

Эмпирическая база совершенствования примерной программы по физике для основной школы

Геннадий Григорьевич Никифоров,

ведущий научный сотрудник лаборатории дидактики физики Института содержания и методов обучения РАО, член Федеральной предметной комиссии ЕГЭ по физике, кандидат педагогических наук, nikiforogg@mail.ru

• ФГОС • система ГИА • концепция изучения физики • обучение на экспериментальной основе •

В процессе подготовки и принятия ФГОС, внедрения системы ГИА возникли острые проблемы в системе изучения физики в основной школе. Причина их возникновения состоит в том, что в основную школу (главным образом в 9-й класс) из старшей был перенесён значительный по объёму и сложный по существу материал. При этом число часов на изучение физики не увеличилось, методика изучения перенесённого материала с учётом особенностей основной школы не была предварительно разработана в процессе перестройки в полной мере, а строилась в ходе учебного процесса как учителями, так и на уровне методических рекомендаций авторов УМК.

Таким образом, в массовой педагогической практике возникло противоречие между объёмом предметного содержания и временем, отводимым в условиях учебного плана 2–2–2 на его освоение. С принятием в 2010 г. ФГОС это противоречие усилилось, так как в соответствии с системно-деятельностным подходом в содержание образования, наряду с предмет-

ным, включается и опыт деятельности. Кратко проблемы, возникающие в связи с указанным противоречием, мы условно назвали «**проблемой 2–2–2**».

Здесь важно отметить следующие обстоятельства.

1. В психологических и дидактических исследованиях всегда ставилась и эффективно решалась проблема учения на основе принципа активности — фундаментального в педагогической науке¹. И всегда, как только заходил разговор о переходе на такое обучение, возникала проблема дефицита времени. Но если раньше обучение на основе принципа активности имело научный интерес, интерес для учителей передовых, инновационных школ, то ФГОС впервые ставит задачу сделать такое обучение достоянием массовой педагогической практики.

2. Ликвидация дефицита времени — лишь необходимое, но недостаточное условие решения **проблемы 2–2–2**, должны быть найдены и методические пути перевода учебного процесса по физике на деятельностную основу.

3. Обратим внимание также на то, что в процессе разработки стандартов ещё в модели стандартов 1998 года, по сравнению с классическим представлением о реализации принципа активности, впервые поставлена задача освоения учащимися метода естественно-научного познания. ФГОС усилил эту тенденцию, поставив задачу усвоения учениками умений постановки цели исследования, а также приобрете-

¹ Давыдов В.В. Теория развивающего обучения. — М.: ИНТОР, 1996; Леонтьев А.Н. Деятельность, сознание, личность. — М.: Издательский центр «Академия», 2004; Разумовский В.Г., Майер В.В. Физика в школе. Научный метод познания и обучение. — М.: Гуманитарный изд. центр ВЛАДОС, 2004.

ния опыта деятельности по способам получения новых знаний.

Поиски решения **проблемы 2–2–2** целесообразно проводить широким фронтом по всем направлениям дидактики и методики.

Одно решающее обстоятельство значительно облегчает эти поиски: в школах работа в условиях учебного плана 2–2–2 с увеличенным объёмом содержания идёт уже достаточно длительное время и часть этого времени проходит в школах в условиях перехода к ФГОС. Выражаясь в терминах методологии научного исследования, массовой педагогической эксперимент по **проблеме 2–2–2** уже проведён. Вот почему лаборатория дидактики физики ИСМО РАО при разработке концепции изучения физики в основной школе и примерной программы в условиях ФГОС провела исследование с целью определить, как в условиях массовой педагогической практики проявляется **проблема 2–2–2** и какие её решения уже найдены.

В исследовании было охвачено половина муниципальных образований Московской области. Лаборатория выражает искреннюю благодарность всем учителям физики, принявшим участие в этом исследовании.

Результаты его вполне адекватно отражают суть противоречия, в частности потому, что в большинстве школ используется УМК². Так, в 90% школ, принявших участие в исследовании лаборатории, используется этот УМК, рабочая программа для которого составлена на основе примерной Программы³. В дальнейшем именно эту программу мы будем называть **базовой**.

Рассмотрим некоторые результаты проведённого исследования, которые необходимо учитывать как при разработке концепции изучения физики в основной школе, так и при переработке примерной программы.

1. Факторы дефицита времени.

Исследование лаборатории позволило выявить факты, в которых проявляется дефицит времени на изучение физики даже по обычной (не деятельностной в том смысле, который придаёт этому термину ФГОС) педагогической технологии.

Учителя следующим образом экспертно оценили перегрузку по условной 10-балльной шкале, в которой 10 баллов соответствуют максимальной перегрузке:

7-й класс — 5,4;

8-й класс — 5,4;

9-й класс — 7,2.

Перегрузка в 9 классе превышает среднюю на 30%.

Учителя выделяют следующие разделы, в наибольшей степени «страдающие» от нехватки времени:

— 7-й класс: «Работа, мощность, энергия»;

— 8-й класс: «Световые явления».

В 9-м классе указывают такие разделы:

— «Механика» — 47%,

— «Электромагнитное поле» и «Оптика» — 44%,

— «Кванты», «Атом и атомное ядро» — 30%.

На перегрузку значительное влияние оказывает тот факт, что реальное время в среднем составляет 64 часа в год, что на 9% меньше календарных 70 часов.

Эмоциональная оценка ситуации в 9-м классе звучит так: *«это просто ужас (кошмар), мы прыгаем по верхам, на каждом уроке — новый материал»*.

Не вызывает сомнения педагогическая необходимость итогового повторения, обобщения материала в выпускном классе, особенно в условиях ГИА. В реальной педагогической практике времени на это просто нет. В некоторых рабочих программах иногда указывается небольшой резерв учителя, но этого резерва не остаётся из-за указанной выше 9% процентной разницы между календарным и реальным временем на изучение предмета.

30% опрошенных учителей указывают в качестве серьёзной проблемы нехватку времени на итоговое повторение; 55% ука-

² Перишкин А.В. Учебники физики 7-9. Издательство «Дрофа».

³ Программа по физике 7–9. (Автор. коллектив: Разумовский В.Г., Орлов В.А., Кабардин О.Ф., Фадеева А.А., Никифоров Г.Г.; рук. Разумовский В.Г.). М.: Просвещение, 2010, 2011.

зали, что им удаётся потратить на итоговое повторение в среднем 4 часа в год. В условиях дефицита времени эта работа носит чисто фрагментарный, несистемный характер. Используются такие формы повторения: 10–15 минут на уроках в четвёртой четверти, 2 часа из 5, выделенных на «Эволюцию Вселенной», ещё 2 часа — из других ресурсов. В жёстких условиях дефицита стараются изыскивать время на повторение **66%** опрошенных, остальные отмечают, что **времени на повторение не хватает**.

Только в одной школе используется системная работа по повторению в форме элективного курса. С учениками, **сдающими ГИА, проводятся отдельные занятия**.

2. Об эффективности уже имеющихся ресурсов изучения физики на деятельностной основе.

В массовой педагогической практике имеется достаточно большой резерв времени, который уже по своим формальным признакам предназначен для изучения физики на деятельностной основе. Речь идёт о времени, затрачиваемом на лабораторные работы, решение задач, самостоятельные работы. При выполнении этих работ ученики действительно работают самостоятельно. Сколько этого времени и насколько оно эффективно используется с точки зрения системно-деятельностного подхода стандарта? Исследование лаборатории позволяет ответить на эти вопросы.

Учителя оценивали объём самостоятельной работы (**лабораторные работы, решение задач, контрольные и прочее**) в соответствии со своим рабочим планированием (**в% к общему числу часов в году**):

7-й класс — 33%;
8-й класс — 33%;
9-й класс — 30%.

Это время в **7–8-х классах** делится примерно пополам между лабораторными работами, в том числе и кратковременными, и решением задач; в **9-м классе** отношение [(время на лабораторные работы): (время на решение задач)] = 1: 2.

Эти данные показывают, что уже в существующей и общепринятой массовой

педагогической технологии обучения имеется достаточно большой 30-процентный резерв времени для организации обучения на основе деятельности.

Исследование лаборатории показывает, что это время — лишь **потенциальный** резерв времени для организации деятельности.

При решении задач осваиваются способы их решения, а вовсе не физические идеи, законы, лежащие в их основе.

Лабораторные работы выполняются по пошаговому инструкциям, структура которых одинакова с 7-й по 9-й класс. Фактически формируются исполнительские компетенции базового уровня. Впервые это было выяснено нами ещё 10 лет назад в рамках практико-ориентированного исследования по разработке технологии проверки экспериментальных умений в процессе ЕГЭ, которое проводили лаборатория, ФИПИ и Раменский комитет по образованию (Московская обл.)

Учащимся было предложено измерить жёсткость пружины динамометра с использованием оборудования, представленного на рисунке 1.

Напомним, что при проведении фронтальной работы по измерению жёсткости обычно используется динамометр, шкала которого закрыта бумагой (рис. 2).

Какой результат был получен **10 лет назад**?

Только 15% учащихся учли тот факт, что у динамометра открыта шкала, поэтому нет необходимости подвешивать грузы к динамометру, достаточно лишь измерить расстояние между штрихами. Однако, более 60% учащихся выполняли исследование по привычной технологии, которой пользовались в 7-м классе, т.е. так, как привыкли делать на лабораторной работе, когда применяются динамометры, шкалы которых закрыты листом бумаги.

По нашей просьбе это задание выполняли ученики 9–11-х классов учителей, участвующих в **настоящем** исследовании, т.е. **10 лет спустя**. Учителям было предложено

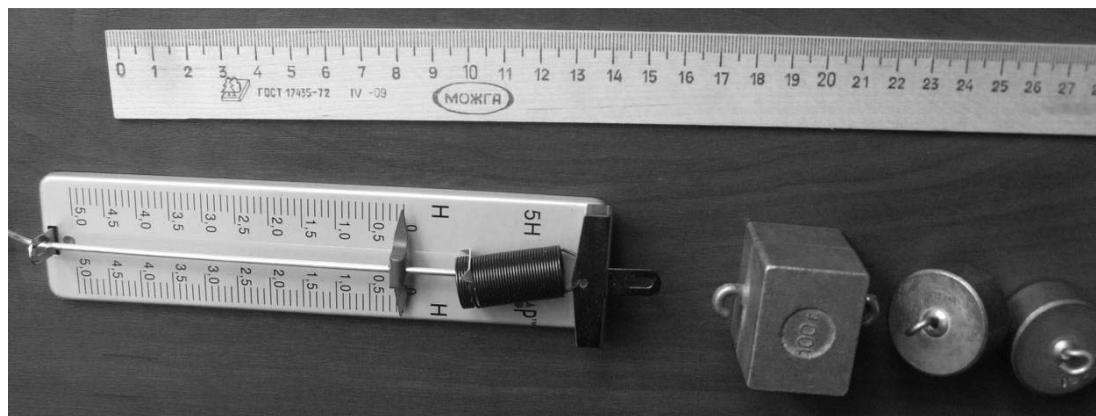


Рис. 1



Рис. 2

выполнить со своими учениками следующее задание.

Задание. Оценить «уровень свободы» учеников от привычных методов измерений.

Диагностическое задание: измерение жёсткости пружины динамометра с необходимостью выбора и оборудования, и способа измерения.

Возможный текст задания для учащихся: «В вашем распоряжении имеется следующее оборудование: штатив с муфтой и лапкой, динамометр с пределом измерения 4Н (или 5Н), набор грузов по 100 г, линейка. Отберите необходимое оборудование и определите жёсткость пружины динамометра. В отчёте представьте список используемого оборудования и полученное значение жёсткости».

Учителям была предложена следующая форма отчёта о результатах исследования.

1. В исследовании участвовали _____ учеников _____ класса.

2. Таблица

Параметры	Количество учащихся
1. Подвешивали грузы к вертикально подвешенному динамометру и измеряли соответствующую деформацию	
2. Измерили линейкой расстояние между штрихами на шкале	
Написали формулу для расчёта жёсткости.	
Верно определили жёсткость	
Придумали способ измерения, не совпадающий с 1 и 2	

Приведём отчёт одного из учителей о результатах исследования.

1. В исследовании участвовали 25 учеников 9 класса

2. Таблица

Параметры	Количество учащихся
1. Самостоятельно сформулировали цель работы: «Определить жёсткость пружины и убедиться, что жёсткость пружины при любых удлинениях неизменна»	20
2. Подвешивали грузы к вертикально подвешенному динамометру и измеряли соответствующую деформацию	20
3. Измерили линейкой расстояние между штрихами на шкале	5
4. Написали формулу для расчёта жёсткости	Самостоятельно 18
5. Верно определили жёсткость	22
6. Придумали способ измерения, не совпадающий с 1 и 2	0
7. Проанализировали полученный результат и сделали вывод, что жёсткость не зависит от силы упругости и растяжения пружины.	18

Из таблицы видно, что результаты двух исследований, разделённых 10-летним интервалом, практически совпали.

Почему так происходит? Что означает такое совпадение? Результаты показывают, что за последние 10 лет технология проведения фронтального эксперимента не изменилась. Самостоятельная работа есть, деятельности нет. И в классических теориях учения, и в стандарте ясно подчёркивается, что не всякая самостоятельная работа есть учебная деятельность в её современном понимании. В.В. Давыдов подчёркивает: «деятельность должна быть адекватна формируемым умениям»⁴. Основная идея современной теории учебной деятельности А.Н. Леонтьевым кратко выражена так: основу для теоретических обобщений ученик должен находить в результатах своей эмпирической деятельности с учебным материалом⁵.

Вот почему 30-процентный объём времени, затрачиваемый в настоящее время на самостоятельную работу, недостаточно эффективен. В этой связи преобразование фронтальной работы в исследование, цель которого определяет ученик, — одна из самых актуальных проблем, решение которой на уровне массовой педагогической практики позволит эффективно использовать этот ресурс. Превращение решения задачи в средство активного освоения физики также будет этому способствовать.

3. Временные параметры программы, оптимальные с точки зрения опыта учителей.

Представим себе, что в массовой педагогической практике будут освоены приёмы и методы использования 30% резерва для целей изучения физики на деятельностной основе. Достаточно ли этого резерва? Исследование лаборатории заставляет *дать отрицательный ответ на этот вопрос.*

Для преодоления отрицательных факторов, указанных в п. 1, необходимо дополнительное сокращение предметного содержания.

Кроме того, сокращение предметного содержания необходимо для освоения принципиально нового вида деятельности, который впервые включён в планируемые

⁴ Давыдов В.В. Теория развивающего обучения. — М.: ИНТОР, 1996.

⁵ Леонтьев А.Н. Деятельность, сознание, личность. — М.: Издательский центр «Академия», 2004.

⁶ Разумовский В.Г., Майер В.В. Физика в школе. Научный метод познания и обучение. — М.: Гуманитарный изд. центр ВЛАДОС, 2004.

В монографии В.Г. Разумовского и В.В. Майера⁶ показано, что для освоения метода познания удобно пользоваться циклом в качестве ориентировочной основы деятельности.

результаты обучения: в требованиях к предметным результатам стандарта записано, что ученики должны осваивать виды деятельности по получению нового знания в рамках учебного предмета. А, как отмечалось выше, для этого необходим опыт деятельности, адекватный этим умениям.

Параметры необходимого сокращения с точки зрения реального учебного процесса, выглядят так. Если оставаться в рамках учебного плана 2–2-2 и содержания, зафиксированного в программе⁷, то предложения учителей по сокращению распределяются следующим образом:

Объём сокращения (%)	Число учителей, поддерживающий такой объём (%)
40–50	6
25–30	17
15–20	36
10	8

Из таблицы следует, что в условиях традиционной технологии обучения более 50% учителей устроило бы сокращение предметного содержания на 15–30%.

Абсолютное большинство учителей, участвующих в исследовании лаборатории, считают, что оптимальные условия для изучения физики создаются либо при учебном плане 2–2-3, либо при наличии пропедевтического курса физики в 5–6-х классах, или аналогичного курса естествознания 5–6. Итак, по мнению учителей, **существующий объём может быть изучен при учебном плане 2–2-3. Дополнительное время, следовательно, составляет 32 часа, что равно 15%.** Это и есть первая компонента необходимого сокращения предметного содержания.

Вторая компонента сокращения определяется **отличием реального времени изучения предмета (64 ч/год) по сравнению с календарным (70 ч/год).** Учёт этого фактора даёт 8,5%. Итак, **общий объём необходимого сокращения предметного содержания составляет 23%.**

Таким образом, необходимый объём сокращения предметного содержания, который позволил бы снять перегрузку и перейти на

изучение физики на основе системно-деятельностного принципа ФГОС, составляет примерно 20%.

Общий вывод таков: **если эффективно использовать потенциальный 30% объём времени самостоятельной работы и сократить предметное содержание на 20%, то на освоение опыта деятельности и общую оптимизацию условий изучения физики может быть отведено 50% учебного времени.**

Почему можно быть уверенным в том, что 50-процентный резерв для перехода на деятельностную основу может быть превращён в реальную массовую педагогическую технологию? Есть несколько факторов, которые позволяют дать положительный ответ на этот вопрос.

Один из них был уже указан выше — это отечественная школа теории учения, разработанная на уровне, достаточном для внедрения в практику. Другой фактор — это имеющиеся уже в современной методике физики разработки, среди которых можно указать учебно-методический комплект для 7–9-х классов, подготовленный авторским коллективом под руководством В.Г. Разумовского и В.А. Орлова «Физика в собственных исследованиях»⁸, целиком построенный на принципе активности. Этот УМК прошёл серьёзную проверку в широком эксперименте, в частности и на экспериментальной площадке лаборатории дидактики физики в школе № 29 г. Подольска (учитель Царьков И.С.).

Третий фактор — это работы передовых учителей-практиков. Например, эффективно используется метод познания как ориентировочная основа действий в работе учителей физики Андреевой Н.В., Пчелкиной М.А. экспериментальной площадки лаборатории в Удельнинской гимназии; целостный подход обучения учащихся к проведению исследования представлен Ивашкиной Д.А.⁹ из лицея г. Троицка.

⁷ Программа по физике 7–9. (Автор. коллектив: Разумовский В.Г., Орлов В.А., Кабардин О.Ф., Фадеева А.А., Никифоров Г.Г.; рук. Разумовский В.Г.). М.: Просвещение, 2010, 2011.

⁸ Разумовский В.Г., Орлов В.А., Дик Ю.И., Никифоров Г.Г., Шилев В.Ф. Под ред. Разумовского В.Г., Орлова В.А. Учебники физики 7–9. — М.: Издательский центр «Владос».

⁹ Ивашкина Д.А. Деятельностный подход на уроках физики: организация учебного исследования. — М.: Илекса, 2014.

Принципиальное значение для изучения физики на деятельностной основе имеет материально-техническое обеспечение учебного процесса.

В стандарте этому посвящён специальный подраздел — «24. Материально-технические условия реализации основной образовательной программы основного общего образования». В нём зафиксировано в качестве обязательного условия наличие учебного кабинета, в том числе кабинета физики.

В связи с этим в исследовании лаборатории специально выяснялся вопрос об уровне и состоянии материально-технического обеспечения. Результаты мониторинга уровня готовности материально-технического обеспечения к переходу к ФГОС представлены в таблице.

Анализ показывает, что в целом, к сожалению, кабинеты физики не готовы к изучению физики на экспериментальной основе. В этих условиях только энтузиазм учителей

и их огромные трудовые затраты при подготовке каждого эксперимента позволят реализовать системно-деятельностный подход Стандарта. Как выполнить 15 лабораторных работ по электричеству и оптике в кабинете без электроснабжения? Это значит, что надо 15 раз покупать по 15 батареек, да ещё надо тридцать «крокодилов» для сборки цепей!? А что делать с проектами экспериментального характера? Результаты, приведённые в первой строке таблицы, — это результат огромного труда учителей.

Проблема очень острая: или кабинеты будут соответствовать требованиям Стандарта к материально-техническому обеспечению учебного процесса, или требования Стандарта к переходу изучения физики на системно-деятельностных подходах не будут внедрены в массовую педагогическую практику.

Решение проблемы МТО возможно. Этот вывод подтверждается опытом федерального этапа реализации приоритетного национального проекта «Образование» 2006–

Результаты мониторинга уровня готовности материально-технического обеспечения к переходу к ФГОС

1. Число проводимых фронтальных работ (в% от указанного в планировании, составленном автором УМК)	А. В среднем проводятся 93% рекомендуемых работ. Б. 100% работ проводят 75% учителей. В. Никто (из числа опрошенных) не заменяет лабораторные работы с реальным оборудованием на виртуальные
2. Число демонстраций изучаемых явлений, эмпирических законов, правил, закономерностей, фундаментальных законов (в% от указанного в планировании, составленном автором УМК и в учебнике) (может быть больше 100%)	7 класс: 80% демонстраций, из них 45% либо виртуальные , либо видеоролики реальных демонстраций . 8 класс: 73% демонстраций, из них также 45% виртуальных либо видеоролики. 9 класс: 68% демонстраций, из них 55% виртуальных либо видеоролики
3. Электроснабжение лабораторных столов	Имеется в 53% кабинетов
4. Для проведения фронтальных работ и экспериментальных заданий ГИА.....	...используются наборы L-micro (65%) и традиционное (дореформенное) оборудование; «ГИА-лаборатории» имеются лишь в 4 школах
5. Цифровые лаборатории (состав: датчики, дополнит. оборудование, компьютер (или планшет, концентратор)) для проведения естественнонаучных исследований.....	...имеются в 25% школ, в том числе: специальная цифровая лаборатория для основной школы — в одной школе , полный класс-комплект (16 штук) — в одной школе
6. Проекты экспериментального характера.....	...проводятся в 65% школ, из них 83% используют традиционное оборудование. Все школы, имеющие цифровые лаборатории (9 школ), используют их для проектной деятельности

2008 годов, когда за средства федерального бюджета были обновлены кабинеты 10% школ России. Именно после успешного завершения ПНПО практически во всех школах РФ имеется фронтальное оборудование серии L-micro. Сейчас ответственность за МТО несут региональные и муниципальные власти, и от них зависит решение проблемы. То, что решение проблемы, по крайней мере в части фронтального оборудования, возможно, говорит ряд факторов. Первый из них — это экспериментальное задание в КИМах ГИА, второй — массовые закупки регионами ГИА-лабораторий. Теперь на базе ГИА-лабораторий разработаны фронтальные комплекты нового поколения, полностью обеспечивающие проведение всех фронтальных работ¹⁰. Эти комплекты фирма «Научные развлечения» уже выпускает серийно.

В заключение проиллюстрируем на примере раздела Электромагнитные явления и электромагнитные волны, как могут решаться выявленные проблемы.

1. Данный раздел — один из немногих в физике основной школы, который *позволяет построить изложение материала в соответствии с методом естественно-научного познания*: показать почти весь путь познания электромагнитных явлений от объединения разрозненных представлений о зарядах, постоянных магнитах, электрическом токе в представление об электромагнитном поле. При изучении раздела возникает возможность показать важнейшие компоненты цикла познания: опыты Эрстеда, гипотезу Ампера о молекулярных токах, весь процесс открытия Фарадея от постановки цели до открытия явления. Вместе с тем, важно понимать, что в основной школе *дидактический принцип научности и доступности не позволяет полного рассмотрения цикла естественно-научного познания в истории развития представлений об электромагнитном поле*. Это касается, во-первых, закона электромагнитной индукции, а во-вторых, теории Максвелла и проверки её предсказания в опытах Герца.

2. Из трёх электромагнитных сил (кулоновские силы, сила Лоренца, сила Ампера) в примерную программу целесообразно включить только силу Ампера. Такой выбор связан с тем, что эта сила, во-первых, поз-

воляет ввести индукцию магнитного поля, во-вторых, она оказывается постоянной при её действии на проводник с постоянным током в однородном поле и, в-третьих, может быть изучена в полном объёме и в демонстрационном, и во фронтальном экспериментах (рис. 3, 4, 5)

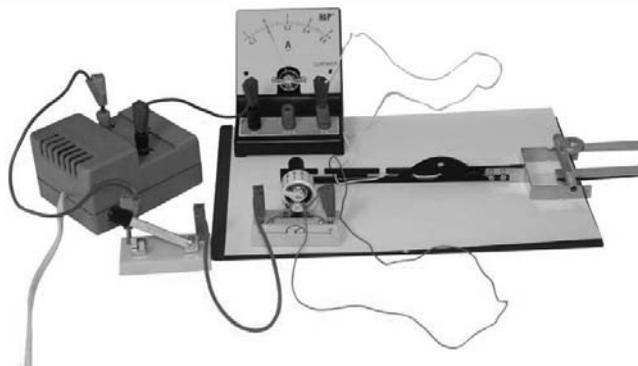


Рис. 3

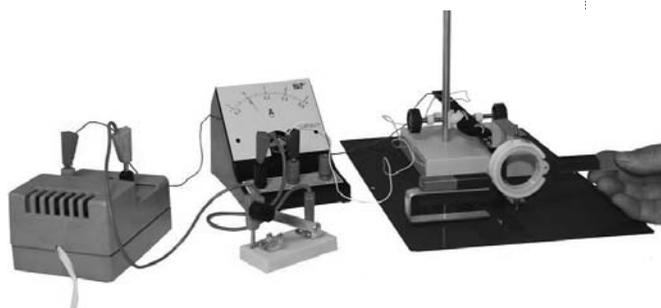


Рис. 4

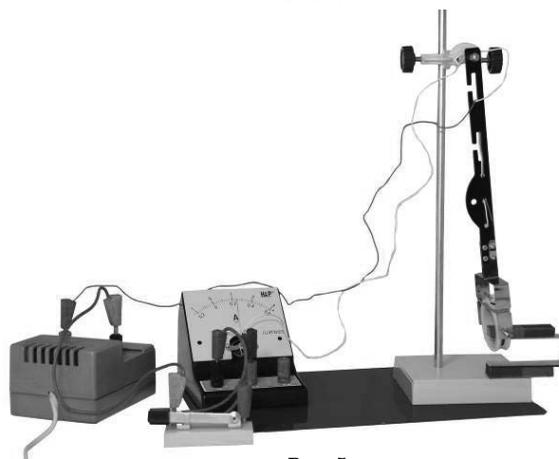


Рис. 5

3. В соответствии с требованиями Стандарта, физика основной школы — это физика явлений и законов.

Поэтому и электромагнитная индукция в основной школе *изучается на уровне явления*. Обоб-

¹⁰ Учебный физический эксперимент. Современные технологии: 7–11 классы: метод. пособие / Г.Г. Никифоров, О.А. Поваляев, В.В. Майер и др.; под ред. Г.Г. Никифорова. — М.: Вентана-Граф, 2015. — 112 с.

щение на уровень основного закона электромагнитной индукции Фарадея не представляется возможным, так как это требует введения понятия ЭДС. Вместе с тем, поскольку при изучении электрических явлений было введено представление об электрическом поле как причине тока, имеется возможность объяснить сущность явления электромагнитной индукции в интерпретации Максвелла как возникновения электрического поля при изменении магнитного.

Все попытки разработать методику изучения *правила Ленца* в основной школе пока не увенчались успехом. Поэтому его целесообразно изучать в основной школе. Достаточно ограничиться исследованием зависимости индукционного тока от условий его получения.

Фронтальное оборудование нового поколения и оборудование ГИА-лабораторий позволяют исследовать во фронтальном эксперименте все основные способы получения индукционного тока, которые определяются основным законом электромагнитной индукции (рис. 6, 7, 8).



Рис. 6

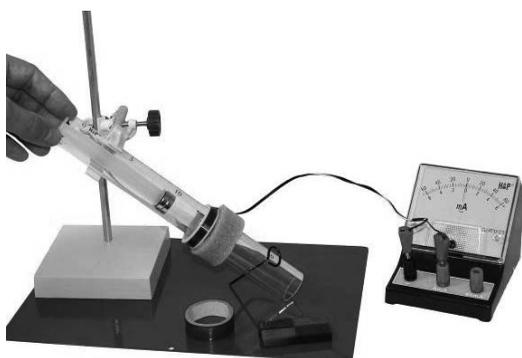


Рис. 7

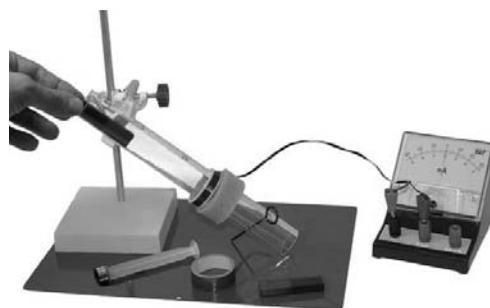


Рис. 8

Зависимость направления индукционного тока от условий его получения изучается также на экспериментальной основе в рамках исследования явления электромагнитной индукции.

4. Основные положения методики могут быть следующими:

- На основе принципа внутрипредметных связей целесообразно первую часть темы «Электромагнитные явления» структурировать по аналогии с темой «Электрические явления». Это поможет учащимся более ясно осознать действие метода познания в историческом процессе исследования электромагнетизма: отсутствие магнитных зарядов, историческое значение опытов Эрстеда как первого шага в объединении магнитостатики и электрического тока.
- Внутрипредметные связи между вторыми частями тем «Электромагнитные явления» и «Электрические явления» проявляются и в способе введения напряжённости электрического поля в теме «Электрический ток» и индукции магнитного поля во второй части раздела «Электромагнитные явления». Необходимость введения этих характеристик объясняется тем, что только на их основе может быть сформировано доступное для учащихся основной школы представление об электромагнитных волнах.

Напряжённость электрического поля вводится на основе следующего соотношения: $U = A/q = FL/q = EL$. Оно позволяет ученикам измерить напряжённость электрического поля $E = U/L$. Принципиальная возможность введения индукции магнитного поля связана с тем, что во фронтальных комплектах нового поколения и в ГИА-лабораториях имеется оборудование для измерения силы Ампера (рис. 9 — а,б).



Рис. 9а



Рис. 9б

Указанный способ введения характеристик полей важен ещё и потому, что эти два поля проводника с током (как и в электромагнитной волне) взаимно перпендикулярны.

- В основной школе при изучении электромагнитных волн *не представляется возможным построить* изложение материала на основе перехода от закрытого колебательного контура к открытому, как это делается в старшей школе. Исследование процессов в колебательном контуре слишком сложно для изучения в основной школе, так как для их понимания необходимо опираться на явление самоиндукции. Для формирования представлений о зависимости периода колебаний от параметров контура необходимо введение величин индуктивности и ёмкости.

Важно обратить внимание также на следующее обстоятельство. В колебательном контуре колебания электрического и магнитного полей происходят со сдвигом фаз в четверть периода, тогда как в свободной электромагнитной волне поля колеблются синфазно. Следовательно, процессы в колебательном контуре вовсе не помогают понять сущность электромагнитных волн. Внутрипредметные связи также не создают условия для изучения перехода от колебаний к волнам, так как при изучении звуковых волн не акцентируется внимание на то, что при колебаниях кинетическая и потенциальная энергии переходят друг в друга, а в звуковой волне они одновременно достигают максимума и минимума.

В этих условиях целесообразно изучать электромагнитные волны как самостоятельное природное явление и объект техники. При таком подходе естественным оказывается и включение в этот раздел представлений об электромагнитной природе света и космического радиоизлучения. Возможности для такого подхода связаны также с тем, что в оборудование современного кабинета физики входит комплект приборов (разработчик Майер В.В.), который позволяет обнаружить и исследовать электрическое и магнитное поля в волне и продемонстрировать их синфазные колебания (рис. 10).

- Представления об электромагнитном поле ограничиваются простейшей моделью: синхронные колебания взаимно перпендикулярных напряжённости электрического и индукции магнитного полей в плоскости, перпендикулярной скорости распространения. Так как изучение волновых свойств света в основной школе не предусмотрено, то для доказательства электромагнитной природы света возможно использовать лишь один аргумент — совпадение скоростей их распространения, который указывается как экспериментальный факт. Для содержательного наполнения представления о свете как об электромагнитных волнах целесообразно приводить примеры числовых значений характеристик полей для излучения от разных источников света. С точки зрения внутрипредметных связей целесообразно вернуться к этому вопросу при изучении оптических явлений.

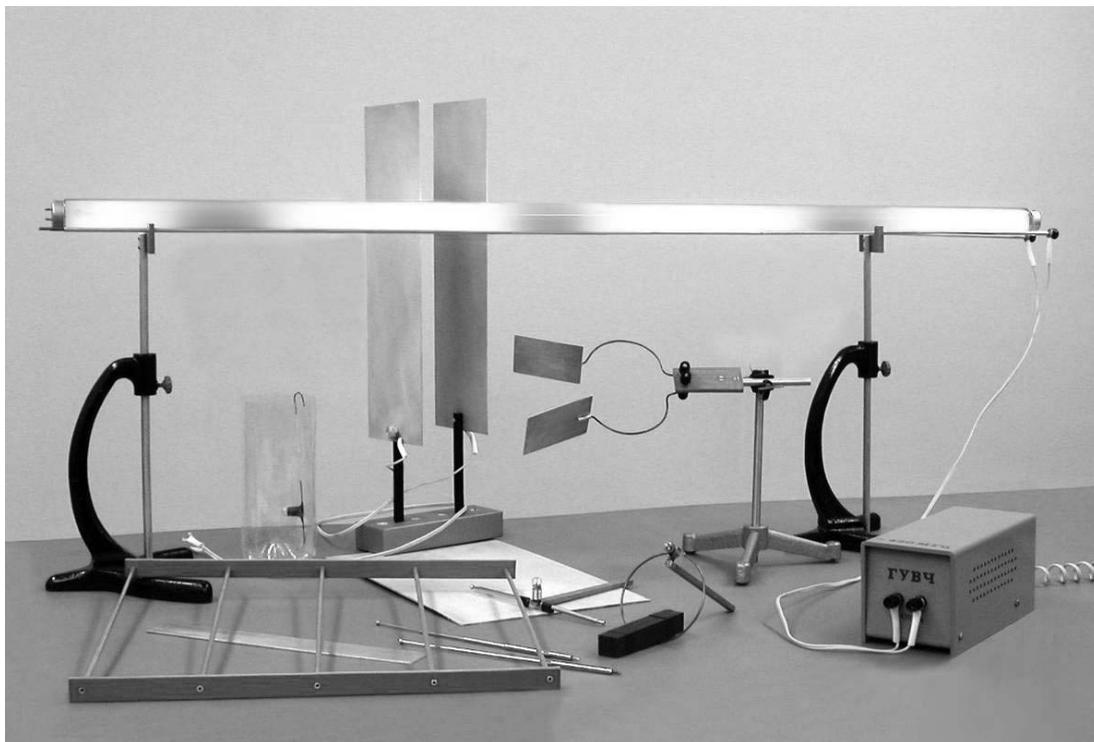


Рис. 10

• Действие и устройство двигателей, генераторов, принципы радиосвязи и телевидения рассматриваются на уровне применения изученных явлений.

• Разделение планируемых результатов обучения на два уровня — «Ученик научится» и «Ученик получит возможность научиться»¹¹ — является средством снятия противоречия между двумя сторонами дидактического принципа научности и доступности и при изучении данного раздела: изучение электромагнитной индукции и электромагнитных волн на уровне явлений (как и всей физики основной школы на уровне явлений и законов, но не теорий) вовсе не снижает ни научного уровня курса, ни научного уровня методики его изучения на деятельностной основе.

В частности, результаты проектной деятельность учащихся целесообразно включать

в процесс изучения нового материала на уровне «Ученик получит возможность научиться». В данном разделе это проекты «Основной

закон электромагнитной индукции» и «Как измерили скорость света».

Проведённое лабораторией дидактики физики ИСМО РАО практико-ориентированное исследование показывает, что фундаментом внедрения идей и требований ФГОС в массовую педагогическую практику является оптимизированная по фактору времени примерная программа и соответствующие УМК, адекватные требованиям Стандарта по материально-техническому обеспечению учебного процесса, освоению технологий учения, основанных на системно-деятельностных подходах. □

¹¹ Физика. Планируемые результаты. Система заданий. 7-9 классы: пособие для учителей/ [А.А. Фадеева, Г.Г. Никифоров, М.Ю. Демидова, В.А. Орлов] Под ред. Г.С. Ковалевой, О.Б. Логиновой. — М.: Просвещение, 2014.