нет условий	75
7	Опыты использую редко, они не нужны для подготовки по ЕГЭ	33
8	Через урок провожу фронтальные эксперименты	50
9	Раз в неделю задаю на дом простые экспериментальные задачи	50

**Интерпретируем результаты анкетирования.** Менее всего учителями востребованы лекционные занятия (25%). Однако половина респондентов отметили лекции по вопросам методологии познавательной деятельности (4-е место). Несмотря на то, что в КИМ-ах по ЕГЭ и ГИА растет количество заданий на умения работать с научным текстом, только четверть учителей придают значение приемам работы с учебником на уроке (5-е место). На первое место учителя поставили занятия по решению задач по материалам ЕГЭ (58%). Наибольший интерес вызвали у учителей занятия физического практикума (68%, 2-е место) по новому учебнику физики (под ред. В. Г. Разумовского, В. А. Орлова). Для организации фронтальных и демонстрационных экспериментальных исследований учителям были предложены новые инструкции, в которых уделяется особое внимание организации деятельности школьников по различению объектов природы и объектов науки.

Наибольший интерес на уроке школьники проявляют к постановке опытов и выполнению лабораторных работ (1-е место), смотреть и обсуждать демонстрационные эксперименты (2-е место). К сожалению, учащиеся совсем не заинтересованы в такой учебной деятельности как самостоятельное решение расчетных и качественных задач (0%), повторение изученного материала (0%). Одна из причин такой ситуации, на наш взгляд, заключается в том, что учителя недостаточно подготовлены по методике организации самостоятельной работы учащихся, как с объектами науки, так и с объектами природы. И, как следствие этого низкая мотивация познавательной деятельности школьников. Сегодня учитель должен не только заинтересовать учащихся, но и научить их общим методам и формам получения знаний и их использования.

Анализ ответов на третий и четвертый вопросы анкеты показывает, что наибольшие затруднения учителя испытывают по методологии научного познания в обучении (92%) и в подборе средств развития интереса школьников (92%). У половины респондентов возникают затруднения в технике постановки физического эксперимента. В планировании работы школьников на уроке испытывают затруднения 42 % респондентов. Причины своих затруднений учителя видят в слабых знаниях школьников (100%), отсутствие интереса к предмету (83%) и неудовлетворительной материальной база (75%). Примерно треть учителей отметили, что их затруднения в преподавании связаны с недостаточной теоретической и методической подготовкой.

Ответы на пятый и шестой вопросы анкеты позволяют констатировать тот факт, что освоение учителями метода научного познания идет трудно, медленно. Наибольшее число респондентов (75%) вообще не имеют практического опыта в этой области знания. Почти половина учителей (42%) не видят потенциала в освоении школьниками метода научного познания (мотивация учебной деятельности и развитие творческих способностей). С 1997 года в программы курсовой подготовки учителей физики Кировской области включены вопросы по методологии научного познания. Тем не менее, 42 % респондентов отмечают, что изучение метода научного познания на курсах отсутствует. Несмотря на то, что в контрольно-измерительных материалах ЕГЭ и ГИА усиливается внимание к методологическим знаниям, 42% учителей считают, что метод научного познания не нужен при сдаче государственного экзамена. Только 8% учителей используют знания о моделях и моделировании, опираясь на разработку урока из методического журнала. Половина учителей в своей работе по формированию методологических знаний опираются на материал учебника. Четверть учителей (25%) вообще не уделяют внимания формированию методологических знаний, указывая на то, что нет возможности.

Учителя придают большое значение физическому эксперименту. Однако 75% респондентов отмечают, что у них нет условий для организации деятельности экспериментирования. Только 8 % учителей разрабатывают и проводят свои опыты и 25% учителей ставят демонстрационный эксперимент на каждом уроке.

**Общие выводы.** Одна из проблем повышения качества физического образования связана с готовностью учителей применять новые методические решения в освоении научного метода познания. В учебниках «Физика – 10» и «Физика – 11» (под ред. В. Г. Разумовского, В. А. Орлова) заложены нормы учебной деятельности по экспериментированию и моделированию. Необходима планомерная и целенаправленная работа с учителями по освоению вопросов методологии познавательной деятельности.

**Ю. А. Сауров, О. Л. Лежепёкова**

### **Исследование подготовки учителей по формированию методологических знаний**

**Методика 1.** Учителя физики Кировской области на курсах переподготовки (2013) в группах по два человека выполняли простые школьные экспериментальные исследования (из учебника под ред. В. Г. Разумовского и В. А. Орлова), писали и сдавали отчет. Всего проверено и проанализировано 164 отчета.

При проверке отчетов выделялись и анализировались следующие элементы: а) объект исследования, б) физическое явление, в) модели объекта, г) модели явления, д) корректные действия с приближенными числами (сложение и др., определение погрешности). Выделение первых четырех элементов в отчете специально требовалось инструкцией. Для управления познавательной (и методической) деятельностью каждой группе учителей давалась ксерокопия инструкции из учебника и наш вариант инструкции (см. предыдущий сборник). Дополнительные условия: внимание учителей обращалось на усвоение выделенных элементов знаний, предполагался общий отчет о работе вдвоём. И всё равно в 106 отчетах первые четыре элемента знаний отсутствуют. В целом оформление отчетов довольно формальное, небрежное, с большим числом огрехов.

Выполнялись следующие экспериментальные исследования: измерение фокусного расстояния и оптической силы рассеивающей линзы, измерение длины световой волны, экспериментальная проверка закона сохранения механической энергии, экспериментальная проверка закона равновесия твердого тела, исследование нецентрального упругого взаимодействия двух одинаковых монет, измерение ускорения тела, движущегося по

наклонной плоскости, определение показателя преломления воды (стекла), измерение поверхностного натяжения воды, исследование явления деформации резинки и измерение модуля Юнга, сравнение импульса силы с изменением импульса тела, проверка закона Гей-Люссака.

**Факты и их интерпретация.** В нашем случае нас интересовали некие методологические знания (и умения) учителей, которые прямо влияют на понимание выполняемого исследования, на управление научным познанием школьников. В таблице 1 приведены результаты выделения в отчётах названных знаний.

<b>Название элемента знаний (умений)</b>	<i>Процент верных ответов</i>
1. Выделение объекта исследования	32
2. Определение физического явления	26
3. Определение модели объекта	21
4. Определение модели физического явления	16
5. Корректные действия с приближенными числами	21

**Общий вывод:** учителям трудно дается освоение данных элементов знаний, эти элементы методологической культуры устойчиво не сформированы, соответствующие метакомпетенции проявляются не устойчиво; в большом числе отчетов учителя вообще не обращают внимания на смысловую (физическую) сторону работы, а данные измерений и выводы выполняют формально и с ошибками.

Понимание затруднений учителей видно при анализе конкретных ответов. Приведём типичные **примеры:**

- Названия объектов: объект исследования – рычаг (а ведь это уже модель! Заметим, что название работы «...проверка закона равновесия твердого тела», т. е. объект исследования – тело); дифракционная решетка (но мы её в работе не изучаем! Интересно: а какая тогда модель решетки?).

- Название физического явления: преломление светового луча (язык модельного описания, а это неверно); физическое явление – условие равновесия рычага (явление – не условие, и в природе нет рычагов!); изменение механической энергии (это не явление, а описание!).

- Название модели объекта: световой луч модель светового луча; объект – капля воды (и это верно), но модель – строение жидкости (явно не правильно!); объект – резиновый образец и модель – резиновый образец (!?); модель объекта – электромагнитная волна (волна – физический объект, а не модель!).

- Название модели физического явления: линза (интересно, какое явление моделирует линза!?!); модель явления – прямолинейное равноускоренное движение (во-первых, это название явления, и это принято, а не модель, во-вторых, всегда движение «чего?», а не вообще); модель явления – преломление света в

прозрачных средах (это не модель, а просто явление!); изменение объема воздуха при изменении температуры воды при постоянном давлении (нет такого явления, точнее, в обучении так задавать его нельзя, хотя в физике явления могут задаваться через их модели!)...

• Нарушение правил работы с приближенными числами:  $V=l/t=0,23/0,08=2,88$  (этот расчет цитируем, в том числе с отсутствием наименования величин, и такого рода расчетов много!).

**Методика 2.** Учителя выполняли задания на знание физической теории; ниже приводятся данные выполнения одного из заданий; всего проверено 11 письменных отчетов.

**Задание 2.** Определите место перечисленным ниже элементам знаний в структуре физической теории «Механика». Заполните таблицу.

1. *Опыты Г. Галилея, подтвердившие постоянство ускорения тел, свободно падающих на Землю.* 2. *Колебания груза на пружине.* 3. *Неинерциальная система отсчета.* 4. *Расчет траектории движения ракеты.* 5. *Равномерное прямолинейное движение.* 6. *Математический маятник.* 7. *Принцип относительности.* 8. *Гравитационная постоянная.* 9. *Определение гравитационных аномалий.* 10. *Океанические волны.* 11. *Продольная волна.* 12. *Фронт волны.* 13. *Фаза, амплитуда колебаний.* 14. *Условие равновесия тела.* 15. *Закон математического маятника.* 16. *Принцип суперпозиции сил.* 17. *Равновесие рычага.* 18. *Растяжение пружины.*

<p><b>Основание</b></p>	<p>1. <b>Колебания груза на пружине.</b>                  2. <b>Опыты Галилея, колебание груза на пружине, равновесие рычага, растяжение пружины, математический маятник.</b>                  3. <b>Фаза, амплитуда.</b>                  4. Свободно падающее тело.                  5. <b>Опыты Галилея, НИСО, математический маятник, принцип относительности, гравитационная постоянная, фронт волны, фаза, амплитуда колебаний, продольная волна.</b>                  6. <b>Опыты Галилея.</b>                  7. Принцип относительности.                  8. Принцип относительности.                  9. <b>Опыты Галилея, океанические волны, равновесие рычага, растяжение пружины.</b>                  10. <b>Опыты Галилея, колебание груза на пружине, океанические волны, равновесие рычага, растяжение пружины.</b>                  11. <b>Опыты Галилея.</b></p>
<p><b>Ядро</b></p>	<p>1. Растяжение пружины, математический маятник.                  2. Равномерное прямолинейное движение, <b>принцип относительности, условие равновесия тела, закон математического маятника, принцип суперпозиции сил.</b>                  3. Математический маятник.                  4. Ускорение.                  5. Колебания груза на пружине, равномерное прямолинейное движение, условие равновесия тела, математический маятник, <b>принцип суперпозиции сил.</b>                  6. <b>Принцип относительности.</b>                  7. <b>Закон математического маятника.</b>                  8. Фронт волны, продольная волна, математический маятник, равновесие рычага.                  9. <b>Принцип относительности, принцип суперпозиции сил, продольная волна, фаза амплитуд, математический маятник, закон математического маятника.</b></p>

	<p>10. <b>НИСО</b>, равномерное и прямолинейное движение, фронт волны, математический маятник, фаза, амплитуда, <b>принцип относительности</b>, <b>гравитационная постоянная</b>, продольная волна.</p> <p>11. Математический маятник, <b>гравитационная постоянная</b>, <b>закон математического маятника</b>, <b>принцип суперпозиции сил</b>.</p>
<b>Выводы</b>	<p>1. <b>Условия равновесия тела</b>. Закон математического маятника.</p> <p>2. Расчет траектории ракеты, гравитационная постоянная, <b>определение гравитационных аномалий</b>, <b>океанические волны</b>, продольная волна, фронт волны, фаза, амплитуда колебаний.</p> <p>3. Принцип относительности.</p> <p>4. Ускорение постоянно.</p> <p>5. <b>Расчет траектории движения ракеты</b>, <b>определение гравитационных аномалий</b>, <b>океанические волны</b>, <b>равновесие рычага</b>, растяжение пружины.</p> <p>6. <b>Расчет траектории движения ракеты</b>.</p> <p>7. Неинерциальная система отсчета.</p> <p>8. <b>Океаническая волна</b>, колебание груза на пружине, растяжение пружины, условия равновесия тела, неинерциальные системы отсчета.</p> <p>9. <b>Расчет траектории</b>, <b>определение гравитационных аномалий</b>, <b>условие равновесия рычага</b>, <b>расчет траектории движения ракеты</b>.</p> <p>10. <b>Расчет траектории</b>, <b>определение гравитационных аномалий</b>, <b>условие равновесия тела</b>, закон математического маятника, принцип суперпозиции сил.</p> <p>11. <b>Расчет траектории движения ракеты</b>, <b>определение гравитационных аномалий</b>.</p>

В таблице приводится выборка все ответов учителей, верные из них выделены. **Общий вывод:** во-первых, в ответах не все знания по статусу распределяются, во-вторых, примерно половина знаний распределяется правильно, в-третьих, следует признать потенциальную доступность такого рода заданий, в-четвертых, от методистов требуется формирование большей определенности статуса некоторых знаний, например, фазы.

**Заключение.** В целом накоплено основание для успешного освоения методологических знаний, хотя недостатков ещё много. И необходимо настойчиво продолжить подготовку учителей по осознанному усвоению элементов метода научного познания физических явлений (факт, модель, гипотеза...).

### **Часть III. Организация коллективной познавательной деятельности школьников при экспериментировании**

Создание комплекта учебников «Физика-7–11» (Владос, ред. В. Г. Разумовского и В. А. Орлова) под концепцию освоения логики и содержания метода научного познания\* усиливает методическое движение по организации экспериментирования на уроках физики. Причём экспериментирование понимается широко: как деятельность с объектами науки и объектами природы.

Ниже предлагается методика и некоторые результаты педагогического эксперимента при радикальном изменении учебной деятельности школьников на уроках в результате организации экспериментирования и моделирования.

**К. А. Коханов, Ю. А. Сауров**

#### **Об одной методике организации познавательной деятельности школьников на уроках физики**

Теоретической идеей нового построения учебного процесса является радикальное внимание организации учебной деятельности (в смысле В. В. Давыдова) школьников на уроке. Сама учебная деятельность существенно разделяется на два вида – экспериментирование и моделирование. Первая несет отчетливо выделяемую особенность деятельности с реальными (материальными) физическими объектами или явлениями. Вторая несет понимание явления через построение знаковых моделей. А обе вместе в совокупности обеспечивают разнообразие интеллектуальных процессов (мышления, понимания, коммуникации, рефлексии) и способствуют формированию познавательной мотивации.

Наиболее благодатной для доказательства эффективности нового подхода по содержанию материала и возможностям демонстрации подходит тема «Световые явления» (8, 11 кл.). Имеется хорошая возможность сравнительно просто при работе с материалом реализовать логику метода научного познания «факты, проблема – гипотеза, модель – следствия – эксперимент, границы применимости знания».

---

\* Разумовский В. Г., Орлов В. А., Сауров Ю. А., Майер В. В. Технология развития способностей школьников самостоятельно учиться, мыслить и творчески действовать // Физика в школе. – 2007. – № 6. – С. 50–55.



Важной особенностью организации учебного процесса является организация познавательной деятельности группами школьников. Не случайно современные авторы утверждают: «К метапредметному слою следует также отнести нормы организации коллективной деятельности и мыследеятельности» [6, с. 11].

Ниже приведем максимально конкретное изложение **модели построения типичного урока под обозначенную выше идею**. Всего подготовлено и проведено семь таких уроков по теме.

## **УРОК 2. Изучение источников света и световых пучков**

**Цель урока:** Изучить окружающие источники света, световые пучки (факты) и построить их модели.

**Оборудование:** Настольная лампа с лампой накаливания мощностью от 60 до 100 Вт с прямой спиралью – 1 шт., стержень шариковой авторучки – 1 шт., лампа карманного фонаря (источник тока, ключ, провода) – 1 уст. на группу, небольшая картонная фигурка – 1 шт. на группу, лабораторный экран со щелью – 1 шт. на группу, линейка – 1 шт. на группу, лист бумаги – 1 шт. на группу, карандаш – 1 шт. на группу, световой проектор (диапроектор) – 1 шт., лазерная указка – 1 шт.

**Введение.** Любой видимый предмет является источником света, даже если не излучает свет, а лишь отражает его. Изучение источников света – важная задача, ведь деятельность человека немислима без освещения (мотивация, целеполагание).

Первая задача исследования состоит в изучении свойств различных источников света, их теоретическом описании (создании модели источника света), использовании модели для объяснения разных свойств осветителей.

Вторая задача – изучение световых пучков. Знание свойств световых пучков позволяет не только объяснять некоторые световые явления, но создавать приборы для управления пучками. К таким приборам относятся лупа, бинокль, киноаппарат, диапроектор. Моделью пучка является световой луч. Светового луча в природе нет, но с помощью его (или набора лучей) можно представить любой реальный пучок и теоретически описать его поведение (сформулировать закон).

### **Ход исследования**

#### **I. Задания для коллективной (совместной с учителем) работы**

##### **1.1. Исследуйте световые свойства лампы накаливания**

Рассмотрим тени, которые можно получить от лампы, внося между лампой и экраном стержень шариковой авторучки.

Например, в опыте, показанном на рис. 1, при вертикальном и горизонтальном положениях стержня тень получается не одинаково резкая. Почему? Расстояния между лампочкой и стержнем, стержнем и экраном в обоих случаях одинаковые.

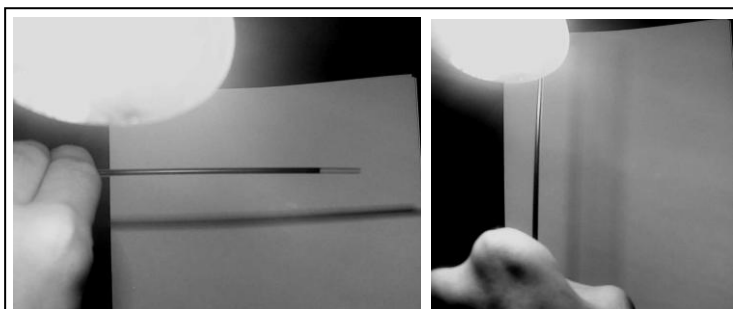


Рис. 1

Исходя из результатов опыта, постарайтесь объяснить, почему для освещения учебных кабинетов используется несколько ламп. Почему бы вместо этого не использовать одну мощную лампу?

### **1.2. Изучите условия видимости светового пучка**

После включения учителем диапроектора и лазерной указки, пронаблюдайте и запишите, видно ли распространение света в темном, но не пыльном помещении, если свет от указанных источников направляется параллельно доске; на доску.

Понаблюдайте и запишите, какие изменения происходят, когда в пучок забрызгиваются капельки из пульверизатора.

## **II. Задания для групповой (парной) работы**

Далее необходимо построить модели источника света и светового пучка. Модели должны отражать и объяснять свойства как простых объектов моделирования, так и сложных.

### **2.1. Опишите размеры окружающих источников света**

Запишите источники света, использующиеся для освещения класса, оцените (или, если возможно, измерьте) их размеры.

Сделайте вывод о границах размеров окружающих вас источников света.

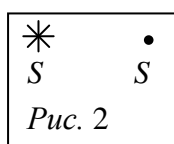
### **2.2. Сравните равномерность излучения света различными источниками**

Получите на лабораторном экране тень картонной фигурки сначала от окна, а затем от лампочки. Фигурку располагайте на одном и том же расстоянии от экрана (например, 5 см). От какого из источников получается более резкая тень и больше напоминающая форму фигурки? Запишите результаты наблюдений.

Располагая фигурку и экран поочередно сбоку и над лампочкой, изучите, как изменяется тень в зависимости от положения фигурки относительно лампочки.

Сделайте вывод и напишите, какой из изученных источников света излучает свет более равномерно во все стороны.

### **2.3. Моделирование источника света**



Модель источника света должна быть удобна для описания любого по размерам и свойствам реального источника света. Она называется точечным источником света. Его изображение показано на рис. 2.

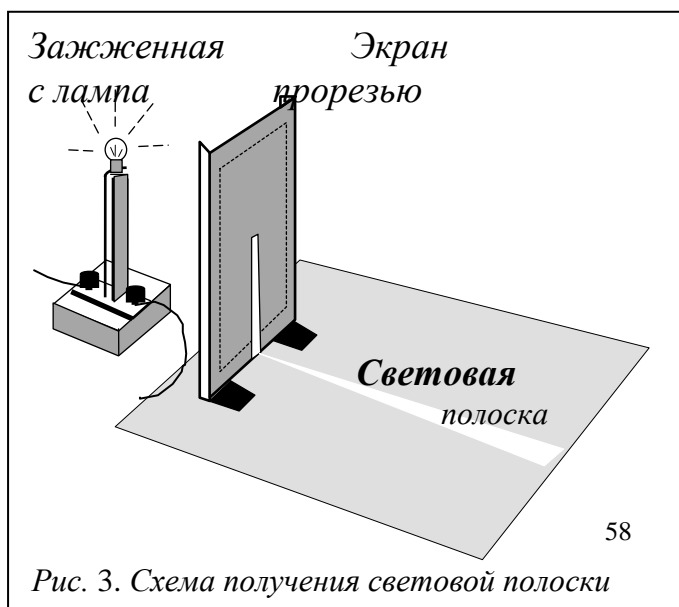
Подумайте и напишите, какие свойства характеризуется точечный источник света (каковы его размеры; как освещает предметы в зависимости от их положения вокруг него; какие тени получаются тени)?

Обдумайте и напишите, как по отношению к наблюдателю должен располагаться любой реальный источник света, чтобы его можно было

описывать моделью «точечный источник света» (вспомните о реальных и кажущихся размерах и световых свойствах небесных светил).

### **2.4. Изучите условия наблюдения светового пучка, выходящего из прорези**

Соберите показанную на рис. 3 установку. Включите лампу и с помощью экрана с прорезью получите на листе с



выполняемым заданием любую световую полоску. Очертите ее.

Поднимая лампу и экран над бумагой, исследуйте, можно ли увидеть световой пучок в воздухе без бумаги.

Сделайте вывод, можно ли увидеть распространение светового пучка, если нет среды, которая отражает часть света к нам в глаза. Как можно изображать световые пучки на бумаге?

### 2.5. Моделирование светового пучка

Моделью светового пучка является световой луч. Световым лучом называется линия, вдоль которой распространяется световой пучок. Эта линия изображается в виде отрезка прямой (когда свет распространяется в однородной среде) с указанием направления распространения пучка.

Нарисуйте световые пучки от диапроектора, лазерной указки и прорези в экране. Подумайте, как изобразить эти пучки в виде световых лучей. Какое **минимальное** число лучей необходимо для изображения данных пучков?

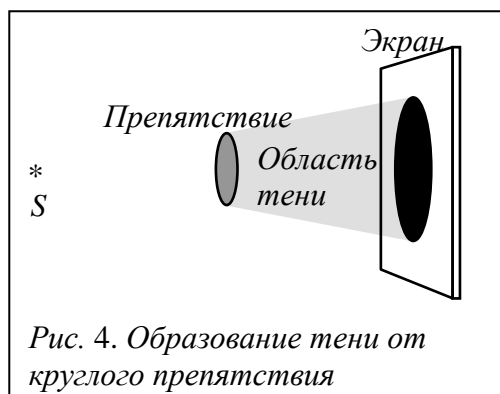


Рис. 4. Образование тени от круглого препятствия

### III. Задания для индивидуальной работы (необходим выбор)

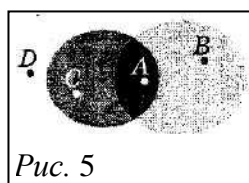


Рис. 5

3.1. Перерисуйте рис. 4 в тетрадь и с помощью лучей, выходящих из точечного источника  $S$ , покажите, как на экране образуется тень от круглого препятствия.

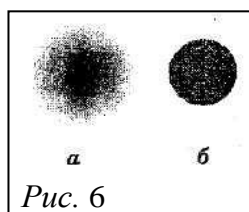


Рис. 6

3.2. На горизонтальной площадке стоят два вертикальных столба. Высота первого столба 2 м, длина его тени 1 м. Какова высота второго столба, если длина его тени равна 70 см? Источником света является солнце.

3.3. Шар освещен двумя лампами, мощности которых 100 Вт и 25 Вт. На рис. 5 показаны тени, отбрасываемые шаром. Какая лампа расположена ближе к шару? Из каких точек ( $A, B, C, D$ ) можно увидеть 100-ваттную лампу?

3.4. На рис. 6  $a, б$  изображены фотографии тени летящего мяча. В одном случае источником света является маленькая лампочка, а в другом – большой матовый плафон. Какой рисунок

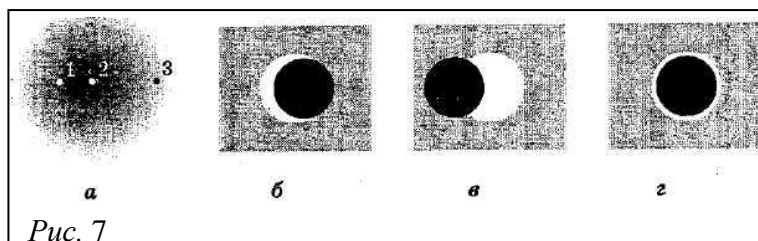


Рис. 7

соответствует лампочке? Сделайте схематические рисунки для нахождения тени и полутени в обоих случаях.

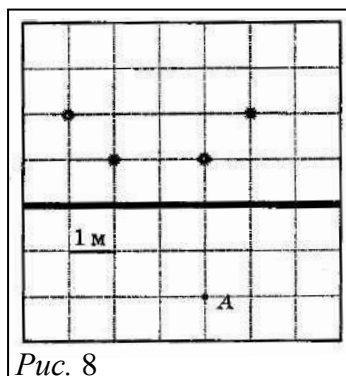


Рис. 8

3.6. В стене (рис. 8) надо сделать ворота так, чтобы из т.  $A$  через открытые ворота были видны все 4 фонаря. В каком месте

3.5. На рис. 7 изображена тень от шара. Источником света является большой матовый плафон. На рис. 2.7  $б, в, г$  показаны фотографии плафона и шара, сделанные из точек 1, 2, 3. Какая фотография соответствует т. 1, 2, 3?

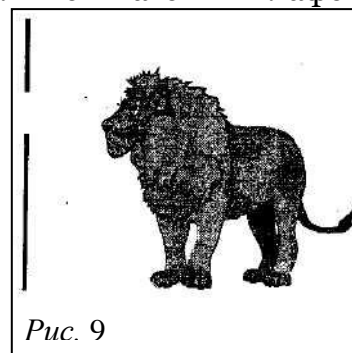


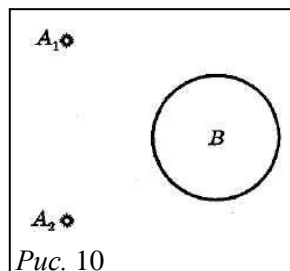
Рис. 9

стены надо сделать ворота? Какой ширины они должны быть?

3.7. В заборе имеется длинная горизонтальная щель, а за забором находится лев (рис. 2.9). Повторите схематически рисунок в тетради и отметьте различными цветами области, из которых через щель: а) виден весь лев; б) видна только часть льва; в) совсем не видно льва.

3.8. На столе стоит цилиндр  $B$ , а в т.  $A_1$  и  $A_2$  расположены подставки с маленькими лампочками (на рис. 2.10 изображен вид сверху). Повторите рисунок в тетради и изобразите на нем области тени и полутени на поверхности стола.

3.9. На ровной горизонтальной площадке стоят два вертикальных столба. Высота первого столба 3 м, высота второго 2 м. Длина тени первого столба 4 м, длина тени второго столба 3 м. Что является источником света: солнце или фонарь? Обоснуйте свой ответ с помощью рисунка.



3.10. В заборе имеется круглое отверстие диаметром 1 см, а за забором напротив отверстия висит яблоко диаметром 12 см. На каком расстоянии от забора должен находиться глаз, чтобы он видел все яблоко, если расстояние от яблока до забора 1 м?

**Результаты апробации.** Методика опробована в Лицее № 21 (с учениками двух восьмых классов с гуманитарным профилем, педагог Сысоева Т. А.), а также в колледже промышленности и автомобильного сервиса (со студентами двух групп 1 курса, педагог Войнова М. А.) г. Кирова. В мотивационной сфере обучающихся зафиксирован ряд заметных изменений, перепроверка и детальная интерпретация которых еще впереди.

– Во всех экспериментальных группах на 5-10% увеличилось количество обучающихся, стремящихся к высшей оценке по предмету;

– везде **заметно** изменилась и оценка обучающимися своих текущих знаний по предмету. Изменения носят сложный характер. Во-первых, во всех группах увеличилось количество учеников, считающих, что освоили тему «на отлично»; во-вторых, в разных типах заведений сильно и при этом полярно изменилось число обучающихся, считающих, что тему усвоили плохо: в лицее таких школьников стало больше на 19%, а в колледже в одной группе количество таких обучающихся уменьшилось на 16%, а в другой – их число не изменилось, но на 9% уменьшилось число тех, кто считает, что тему понял удовлетворительно;

– в целом увеличился интерес к изучению нового материала, при этом лабораторный практикум перестал быть единственной предпочитаемой формой деятельности на уроке;

– значительны изменения в оценке значения предмета физика. В ответе на вопрос: «Что побуждает вас изучать физику? а) заставляют учителя и родители, б) необходимость получить оценку, в) желание изучить физические явления, г) желание знать больше, чтобы преуспевать в жизни, д) интерес к новому знанию» **во всех группах увеличилось количество учеников, выбирающих в качестве ответа вариант «г»;** при оценивании необходимого числа недельных часов по физике после

эксперимента за его увеличение стало высказываться большее число школьников.

– в двух группах **сильно** увеличилось количество обучающихся, считающих физику сложным предметом (в одном из 8-х классов с 35 до 63%); во всех группах возросло число учеников, отмечающих, что наибольшие затруднения при освоении материала они испытывают при решении задач.

В целом анализ ответов на вопросы теста показывают, что изменения в мотивационной сфере учащихся весьма явны, значительны, принципиальны и в большинстве позитивны. Это позволяет видеть в новой методике потенциал к радикально новому построению учебного процесса.

**Заключение.** В предлагаемой технологии организации учебного процесса жесткие общекультурные нормы (по содержанию, процессам) сочетаются со свободой творчества при выборе и решении экспериментальных задач (и со стороны учителя, и со стороны школьников). Предположительно, продуктивность освоения сложных методологических по уровню знаний и умений обеспечивается а) активной коммуникацией в деятельности, что обеспечивается передачу опыта, б) взаимопомощью при построении моделей, в) индивидуальной (самостоятельной) деятельностью при решении задач на отработку.

#### **Литература**

1. Коханов К. А., Сауров Ю. А. Методология функционирования и развития школьного физического образования: монография. – Киров: Изд-во ООО «Радуга-ПРЕСС», 2012. – 326 с.
2. Разумовский В. Г., Майер В. В. Физика в школе. Научный метод познания и обучение. – М.: ВЛАДОС, 2004. – 463 с.
3. Разумовский В. Г., Орлов В. А. Основная школа: проблемы обучения и создания учебника нового поколения // Физика в школе. – 2004. – № 5. – С. 28–35.
4. Разумовский В. Г., Орлов В. А., Майер В. В., Сауров Ю. А. Стратегическое планирование развития физического образования: монография. – Киров, 2012. – 179 с.
5. Коханов К. А., Сауров Ю. А. Световые явления: Экспериментальные задания. – Киров: Изд-во ЦДООШ, 2013. – 28 с.
6. Устиловская А. А. Метапредмет «Задача». – М.: Пушкинский институт, 2011. – 272 с.

## **Заключение:**

### **О смыслах дидактического экспериментирования в дидактике физики**

Экспериментальное исследование практики обучения физике, во-первых, даёт, пусть и ограниченные, но факты реальности. Эта реальность знаний и умений школьников, это реальность условий, в том числе возможностей учителя. Без размышления над этой реальностью невозможно эффективное проектирование будущего. В том числе определение видов деятельности, которые школьники должны освоить. Трудности такой работы почти очевидны, но тем ценнее усилия учителей и методистов в этом направлении научно-исследовательской деятельности.

Во-вторых, экспериментальные исследования с конкретными диагностиками и конкретными методиками формирования тех или иных качеств позволяют в итоге выбрать и оценить вектор методического проектирования (по содержанию и процессам) обучения физике. Здесь всё сразу охватить невозможно. В нашем случае основное внимание обращено на различные стороны формирования методологической культуры школьников, учителей, студентов. А практической площадкой в основном является процесс обучения физике по учебнику физики нового поколения (ред. В. Г. Разумовский, В. А. Орлов). При проектировании новых методических решений внимание акцентируется на формирование новой интеллектуальной практики. Экспериментирование, моделирование, в целом творчество являются конкретным выражением методических поисков.

Без развития науки, научных исследований нет стратегически верного развития практики. Стихийно могут быть только неустойчивые и ограниченные успехи. Для массовой практики без науки весьма вероятны исторические провалы. Наука может и должна видеть эти опасности, и в постоянной опытно-экспериментальной деятельности искать рецепты новой практики обучения. Вовлечение в такую деятельность учителей, знакомство с элементами такой практики всех учителей физики области – прививка от догматизма.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Предисловие:</b> Экспериментальные исследования освоения новых норм содержания физического образования . . . . .	3
---	---

### **Часть I. Исследования формирующего педагогического эксперимента при внедрении учебника**

Разумовский В. Г., Сауров Ю. А., Никифоров Г. Г. Проблемы и некоторые результаты комплексного дидактического исследования эффективности учебника физики . . . . .	4
Лежепёкова О. Л. Исследование формирования метакомпетенций при организации экспериментирования на уроках в X классе . . . . .	15
Лежепёкова О. Л. Исследование формирования метакомпетенций при организации экспериментирования на уроках в XI классе . . . . .	27
Лютин С. Н., Сауров Ю. А. Из опыта управления учебной деятельностью при экспериментировании . . . . .	41

### **Часть II. Формирование учителей при экспериментировании с учебником**

Лежепёкова О. Л., Сауров Ю. А. Изучение экспертных суждений учителей и школьников при работе с новым учебником физики . . . . .	44
Лежепёкова О. Л. Изучение особенностей методической культуры учителей физики . . . . .	48
Сауров Ю. А., Лежепёкова О. Л. Исследование подготовки учителей по формированию методологических знаний. . . . .	52

### **Часть III. Организация коллективной познавательной деятельности школьников при экспериментировании**

Коханов К. А., Сауров Ю. А. Об одной методике организации познавательной деятельности школьников на уроках физики . . . . .	56
<b>Заключение:</b> О смыслах дидактического экспериментирования в дидактике физики . . . . .	62

***Научно-методическое издание***  
**Исследование процесса обучения физике**  
**Сборник научных трудов. Выпуск XV**

Текст представлен в авторской редакции  
Компьютерный набор и верстка О. Л. Лежепёковой

Подписано в печать 06.09.13. Формат 60 · 84 1/16. Бумага тип. Усл. печ. л. 4,2.  
Тираж 100. Заказ 300/13

Институт развития образования Кировской области  
610046, г. Киров, ул. Р. Ердякова, 23,а

Отпечатано в ООО «Типография "Старая Вятка"»  
610004, Киров, ул. Розы Люксембург, 30, тел. 65-36-77

ISBN 978-5-91061-348-9

