

КЛЮЧЕВЫЕ ФАКТОРЫ ОБНОВЛЕНИЯ МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ В ОСНОВНОЙ ШКОЛЕ В РАКУРСЕ ФОРМИРОВАНИЯ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ*

Василий Григорьевич Разумовский, доктор педагогических наук, академик РАО, главный научный сотрудник Центра естественнонаучного образования Института стратегии развития образования РАО, руководитель проекта «Формирование естественнонаучной грамотности»

Александр Юрьевич Пентин, кандидат физико-математических наук, заведующий Центром естественнонаучного образования Института стратегии развития образования РАО, руководитель исследования

Геннадий Григорьевич Никифоров, кандидат педагогических наук, старший научный сотрудник Центра естественнонаучного образования Института стратегии развития образования РАО, руководитель опытно-экспериментальной работы в Раменском районе

Галина Михайловна Попова, методист естественнонаучных предметов Раменского дома учителя, муниципальный руководитель исследования, учитель физики школы №23, г. Раменское

* Статья написана по результатам выполнения Госзадания 27.6122.2017/БЧ «Обновление содержания общего образования и методов обучения в условиях современной информационной среды».

От редакции

Представляем заключительную статью серии статей [11, 12] о результатах совместного исследования формирования естественнонаучной грамотности Института стратегии развития образования, Комитета по образованию Раменского муниципального района Московской области и Раменского дома учителя.

В статье использовался опыт учителей Раменского района – Андреевой Н.В. и Пчелкиной М.А. (Удельнинская гимназия), Поповой Г.М. (школа №23), Игнатовой О.Г. (учитель математики, школа №23), Королёвой Л.Б. и Капраловой А.А. (школа №5), Рябовой Е.С. (школа №19), Гаврилова П.В. (школа №12); Лисковец Е.В. и Березина В.В. (школа №1298, г. Москва).

1. Некоторые методические аспекты формирования естественнонаучной грамотности

1.1. Естественнонаучная грамотность и планируемые результаты обучения.

Планируемые результаты освоения учебных и междисциплинарных программ. Эти результаты приводятся в блоках «**Выпускник научится**» и «Выпускник получит возможность научиться» к каждому разделу учебной программы [1, 2]. Они описывают примерный круг учебно-познавательных и учебно-практических задач, предъявляемых обучающимся в ходе изучения каждого раздела программы.

Планируемые результаты, отнесённые к блоку «**Выпускник научится**», ориентируют пользователя в том, достижение каких уровней освоения учебных действий с изучаемым опорным учебным материалом ожидается от выпускника. Критериями от-

бора данных результатов служат их значимость для решения основных задач образования на данной ступени и необходимость для последующего обучения, а также потенциальная возможность их достижения большинством обучающихся, как минимум на уровне, характеризующем исполнительскую компетентность обучающихся. Иными словами, в этот блок включается такой круг учебных задач, построенных на опорном учебном материале, овладение которыми принципиально необходимо для успешного обучения и социализации и которые в принципе могут быть освоены подавляющим большинством обучающихся при условии специальной целенаправленной работы учителя.

Достижение планируемых результатов, отнесённых к блоку «**Выпускник научится**», выносятся на итоговую оценку, которая может осуществляться как в ходе обучения (с помощью накопленной оценки или портфеля достижений), так и в конце обучения, в том числе в форме государственной итоговой аттестации. Оценка достижения планируемых результатов этого блока на уровне, характеризующем исполнительскую компетентность учащихся, ведётся с помощью заданий базового уровня, а на уровне действий, составляющих зону ближайшего развития большинства обучающихся, – с помощью заданий повышенного уровня. Успешное выполнение обучающимися заданий базового уровня служит единственным основанием для положительного решения вопроса о возможности **перехода на следующую ступень обучения**.

В блоке «**Выпускник получит возможность научиться**» приводятся планируемые результаты, характеризующие систему учебных действий в отношении знаний, умений, навыков, расширяющих и углубляющих понимание опорного учебного материала или выступающих как пропедевтика для дальнейшего изучения данного предмета. Уровень достижений, соответствующий планируемым результатам этой группы, могут продемонстрировать только отдельные мотивированные и способные обучающиеся. В повседневной практике преподавания эта группа целей не отрабатывается со всеми без исключения обучающимися как в силу повышенной сложности учебных действий, так и в силу повышен-

ной сложности учебного материала и/или его пропедевтического характера на данной ступени обучения.

В каждом разделе выделены два блока: «*Выпускник научится*» и «*Выпускник получит возможность научиться*». При этом оценка учебных достижений проводится в соответствии с планируемыми результатами, но на итоговый контроль за курс основной школы выносятся только та их часть, которая представлена в блоке «*Выпускник научится*». Таким образом, первый блок представляет собой те результаты, которые в обязательном порядке должны быть достигнуты всеми учащимися, а второй блок – результаты, которых могут достичь наиболее способные и мотивированные учащиеся.

Планируемые результаты по физике представлены как по всем разделам, изучаемым в курсе основной школы (механические, тепловые, электромагнитные и квантовые явления и элементы астрономии), так и общим разделом, который относится ко всем тематическим блокам одновременно. Здесь можно выделить следующие группы планируемых результатов:

- освоение методов научного познания и формирование экспериментальных умений (прямые и косвенные измерения физических величин, исследование зависимости одной физической величины от другой);
- применение знаний для объяснения физических явлений в ситуациях практико-ориентированного характера и принципа действия технических устройств;
- использование информации физического содержания.

Основная часть планируемых результатов представлена по тематическим разделам:

- механические явления;
- тепловые явления;
- электрические и магнитные явления;
- квантовые явления;
- строение и эволюция Вселенной.

Для всех разделов характерна единая структура: изучаются физические явления; вводятся физические величины, при помощи которых можно описать соответствующие явления; устанавливаются взаимо-

Три основные группы умений, характеризующие естественнонаучную грамотность

- научное объяснение явлений на основе имеющихся знаний;
- применение методов естественнонаучного исследования;
- интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов

Рис. 1

Естественнонаучная грамотность (упрощенная схема)

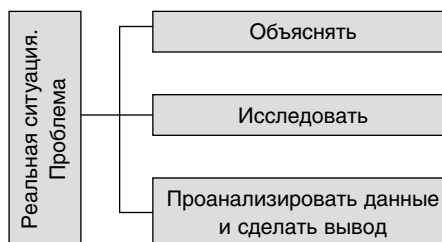


Рис. 2

связи между физическими величинами в виде различных законов; предлагаются задачи, в которых применяются изученные формулы и законы. Поэтому в каждом из тематических разделов планируемые результаты фиксируют одинаковую деятельность, но различаются тем содержанием, на основании которого организуется эта деятельность. Здесь можно выделить следующие группы планируемых результатов:

- распознавание изученных физических явлений и их основных свойств;
- описание явлений и анализ их свойств с использованием физических моделей, понятий, величин и законов;
- использование изученных физических величин и законов при решении задач.

При этом для каждого раздела есть свои исключения как в виде дополнительных специфических для данного содержания умений, так и в виде отсутствия тех или иных планируемых результатов. Например, в разделе «Электрические и магнитные явления» есть дополнительный к приведённому выше перечню планируемый результат о понимании схем электрических цепей, а в разделе «Квантовые явления» отсутствует требование решения задач.

Не подчиняется общей структуре раздел «Строение и эволюция Вселенной» в силу другого подхода к изучению материала: здесь объектом рассмотрения являются не физические явления, а космические объекты и их характеристики.

При планировании изучения курса физики основной школы учителю придётся отметить, на материале каких тем идёт формирование этой деятельности. Затем необходимо

будет определить методику формирования этой цепочки действий, поскольку в соответствии с требованиями Стандарта к моменту окончания основной школы вся цепочка должна выполняться учащимися самостоятельно. В процессе изучения курса для каждого ученика необходимо фиксировать не только отметку за выполнение работы по исследованию, но и те проблемы, которые возникли при выполнении работы (например, трудности при выборе масштаба для построения графика и т.п.). Эти индивидуальные проблемы должны стать основанием для корректировки заданий при формировании тех же умений уже в следующей теме.

Представленный здесь подход к планируемым результатам обучения имеет важнейшее значение при разработке методики формирования естественнонаучной грамотности, которая начала складываться по результатам совместного исследования.

Приведём вновь основные компетенции (или группы умений), характеризующие естественнонаучную грамотность (ЕНГ) (рис. 1, рис. 2).

В [3, 4] проанализировано соотношение между требованиями ФГОС ООО и компетенциями ЕНГ и показано, что в части требований к предметным образовательным результатам (естественнонаучные предметы) и ряду метапредметных результатов имеет место фактическое совпадение требований ФГОС и компетенций ЕНГ.

Как уже говорилось, планируемые результаты обучения (ПРО) делятся на два типа: «ученик научится» и «ученик получит возможность научиться». Деление ПРО на эти типы, соответствующие разным уровням

При описании явлений целесообразно придерживаться следующего плана:

1. Внешние признаки явления
2. Условия его протекания
3. Особенности
4. Связь данного явления с другими
5. Величины, характеризующие явление
6. Примеры «из жизни», природы, техники

При рассказе о физической величине необходимо отразить:

1. Явления или свойства, которые она характеризует
2. Определение величины
3. Определительную форму
4. Единицы физической величины
5. Способы измерения физической величины

О физическом законе важно знать:

1. Формулировку и математическое выражение закона
2. Опыты, подтверждающие его справедливость
3. Примеры учёта и применения на практике; примеры явлений природы, протекающих в соответствии с законом
4. Условия применения.

Рис. 3

сложности, позволяет выстроить оптимальную систему их достижения. Представляется, что такое же деление необходимо и при формировании компетенций ЕНГ.

К первому блоку относятся ПРО, которые должны быть достигнуты всеми учащимися, ко второму блоку – ПРО, которые могут быть достигнуты мотивированными и способными учениками. В качестве примера приведём ПРО этих двух типов, относящихся к решению физических задач.

Выпускник научится: решать задачи, используя физические законы, на основе анализа условия задачи записывать краткое условие, выделять физические величины, законы и формулы, необходимые для её решения, проводить расчёты и оценивать реальность полученного значения физической величины.

Выпускник получит возможность научиться: находить адекватную предложенной задаче физическую модель, разрешать проблему на основе имеющихся знаний, как с использованием математического аппарата, так и при помощи методов оценки [1].

Таким образом, на этапе основной школы в настоящее время не ставится цель научить всех на основе анализа условий задачи выбирать физическую модель, тем более обосновывать её выбор.

К первому типу ПРО относятся наши привычные дидактически препарированные и

выхолощенные задачи, а все контекстные задания, требующие выбора или создания модели, относятся уже ко второму типу ПРО.

Если с этой точки зрения посмотреть на основные компетенции ЕНГ (см. выше), то, учитывая, что физика основной школы – это физика *явлений*, а число непосредственно изучаемых явлений относительно невелико, можно сказать, что только первая из этих компетенций может быть отнесена к первому типу ПРО (см. **рис. 3**). Но и здесь есть проблема конструирования диагностических заданий: изучаемых явлений немного, а их контекстные проявления – бесконечны.

Нельзя также не учитывать, что контрольно-измерительные материалы (КИМ) государственной аттестации по итогам основной школы ориентированы на дидактический принцип *полноты* итоговой проверки, а не только на практико-ориентированные вопросы, которые в определённой мере коррелируют с компетенциями ЕНГ.

Изложенное показывает, что оптимальной является такая организация учебного процесса, в которой реализуется **комплексный, единый подход** к формированию элементов ЕНГ и планируемых результатов обучения. Этот вывод подтверждается и результатами диагностики уровня ЕНГ и экспериментальных умений всех выпускников 9 классов Раменского района Московской области, которую мы провели на первом этапе исследования [5].

Приведём пример, показывающий однозначную связь предметных умений и ЕНГ: сравним успешность выполнения двух заданий. Успешность выполнения первого из них определяется уровнем освоения предметных ПРО – необходимо было проверить гипотезу о зависимости времени скольжения бруска по наклонной плоскости от массы. Оно выполнялось на реальном лабораторном оборудовании, представленном на **рисунке 4а**. Второе задание – уже контекстное, связанное с применением предметного знания для объяснения связи тормозного пути автомобиля с параметрами шин [12, с. 83].

Результаты исследования показали, что успешность выполнения заданий однозначно коррелируют друг с другом. Они и

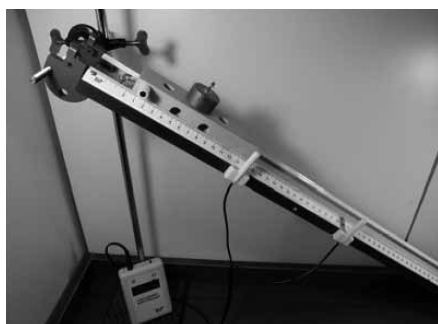


Рис. 4 а



Рис. 4 б

достаточно низкие (8%), и в пределах погрешности совпадают.

Низкий уровень предметных ПРО объясняется тем, что методика работы с гипотезами ещё не внедрена в практику массовой педагогической практики. Низкий уровень выполнения контекстного задания ЕНГ объясняется как раз отмеченными выше проблемами работы с моделями. На **рисунке 4б** представлено лабораторное оборудование нового поколения («ФГОС-лаборатория»), которое обеспечивает возможность моделирования перехода от лабораторных брусок к реальным объектам.

1.2. Входная диагностика уровня ЕНГ и математических знаний

Цель проведения диагностической работы – определить уровень математической и естественнонаучной грамотности на начало изучения физики в 7-м классе.

В рамках нашего исследования важнейшее значение приобретает определение условного уровня ЕНГ и уровня математических знаний «на входе» в 7-й класс, когда начинается изучение физики. С этой целью была проведена диагностическая работа в начале учебного года в 7-м классе после изучения темы «Физика и физические методы изучения природы» (сентябрь, 2016), в которой участвовало 600 учащихся 7 экспериментальных школ (5 школ Раменского муниципального района, школа №1298, лицей г. Саров) и 5 контрольных классов Раменского района.

1.2.1. Содержание контрольной работы

При конструировании работы использовались материалы курсов математики 5–6, природоведения (5 класс и начальная

школа) и географии (землеведение). В содержание контрольной работы включалось также экспериментальное задание по проверке умений, отрабатываемых при изучении первой темы курса физики 7-го класса. В контрольной работе определялся уровень освоения следующих предметных умений и ЕНГ: чтение графиков (математика 6 класс); определение цены деления шкалы реального измерительного прибора и определение значения искомой величины; определение значения величины при заданных условиях её изменения (математика 6 класс); атмосферное давление, изменение атмосферного давления с высотой (курс географии 6 класс); объяснение явления, описанного в художественном тексте (диффузия и круговорот воды в природе); определение (узнавание) явления по рисунку опыта (природоведение 5 класс); задание, прямо ориентированное на проверку уровня освоения такого элемента ЕНГ, как интерпретация известного факта с помощью представленной научной информации.

(Полный текст первого варианта контрольной работы и сопровождающие её материалы приведены в Приложении.)

1.2.2. Анализ результатов вводной диагностической работы в 7 классах

Результаты выполнения заданий (% выполнения) в контрольных и экспериментальных школах Раменского муниципального района представлены в таблицах (1 и 2) и на диаграммах.

В контрольных школах выделяются: школа 3 – с результатами в 88% случаев выше, чем в среднем по контрольным школам, а также школа 4 и школа 2, показавшие наилучшие результаты по математической грамотности. Результаты по математической грамотности в целом выше нормы,

Таблица 1

Результаты вводной диагностической работы в контрольных школах

Название школы	Номера заданий							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Контрольная школа №1	65	56	41	13	27	6	41	17
Контрольная школа №2	72	82	82	43	27	10	23	31
Контрольная школа №3	72	63	73	70	48	65	50	27
Контрольная школа №4	80	79	72	21	42	30	81	43
Контрольная школа №5	52	75	84	36	9	5	22	25
Всего по контрольным школам	68	71	70	37	30	23	43	29

Таблица 2

Результаты вводной диагностической работы в экспериментальных школах

Название школы	Номера заданий							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Экспериментальная школа №1	54	56	77	41	31	13	53	50
Экспериментальная школа №2	57	47	59	50	18	39	10	21
Экспериментальная школа №3	60	79	91	26	15	23	40	23
Экспериментальная школа №4	68	63	89	26	26	35	55	59
Экспериментальная школа №5	55	60	65	53	24	33	22	25
Всего по экспериментальным школам	59	61	76	39	23	28	36	35

а естественнонаучная грамотность ниже нормы, особенно низкие показатели – по узнаванию и объяснению явления. Стоит отметить результаты школы 4 по заданию № 7, которое предполагало умение описать опыт по рисунку и спланировать дальнейший эксперимент. Задание было основано на материале биологии, а в этой школе сильный учитель биологии, поэтому для учащихся этой школы задание могло быть привычным, что и продемонстрировало высокий результат.

В экспериментальных школах результаты более ровные, по математической грамотности результаты несколько выше в школе 3* и школе 4* (звёздочкой обозначены все экспериментальные школы). Результаты по математической грамотности в целом выше нормы, а естественнонаучная грамотность ниже нормы, особенно низкие показатели – по узнаванию и объяснению явления.

Общие выводы из результатов выполнения диагностической работы

1. Диагностическая работа определила уровень математической и естественнонаучной грамотности на начало изучения физики в 7-м классе.
2. Математическая грамотность в целом сформирована на базовом уровне, естественнонаучная грамотность сформирована на уровне ниже базового.

3. Результаты диагностической работы позволяют школам определить слабые места в системе формирования планируемых результатов в рамках введения ФГОС ООО по математике и естественнонаучным предметам.
4. Результаты диагностической работы позволяют составить план коррекции выявленных недостатков в уровне сформированности планируемых результатов на базовом уровне, как для каждого ученика, так и для класса в целом.

2. Соблюдение некоторых дидактических принципов, которые в массовой педагогической практике не выполняются

2.1. Принцип полноты проверки

Соблюдение этого принципа диктует необходимость включать в текущую и итоговую проверку как экспериментальные умения, так и умения, входящие в состав ЕНГ, а также общепредметные (или метапредметные) умения, а не только предметные.

В исследовании определены подходы к составлению текущих интегрированных работ, в которых комплексно проверяется уровень и предметных, и экспериментальных умений учащихся и компетентностей ЕНГ.

Соблюдение и учёт межпредметных связей естественнонаучных предметов (ЕН-предметы). Очевидно, что не может быть и речи о формировании ЕНГ в замкнутых условиях одного из естественнонаучных предметов. Именно поэтому при разработке утверждённых Примерных программ и был сформулирован планируемый результат о применении знаний в смежных областях [6]. Основой для межпредметных связей естественнонаучных предметов является научный метод, который входит в их предметное содержание.

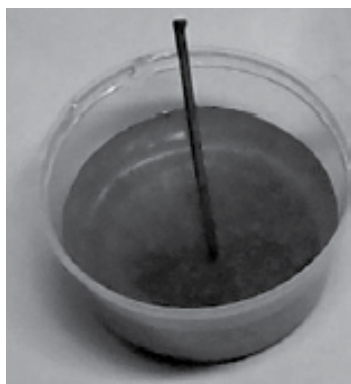


Рис. 5



Рис. 6 а,б

2.2. Учёт межпредметных связей: неиспользованные ресурсы ЕН-предметов и математики для изучения физики

2.2.1. Из всех ЕН-предметов традиционно химия в наибольшей степени связана с физикой

В учебнике химии в 8 классе [7] целый параграф посвящён моделям и их роли при исследовании химических явлений. При изучении физики первый раз слово «модель» появляется при изучении строения вещества в 7-м классе, однако затем о нём благополучно забывают на два года. В 9-м классе вводятся понятия «материальная точка», «математический маятник», «замкнутая система» и т.д., но в процессе введения этих понятий они не определяются как модели реальных объектов или процессов, и поэтому границы применения этих понятий для описания изучаемых явлений можно лишь выучить и запомнить, тогда как представление о них должно логически вытекать из понимания, что любая модель имеет естественные границы применимости, зависящие от степени упрощения реального природного процесса.

1) Приведём один интересный пример: впервые в учебнике 7-го класса появился признак, по которому ученики должны отделять физические явления от химических: **«Любые превращения вещества или проявления его свойств, происходящие без изменения состава вещества, называют физическими явлениями».**

Введение этого определения стимулирует учителей физики использовать на уроке физики в 7-м классе задания (или демонстрации) с химическим содержанием, что позволяет наглядно показать отличие химических явлений от физических. Это может быть, например, выделение меди при реакции замещения либо при электролизе (рис. 5).

2) Второй пример – из курса химии (8-й класс), который целесообразно использовать при изучении тепловых явлений, – это выделение тепла при растворении алебастра (рис. 6а, б), объяснение с опорой на знания химии – это теплота сгорания топлива.

3) Электролиз – это традиционный физико-химический раздел, который практически всегда используется учителями физики.

4) Отдельный вопрос – об изучении строения атома в физике и химии. Здесь химия (8–9 классы) создаёт для физиков определённую базу, которая в традиционной методике не реализуется. С введением ФГОС задача актуализируется, так как в примерной программе по химии старшей школы [6] записан планируемый результат: физическая сущность периодического закона.

Впервые эта проблема решалась в Академическом учебнике физики (совместный



Рис. 7

проект Издательства «Просвещение» и РАО) под редакцией Пинского А.А. и Разумовского В.Г. В учебнике 8 класса была глава 2 «Строение вещества». Особенность этого учебника – параллельное с химией изучение материала. Там же рассматриваются и вопросы природы всех видов химических связей. Перечислим содержание главы: 1. Химические элементы и соединения; 2. Периодическая система элементов; 3. Атом, ион; 4. Строение электронных оболочек атома; 5. Молекула. Химическая связь; 6. Газ. Плазма; 7. Кристаллы; 8. Типы кристаллических связей.

В исследовании планируется разработать методику изучения строения атома в 9-м классе с опорой на химию.

2.2.2. При поисках межпредметных связей физики с биологией обнаруживается парадоксальный результат реформ физического содержания: весь связанный с биологией материал из физики практически исчез. В учебниках его нет, остался лишь один учебник средней школы, который не имеет никаких грифов – учебник Г. Ландсберга, в котором учитель физики может прочитать о:

- а) фотометрии и функции видности, люксах, люменах и световом потоке;
- б) физиологии зрения и цветном зрении;
- в) звуке, высоте тона и громкости.

В современных УМК остались лишь два материала, связанных с биологией: радиоактивность и закон сохранения, при этом в явном виде в физике присутствует лишь один из них – радиоактивность. Ученик слышит слово «биология» лишь два раза: в 7-м классе – на первом уроке и в 11-м классе – при изучении радиоактивности.

Даже закон сохранения энергии для механических и тепловых явлений, рассматриваемый в 8 классе, в учебниках физики никак с биологией и естествознанием не связывается. Между тем один из исторических парадоксов состоит в том, что ни один из профессиональных физиков середины XIX века не участвовал в открытии этого закона. Он принципиально был открыт как **общий** естественнонаучный закон.

Нами рассматриваются два направления для решения этой проблемы:

- для закона сохранения энергии (8-й класс) и первого начала термодинамики (10-й класс) выстраивается методика, использующая биологический материал;
- разрабатываются задания по физике на основе биологического контекста. Для примера на **рисунке 7** показан опыт по выделению некоторого количества теплоты при работе мышц.

Что касается физико-физиологических аспектов зрения и слуха, фотометрии, то их целесообразно исследовать в рамках проектной и учебно-исследовательской деятельности.

2.2.3. Межпредметные связи физики с математикой

Внимательный анализ показывает, что школьный курс математики давно уже создал для физики значительные ресурсы для формирования не только ЕНГ, но и значительного совершенствования методики изучения физики вообще.

Так, в математике систематически используется графическая интерпретация изучаемого материала, а в физике используются лишь прямые линии и только дидактически препарированные графики (например, плавления). И даже заданий с такими графиками в стандартном задачнике (например, в задачнике С. Лукашика, 2005 г.) менее 2% задач. В задачнике к учебникам А.В. Перышкина издательства «Экзамен» 2017 г. количество графических задач примерно такое же, но кроме дидактических графиков в этом пособии появились контекстные.

В учебниках основной школы графиков реальных процессов нет вообще, в учебниках

10–11 классов мы насчитали не более 10 таких графиков.

Резервы работы с реальными графиками даёт эксперимент, как фронтальный, так и демонстрационный, с использованием и аналоговых, и цифровых средств измерения.



Рис. 8



Рис. 9

Далее: школьная математика давно оперирует терминами «вероятность» и «статистическое исследование», «дисперсия», «мода и размах ряда чисел», а на физике в основной школе лишь находят среднее арифметическое, и даже при изучении молекулярных явлений в 10-м классе учителя стесняются произносить слово «вероятность».

Критический анализ показал, например, что первый урок по теме «Движение» в учебниках физики и в массовой педагогической практике просто примитивен.

Вместе с тем математика использует при формировании представлений о векторах и производной арсенал физики, но наш анализ обнаруживает ряд проблем, в решении которых могла бы помочь математикам физика. К ним относится проблема значительного временного разрыва между формированием представлений о векторных величинах и изучением производной.

Проблема временного разрыва возникла довольно давно. При введении в практику многовариантных учебников по физике и математике было упущено одно из важней-

ших условий эффективного обучения – реализация межпредметных связей, которые помогали предметникам опираться на материал, изученный в смежной области, позволяли формировать у учащихся единое терминологическое и когнитивное пространство.

В настоящее время невозможно согласование курсов физики и математики ни на федеральном, ни на региональном уровнях. Это трудно сделать даже на муниципальном уровне. Наше исследование показывает, что наиболее простой путь использования ресурсов математики при изучении физики – это согласование курсов физики и математики в рамках образовательных учреждений.

Приведём пример сотрудничества учителя физики Поповой Г.М. и учителя математики Игнатовой О.Г. в Дергаевской СОШ №23 (рис. 8, 9) по согласованию прохождения программного материала в УМК А.В. Перышкина (физика) [15] и Макарычева Ю.Н., Миндюк Н.Г., Нешкова К.И. (алгебра) [16] для формирования у учащихся метапредметных образовательных результатов по математике и физике в 7-м классе.

Таблица 3

Наименование разделов и тем, содержание уроков по физике, 7-й класс (УМК А.В. Перышкина)	Наименование разделов и тем по математике, знания которых необходимы на этих уроках (межпредметные связи с математикой)
Физические величины и их измерение. Точность и погрешность измерений	Цена деления шкалы. Абсолютная погрешность измерения. Переводы одних единиц измерения в другие
Скорость равномерного движения как коэффициент пропорциональности между пройденным расстоянием и временем. Единицы измерения скорости. Средняя скорость как способ описания неравномерного движения	Задание функциональной зависимости в форме таблицы. Построение графика по «точкам». Определение величины единичного отрезка (масштаб графика). Коэффициент пропорциональности. Формулы. Преобразование формул

Таблица 4

Недели	Темы уроков (алгебра) 7-й класс	Темы уроков (физика) 7-й класс
2	Статистические характеристики (среднее арифметическое)	Лабораторная работа №1 «Определение цены деления измерительного прибора»
2	Статистические характеристики (абсолютная и относительная погрешности)	Лабораторная работа №2 «Измерение размеров малых тел»
2	Статистические характеристики (абсолютная и относительная погрешности) на материале Л/р №1 и №2	
4	Графическое представление статистических данных	
5	Прямая пропорциональность	
5	Прямая пропорциональность	
5	Линейная функция и её график	
6	Линейная функция и её график	
6	Линейная функция и её график	
6	Взаимное расположение графиков линейных функций	
6	Взаимное расположение графиков линейных функций	
7	Взаимное расположение графиков линейных функций	Механическое движение. Равномерное и неравномерное движение. С использованием математического материала – прямая пропорциональность, линейная функция и её график
7		Скорость равномерного движения. Средняя скорость. С использованием математического материала – прямая пропорциональность, линейная функция и её график
8		Расчёт пути и времени движения. С использованием математического материала – прямая пропорциональность, линейная функция и её график

На первом этапе учителями был проведён анализ содержания курса физики с позиции того, какие предметные результаты курса математики необходимы для изучения того или иного блока материала по физике. Совместный анализ выявил довольно много точек соприкосновения.

На втором этапе работы нами была проведена стыковка содержания и тематического планирования кусов математики по программам Макарычева Ю.Н., Миндюк Н.Г., Нешкова К.И. и физики по программе Пырышкина А.В. – нами был перенесён блок материала по статистике на начало учебного года с целью усиления межпредметных связей и достижения метапредметных образовательных результатов. Таким образом, в сентябре-октябре 2016 года были проведены следующие уроки (табл. 4).

Приведём **фрагмент урока по алгебре**: «Статистические характеристики (абсолютная и относительная погрешности)» на материале Л/р №1 и №2.

Для проведения данного урока были использованы результаты, полученные учащимися при проведении Лабораторных работ №1 «Определение цены деления мензурки» и №2 «Определение размеров малых тел» на второй неделе на уроках физики. В тетрадях для лабораторных работ мы имеем результаты измерения вместимости одного сосуда с помощью 3 мензурок с разной ценой деления и измерение среднего размера горошины в ряду. Количество частиц в ряду на л/р по физике не обговаривалось, поэтому количество горошин в ряду варьируется от 10 до 25 горошин. Такой вид работы позволил учителю математики не только обосновать актуальность изучаемого материала, но дал материал для отработки практического навыка применения понятий абсолютной и относительной погрешностей.

После введения понятия «абсолютная погрешность измерения» учащимся предлагается провести обработку полученных результатов измерений в рамках применения

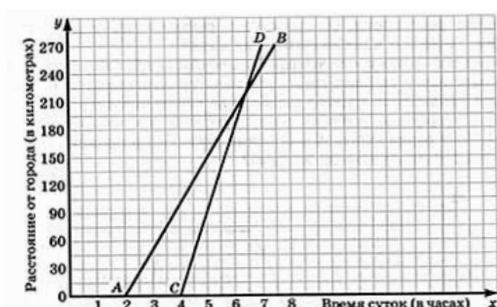


Рис. 10

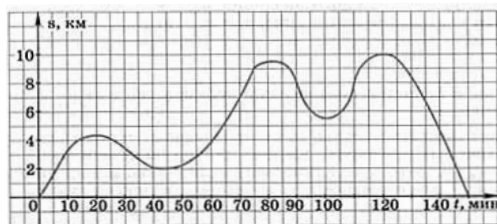


Рис. 12

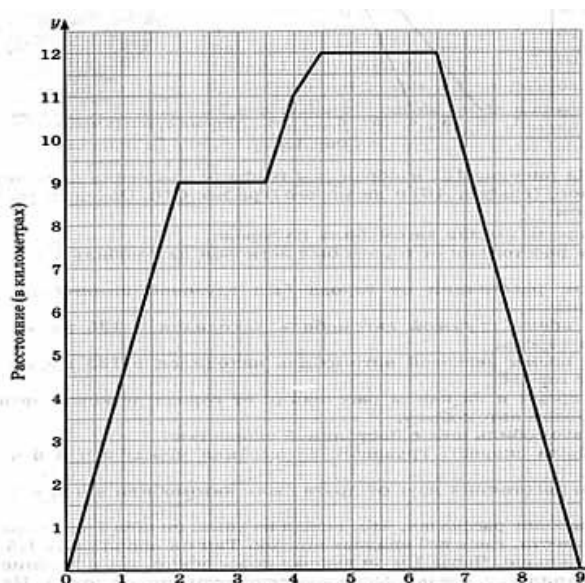


Рис. 11

нового понятия. Таким образом, понятие абсолютной погрешности формируется как результат практической работы при анализе результатов лабораторной работы по физике. Так же проводится обсуждение ситуации, когда возникает абсолютная погрешность измерений и от чего она зависит в рамках данного нами определения и в рамках практического применения данного понятия на уроке физики.

В рамках работы по сравнению практически полученных данных с теоретически известным размером гороха (для этого можно предложить воспользоваться справочной литературой) и соответственно применением понятия абсолютной погрешности, мы плавно формируем понятие границ абсолютной погрешности приближения.

Следующим этапом является введение понятия относительной погрешности измерений, и учащимся предлагается самостоятельно провести работу по использованию данного понятия в рамках практической работы. Для формирования интереса на данном этапе целесообразно будет применение опыта физики, а именно провести обработку полученных данных в рамках подсчёта относительной погрешности измерений при измерении размера одной горошины и при применении метода усреднения для рядов, состоящих из разного числа горошин.

Приведём фрагмент урока физики. Тема урока: Механическое движение. Равномерное и неравномерное движение.

Урок построен на принципе от простого к сложному, от знакомого, хорошо изученного к новому знанию. Поэтому при актуализации знаний учащихся о движении на уроке используются графики зависимости пути от времени из учебников математики 6-го класса (автор Н.Я. Виленкин) и алгебры 7-го класса (авторы Ю.Н. Макарычев, Н.Г. Миндюк, К.И. Нешков) (рис. 10, 11, 12).

Представленные рисунки позволят начать беседу, с опорой на определение равномерного и неравномерного движения, о том, какую информацию о движении тел несут в себе графики (см. рис. 10-12), можно ли назвать это движение равномерным или нет. Путём эвристического анализа предложенных графиков на основе применения признака равномерного движения ученик приходит к выводу, что график равномерного движения – это прямая, а если движение неравномерное, то это ломаная или кривая линия.

Следующим этапом урока становится коллективное исследование движения игрушечного автомобиля (с одной батареей) его движение практически равномерное, с двумя – неравномерное) с фиксацией его положения в определённые моменты времени. Исследование выполняется сразу

всеми учениками класса – заданы положения (кратные трём), прохождение которых фиксируется 1, 2 и 3 рядами парт в классе. Путём статистической обработки показаний секундомеров информация заносится в таблицу, по которой строится график. Анализ полученных линий позволяет отнести движение автомобильчика к равномерному или неравномерному движению.

Из приведённых примеров видно, что программный материал, изучаемый в курсе математики, на уроках физики «обрастает» примерами для описания реальных природных явлений или изучаемых в курсе физики закономерностей, «опредмечивается», а следовательно, создаётся база для превращения предметных знаний по физике и математике в функциональную грамотность.

2.3. Преодоление внутренних противоречий принципов научности и доступности

Этих противоречий накопилось достаточно. Они приводят к внутрипредметным логическим и прочим проблемам, которые не позволяют эффективно формировать ЕНГ и достигать планируемых результатов.

Приведём примеры.

Почему только в конце раздела о взаимодействии появляется динамометр, а закон сохранения энергии – в конце раздела «Тепловые явления»? Почему мы вводим только понятие индукции магнитного поля, которое объективно сложнее напряжённости электрического поля, которую не вводим, а затем пытаемся сформировать адекватное природе представление об электромагнитных волнах? Почему в основной школе электромагнитные волны должны изучаться по такой же методике, как в 11-м классе? Разве нельзя подойти к волнам как явлению природы, изучая их свойства в простых и понятных экспериментах, а не базироваться на колебательном контуре, который объективно сложнее электромагнитных волн?

Оказалось, что внутрипредметные противоречия есть не только у физиков. Вот пример из математики, связанный с прямой пропорциональностью. Что делает математика? Она вводит прямую пропорциональ-

ность, однако позже при формировании представлений о функции $y = kx$ не опирается на уже существующие знания. Причём, внутри одной школы могут быть классы, которые к 7-му классу получили представление о прямой пропорциональности, а другие изучают этот материал в 8-м классе. При этом учителя математики опираются на физический материал, который ещё не изучен на уроках физики, а учителя физики долго мучаются, чтобы перейти от прямой пропорциональности к функциональной зависимости $s = vt$.

3. Методика применения принципа цикличности при комплексном подходе к формированию ЕНГ и достижению планируемых результатов

3.1. Научный метод (рис. 13), по сути, для методики физики – это дидактический принцип цикличности [8], его дидактические функции полностью обоснованы В.Г. Разумовским [4, 9, 10]. Им же обоснована идея использования научного метода в качестве ориентировочной основы (умственных) действий (в интерпретации П.А. Гальперина).

В рамках нашего исследования мы выяснили, что стихийно метод научного познания формируется лишь у 5–8% учащихся. Приведём пример отчёта о выполнении экспериментального задания, который говорит о сформированности научного метода познания.

Ученикам было дано задание: исследовать зависимость силы тока, проходящего через лампочку накаливания, от напряжения на ней; выдвинуть свою гипотезу о возможной зависимости; выяснить – подтвердил или нет опыт выдвинутую гипотезу; попытаться объяснить результат.

На рисунке 14 приведён фрагмент отчёта ученика, из которого следует: ученик освоил метод естественнонаучного познания.

Действительно, во-первых, ученик исследует неизвестное ему явление, так как зависимость сопротивления металлов от температуры не изучается в школе; во-вторых, он

получает эмпирические данные и выдвигает предположение (гипотезу), опираясь на известную закономерность – закон Ома; в третьих, он понимает, что эмпирические факты противоречат известному ему закону и что в естествознании надо верить фактам; наконец, в-четвёртых, он выдвигает доступное для него объяснение.

Проблема, следовательно, состоит в разработке конкретной методики применения этого метода в учебном процессе в целом; иначе говоря: как сделать научный метод основой организации учебной деятельности школьников с учётом системно-деятельностного принципа ФГОС, задач достижения ПРО и формирования ЕНГ.

3.2. Методические ресурсы научного метода познания

Циклическая структура научного метода позволяет построить структуру изучения разделов и тем курса, конструировать отдельные уроки различных типов, на основе структуры научного метода можно разработать дидактические материалы для учащихся, можно организовать планирование учебного материала. Научный метод познания интегрирует планируемые результаты различного типа в единую систему с естественным включением компетенции ЕНГ, на его основе можно реализовать комплексный подход к формированию планируемых результатов всех типов, в том числе и планируемый результат, впервые включённый в примерную программу, о применении знаний и умений различных ЕН-предметов в смежных предметах. Раздел о научном методе познания включён в содержание всех естественнонаучных предметов.

Рассмотрим в качестве примера организацию процесса изучения второй темы в 7-м классе (по УМК А.В. Перышкина) «Первоначальные сведения о строении вещества» в экспериментальных школах Раменского района, участвующих в исследовании. Обращаем внимание на то, что циклическая структура научного метода используется в качестве универсальной план-схемы (ориентировочной основы деятельности, особого типа дидактических материалов), которую ученик сможет применять и при освоении компетенций ЕНГ.

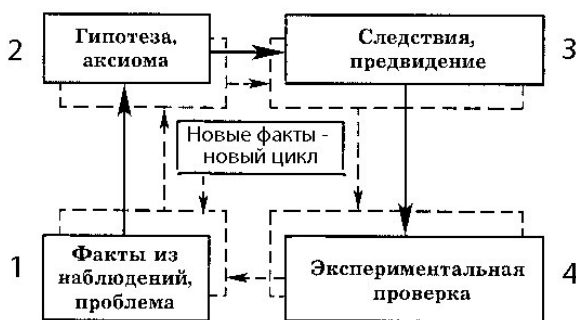


Рис. 13

отчет
 По исследованию я выяснил, что сила тока прямо пропорциональна напряжению, т.е. по закону Ома сила, зарядка, цепи $I = IR$.
 Но в результате моего опыта оказалось, что это не так. Оказалось, что зависимость получалась не прямо пропорциона. И сила получалась зависимость №3 по рисунку 1. Наверное в результате некачественно измерения может влиять на результат, т.е. зависит от температуры стержня и длины стержня.

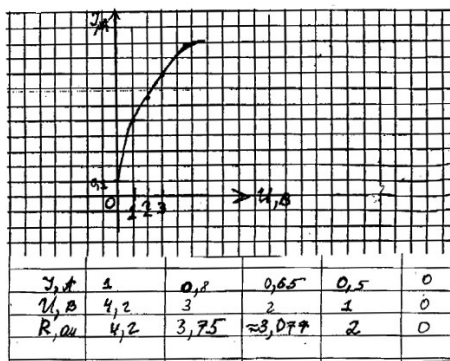


Рис. 14

Ключевая идея раздела состоит в том, что разнообразные свойства тел объясняются их внутренним строением. При развёртывании ключевой идеи раздела целесообразно пользоваться структурой научного метода, так как развитие молекулярной физики в историческом аспекте полностью соответствует этой структуре.

В основу организации учебного процесса при изучении темы положены три идеи:

- 1) организация уроков-исследований, где учащиеся в рамках организованного совместного исследования, используя только что полученный инструмент – цикл научного познания, получают опытное обоснование МКТ;



Рис. 15

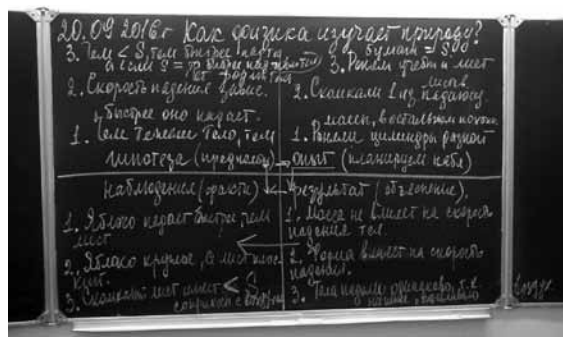


Рис. 16

2) моделирование – как основной способ создания предметно-чувственного и словесного представлений о явлениях, объясняемых молекулярно-кинети-ческой теорией;

3) совершенствование структуры, технологии традиционных уроков за счёт включения в них нетрадиционных элементов.

Опорным материалом на уроках-исследованиях становится цикл научного познания, представленный в виде плана-схемы. План-схема позволяет учителю строить урок, начиная с любого элемента цикла (рис. 15, рис. 16).

Например, первый урок можно начать с демонстрации опытов по растворению веществ (факты из наблюдений) и построить на этом эксперименте проблемную ситуацию, подвести учеников к модели дискретного строения вещества (гипотеза) и на её основе «повторить» увиденное на модели (следствие, предвидение); а завершить урок – объяснением реальных природных явлений (экспериментальная проверка). А можно начать с чтения текста поэмы Лукреция Кара «О природе вещей» (предвидение), найти в нём доказательства выдвинутой гипотезы о дискретности веществ, а затем, используя моделирование как способ осмысления прочитанного, спланировать эксперимент по её проверке. Кроме того, план-схема позволяет работать как с верными, так и с неверными предположениями. Верные предположения становятся фактической основой гипотезы [4] и позволяют делать выводы о причинно-следственных связях в наблюдаемых явлениях (цикл замыкается). Неверные предположения, отвергнутые экспериментальной проверкой, запускают новый цикл научного познания (цикл делает новый виток).

Рефлексия по итогам исследований проводится с помощью второго опорного материала, который заполняется по мере изучения темы и к концу изучения темы – урок обобщения материала – позволяет получить целостную картину причинно-следственных связей в описываемых МКТ явлениях.

Ключевой урок в этой теме – обобщающий. На этом уроке ученики самостоятельно с помощью модели дискретного строения вещества решают контекстные задачи, озвучивают объяснительные предположения о причинах изменения физических свойств обычных агрегатных состояний вещества (ученик научится) или таких экзотических объектов, как неньютоновская жидкость и композитные материалы (ученик получит возможность научиться).

Приведём пример традиционного урока решения задач по теме «Механическое движение. Плотность вещества», структура которого была усовершенствована в целях формирования ЕНГ в ходе достижения планируемых результатов обучения.

В ходе урока ученики должны были повторить тему перед написанием контрольной работы, поэтому при отборе материала учитель подобрал расчётные задачи на расчёт скорости равномерного движения, средней скорости и плотности вещества разной степени сложности, качественные задачи на инерцию, инертность и физический смысл плотности вещества – вполне традиционный подход к отбору содержания.

Как же удалось «осовременить» урок? За счёт использования контекстных задач (учащимся предлагалось решить, нарушил ли водитель правила дорожного движения);



Рис. 17



Рис. 18



Рис. 19

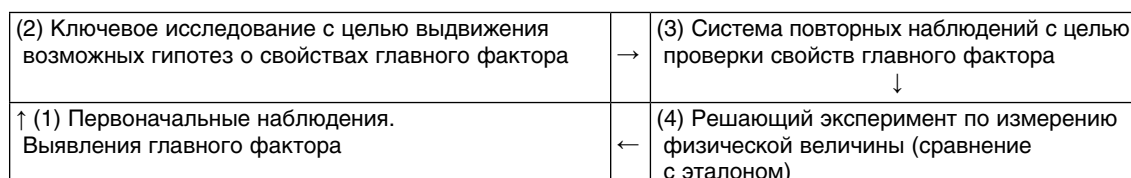


Рис. 20

использования математических моделей – расчёт средней скорости движения по графику зависимости пути от времени при движении «с остановками» (см. рис. 11); использования реального моделирования при решении качественной задачи на сравнение массы одинаковых ящичков, заполненных мелкой и крупной свинцовой дробью (спичечный коробок, бусины разного размера и мензурка с водой); решения качественной задачи на инерцию по реальному эксперименту (падение монетки в стакан), а также решения экспериментальной задачи (по вариантам ученикам предлагалось определить плотность неизвестной жидкости и ответить на вопрос: есть ли в кубике из пластилина посторонние включения? – **рис. 17–19**). Оборудование для экспериментальной задачи ученики отбирали сами из числа, предложенного на столе учителя.

Таким образом, на вполне традиционном по форме и содержанию уроке можно создать условия для формирования ЕНГ в рамках обычной деятельности по решению задач.

4. Физика явлений

Главная проблема изучения физики в основной школе – фактический отход от принципа: физика в основной школе – это физика явлений. Для 9-го класса этот вывод просто подтверждается анализом учебника. Результаты нашего исследова-

ния подтверждают этот вывод как при диагностике уровня освоения предметных знаний и умений, так и при проверке уровня ЕНГ по объяснению явлений, который не превосходит 15–20%.

Таким образом, актуален ключевой фактор организации учебного процесса: приоритетом должно быть исследование явлений на основе единой структуры различных видов знаний – изучаются физические явления, вводятся физические величины, при помощи которых можно описать явления, устанавливаются взаимосвязи между физическими величинами.

Здесь также можно использовать циклическую структуру научного метода (**рис. 20**).

В качестве примера количественного введения физических величин на основе исследования явлений рассмотрим определение соотношения между силой тяжести и массы на основе ключевого исследования зависимости силы тяжести от массы (7-й класс). Это становится возможным, если снять внутренние противоречия раздела «Взаимодействие тел»:

- 1) при общепринятом введении массы на основе взаимодействия провести фронтальное исследование, что позволяет сделать «ФГОС-лаборатория»;
- 2) экспериментально проиллюстрировать введение единицы силы до введения силы тяжести;



Рис. 21



Рис. 22 а

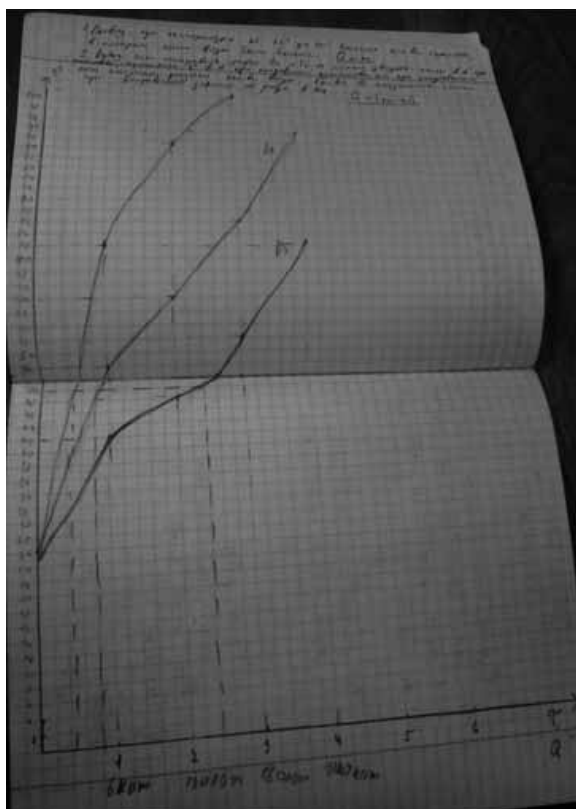


Рис. 22 б

3) провести фронтальное исследование по проверке предположения о характере зависимости силы тяжести от массы тела;
4) получить значение коэффициента пропорциональности между силой тяжести и массой тела и сравнить его с табличным значением ускорения свободного падения.

Другим примером является методика введения представлений о количестве теплоты и удельной теплоёмкости. Ключевым здесь является эксперимент, обеспечивающий получение исследуемым веществом одинакового количества теплоты за одинаковое время с помощью электрического нагревателя: в лабораторном эксперименте – это лабораторный нагреватель (рис. 21), в демонстрационном – это электрический чайник (рис. 22а).

К проведению экспериментов можно привлекать в качестве исследователей учащихся. Так поступают, например, учителя физики Королёва Л.Б. (школа №5) (рис. 22а, б) и Попова Г.М. (школа №23 г. Раменское) (рис. 23а, б), Лисковец Е.В. и Березин В.В. (школа №1298 г. Москвы) (рис. 24а, б).

Удобно для данного эксперимента и цифровое оборудование. Его используют учителя Удельнинской гимназии (Московская обл., Раменский р-н) Андреева Н.В. и Пчелкина М.А. (рис. 25).

5. Выдвижение и проверка гипотез

Важнейшей является методика формирования такой составляющей цикла, как выдвижение и проверка (определение статуса) гипотез. Такого типа экспериментальные исследования включены и в список лабораторных работ примерных программ как основной, так и старшей профильной школы [1, 6].

Как показывает анализ, оказывается полезной структура научного метода, предложенная Г. Галилеем. Именно решение проблемы невозможности прямой проверки выдвинутой гипотезы (например, зависимости скорости от времени или от пути) заставила его ввести в структуру метода два элемента: 1) математическое выведение из предлагаемой гипотезы следствия,

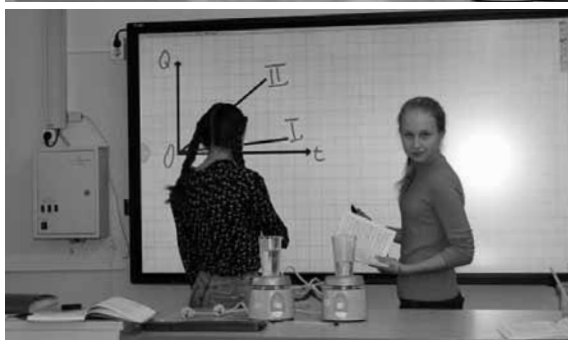
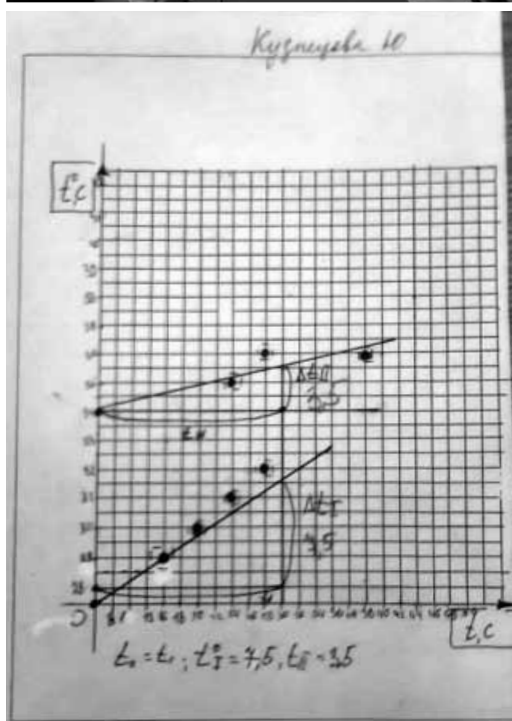


Рис. 24 а,б



Рис. 25

Рис. 23 а,б

которое может быть проверено; 2) справедливость следствия при непротиворечивом математическом выводе подтверждает гипотезу.

Научный метод познания, положенный в основу организации учебного процесса, приводит к необходимости использовать эксперимент **как постоянно действующий фактор учебного процесса и организации самостоятельной деятельности**, так как в базовых естественных науках эксперимент – основа естественнонаучного познания природы. Опора только на традиционные одночасовые лабораторные работы не позволяет использовать этот фактор. Поэтому важно использовать кратковременные работы.

Если в качестве временного критерия организации учебного процесса на деятельностной основе принять норму «50 = 50», т.е. 50% учебного времени должно быть отдано формированию опыта деятельности, то это возможно только при интеграции деятельности и содержания, проще говоря, при изучении предметного содержания в процессе деятельности. Другими словами, решение проблемы изучения физики на основе деятельности возможно лишь при условии организации деятельности при изучении нового материала.

Кроме того, важна организация экспериментальной деятельности вне стен школьной лаборатории, т.е. в реальном контексте. Расширяются рамки так называемого

Таблица 5

Сквозные линии				
Явления	Наблюдения явлений	Физические величины, характеризующие явления	Закономерности, законы	Объяснение наблюдений
Элементы научного метода и ЕНГ	Исходные факты	Моделирование, гипотезы	Эксперимент (опыт)	Практическое применение (контекст)
Эксперимент как постоянно действующий фактор	Урок-исследование	Кратковременный фронтальный эксперимент	Традиционная лабораторная работа	Проекты
Экспериментальные умения	Чтение и анализ графиков	Представление результатов эксперимента в виде графиков или таблиц	Измерения (прямые и косвенные); измерение как статистическое исследование; погрешности; сравнение величин	Планирование эксперимента
Задачи	Задачи по готовым моделям	Задача, требующая составления модели	Задания по текстам разного содержания (смысловое чтение)	Контекстные задания по ЕНГ
Модели	Модели физических объектов и процессов	Математические уравнения и графики как модели	Границы применимости законов и закономерностей как идеальных моделей реальных процессов	Использование моделей для объяснения явлений

домашнего эксперимента: он выходит из дома на улицу. Полностью эта система разработана для экспериментальных заданий ОГЭ.

6. Сквозные линии календарного планирования

В условиях комплексного подхода к организации учебного процесса с целью достижения ПРО и формирования ЕНГ претерпевают изменения и подходы к календарному планированию – основе организации учебного процесса.

При планировании изучения курса физики основной школы выделяются сквозные линии предметных, общепредметных планируемых результатов, элементы формирования ЕНГ и освоения научного метода познания.

Только при выделении этих линий в явном виде удаётся реализовать системный подход к организации учебного процесса и реализовать принцип непрерывности в формировании умений и оптимизировать процесс достижения планируемых результатов. Сквозные линии универсальны и подходят к любому содержанию – они позволяют планировать деятельность учеников по достижению ПРО.

Примерная структура сквозных линий представлена в таблице 5. Мы выделили шесть линий – явления; элементы научного подхода и ЕНГ; эксперимент, как постоянно действующий фактор; экспериментальные умения; задачи и модели. В каждой сквозной линии выделены этапы их реализации в деятельности учеников на уроке, например элементы в линии «**явления**» **определяют алгоритм изучения любого явления**: от наблюдения – к введению величин, описывающих явление, – к получению законов или закономерностей, описывающих это явление, – к объяснению реальных явлений, наблюдаемых нами в природе, **а в линии «эксперимент как постоянно действующий фактор» элементы определяют формы, в которых этот эксперимент может присутствовать в образовательном процессе** – внутри этой линии формы не выстроены по мере их усложнения, так как степень сложности в этой деятельности определяется уровнем самостоятельности ученика, и кратковременный самостоятельный фронтальный эксперимент может быть сложнее длительного проекта, осуществляемого под руководством учителя.

Планирование образовательного процесса на основе сквозных линий позволяет алгоритмизировать процесс организации деятельности учащихся по изучению физики в основной школе, в которой мы изучаем ре-

альные явления, применяя для этого элементы научного метода, вводя физические величины как характеристики явлений, учимся планировать и проводить эксперимент, приобретая и совершенствуя экспериментальные умения, учимся решать задачи по готовым моделям, получаем возможность научиться решать задачи по созданным нами моделям, оценить

реальность результатов решения таких задач на основе фронтального эксперимента или знания законов и закономерностей, полученных с его помощью. Кроме того, линии позволяют планировать ПРО как на уровне «ученик научится», так и на уровне «ученик получит возможность научиться», как внутри отдельной темы, так и по годам изучения.

Приложение

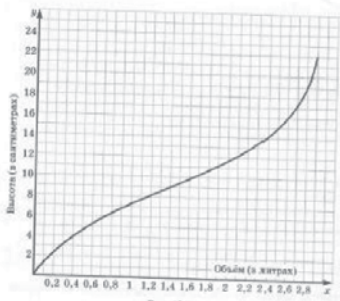
Вводная диагностическая работа. 7-й класс
Содержание первого варианта

Вводная контрольная работа. 7 класс.
ВАРИАНТ №1

1. В пустой графин наливают воду стаканом, содержащим 0,2 л, и каждый раз отмечают высоту воды в графине. На втором рисунке изображен получившийся график. Пользуясь графиком ответьте на вопросы:



- Какой будет уровень воды в графине, если в него налить 0,8 л воды;
- Сколько воды нужно налить в графин, чтобы уровень воды оказался на высоте 7 см;



• На какой высоте будет вода в графине, когда он наполнен на половину объема?

2. Определите цену деления мензурки, предложенной вам, и определите сколько воды в ней налито.

7. Рассмотрите внимательно схему опытов английского священника Хейлза и ответьте на вопросы.



Вопрос 1

Какой факт обнаруживается в этих опытах?

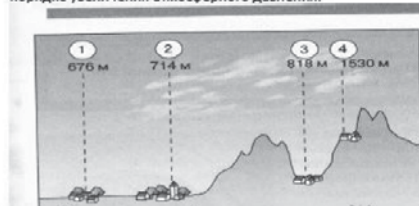
Вопрос 2

Какую гипотезу вы предложили бы для объяснения этого факта?

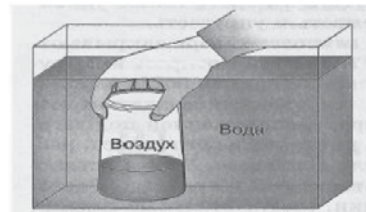
Вопрос 3

Какие дальнейшие эксперименты вы провели бы для подтверждения этой гипотезы? (если не удастся придумать сам эксперимент, то просто назовите цель этих экспериментов).

3. Сколько воды будет в мензурке, если изменение объема составит +4мл?
4. Пользуясь рисунком расположи номера населенных пунктов в порядке увеличения атмосферного давления.

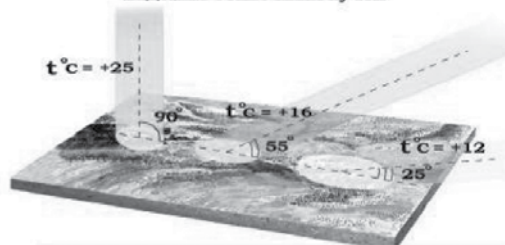


5. Я землей рождено, я водой всплоено, Вращено среде небесной равнины, Отдыхаю в горах, исчезаю в морях, Я меняюсь, но нет мне кончины. Эти строки английский поэт П. Шелли посвятил облакам. Как вы можете объяснить эти строки?
6. На рисунке изображен известный тебе опыт. Какое явление он иллюстрирует?



8. Пользуясь рисунком, объясни почему на полюсе холоднее чем в тропиках?

Зависимость нагревания поверхности от угла падения солнечных лучей



Спецификация вводной контрольной работы

Номера заданий	Содержание
1	Чтение графиков (математика, 6-й класс)
2	Определение цены деления шкалы реального измерительного прибора и определение значения искомой величины (по содержанию лабораторной работы №1, 7-й класс)
3	Определение значения величины при заданных условиях её изменения (математика, 6-й класс)
4	Задания из курса географии 6-го класса: атмосферное давление, изменение атмосферного давления с высотой
5	Объяснение явления, описанного в художественном тексте (диффузия и круговорот воды в природе)
6	Определение (узнавание) явления по рисунку опыта (природоведение, 5-й класс)
7	Задание на ЕНГ – знакомство с естественнонаучным методом познания
8	Задание на ЕНГ – интерпретация известного факта с помощью представленной научной информации

Задания для оценивания уровня ЕНГ и математической грамотности

Номера заданий	Содержание
1, 2, 3	Задания для оценивания уровня математической грамотности
4, 5, 6, 7, 8	Задания для оценивания уровня ЕНГ

Рекомендации для определения результатов

Диагностическая работа носит комплексный характер, проводится в целях оценки результативности экспериментальной работы, её результаты не переводятся в оцен-

ку по 5-балльной системе – оценки за диагностическую работу в журнал не выставляются. Уровень математической и ЕНГ-грамотности определяется как процент выполнения заданий к/р. □

1-я часть работы, требующая верного ответа без объяснения

№ задания	1		2		3	4	5	ИТОГО	
	правильно определен(а)								
Оцениваемые элементы	высота воды	объём воды	дан ответ на вопрос	цена деления	величина	искомая величина	дано правильное распределение	верно названо явление	
	Количество баллов	1	1	1	1	1	1	1	1

2-я часть работы, требующая развёрнутого ответа

№ задания	Проверяемые элементы грамотности	Возможные варианты ответа	Баллы
6	Умение вычленять научную информацию в тексте художественного содержания (смысловое чтение) и интерпретировать её в виде монологической письменной речи	Вариант 1 В тексте идёт речь о круговороте воды в природе: при нагревании воды на поверхности Земли она испаряется, при охлаждении в небе конденсируется в капельки воды, образуя облака, при увеличении размеров капель (или их замерзании) падает на Землю в виде осадков (дождя и снега), затем стекает в моря (озёра, океаны) в виде жидкой воды, и процесс повторяется снова и снова.	Мак – 2 балла. Если явление названо, но отсутствует развёрнутое объяснение – 1 балл.
7	Распознавание и постановка научных вопросов, понимание основных особенностей естественнонаучного исследования	Вариант 1 Вопрос 1. Чем больше листьев на ветке, тем большее количество жидкости «выпивает» растение. Вопрос 2. Растению нужно больше жидкости потому, что вода испаряется с поверхности листьев. Вопрос 3. Сравнить потребление жидкости растениями, листья которых имеют различную площадь поверхности.	Мак – 3 балла. Количество заработанных баллов равно количеству ответов на вопросы. Оцениваются как правильные любые предположения, если они обоснованы.

1	2	3	4
8	Умение использовать предоставленную научную информацию (на рисунке) для объяснения очевидного факта	Вариант 1 В тропиках солнце всегда находится высоко над горизонтом, поэтому солнечные лучи падают почти отвесно, а значит, поверхность Земли получает большое количество солнечной энергии, и она сильно нагревается; на полюсе же солнце находится ниже над горизонтом, чем в тропиках, солнечные лучи «скользят» по поверхности и почти не нагревают её. Температура поверхности Земли определяет температуру окружающего воздуха, поэтому на полюсе всегда холоднее, чем в тропиках.	Max – 2 балла. Если сделан правильный вывод, но отсутствует развёрнутое объяснение – 1 балл.

Литература

1. Примерная основная образовательная программа основного общего образования / Одобрена решением федерального учебно-методического объединения по общему образованию (протокол от 8 апреля 2015 г. № 1/15).
2. *Фадеева А.А., Никифоров Г.Г., Демидова М.Ю., Орлов В.А.* Физика. Планируемые результаты обучения. – М.: Просвещение, 2014.
3. *Пентин А.Ю.* Некоторые направления модернизации курса физики основной школы: формирование естественнонаучной грамотности учащихся / *Физика в школе*, 2015. № 6.
4. *Разумовский В.Г., Майер В.В., Варакина Е.И.* ФГОС и изучение физики в школе: о научной грамотности и развитии познавательной творческой активности школьников: монография. – М.; СПб.: Нестор-История, 2014.
5. *Разумовский В.Г., Пентин А.Ю., Никифоров Г.Г., Попова Г.М.* Естественнонаучная грамотность и экспериментальные умения выпускников основной школы: некоторые результаты диагностики / *Школьные технологии*, 2016. №1.
6. Примерная основная образовательная программа среднего общего образования / Одобрена решением федерального учебно-методического объединения по общему образованию.
7. *Габриелян О.С.* Химия. 8-й класс: учебник. – М.: Дрофа, 2014.
8. *Сауров Ю.А.* Принцип цикличности.
9. *Разумовский В.Г.* Проблемы теории и практики школьного физического образования. – М.: Изд-во РАО, 2016.
10. *Разумовский В.Г., Пентин А.Ю., Никифоров Г.Г., Губская И.А., Попова Г.М., Андреева Н.В., Королёва Л.Б., Пчелкина М.А., Рябова Е.С., Нарыжная Е.А.* Планирование учебного процесса и конструирование уроков с учётом формирования естественнонаучной грамотности / *Физика в школе*, 2016. №6.
11. *Разумовский В.Г., Пентин А.Ю., Никифоров Г.Г., Попова Г.М.* Естественнонаучная грамотность и экспериментальные умения выпускников основной школы: контрольные материалы / *Школьные технологии*, 2016. №1. С. 19–28.
12. *Разумовский В.Г., Пентин А.Ю., Никифоров Г.Г., Попова Г.М.* Естественнонаучная грамотность и экспериментальные умения выпускников основной школы: некоторые результаты диагностики / *Школьные технологии*, 2016. №1. С. 63–91.
13. *Разумовский В.Г., Пентин А.Ю., Никифоров Г.Г., Попова Г.М.* Организация и некоторые результаты первого в России муниципального исследования естественнонаучной грамотности и экспериментальных умений выпускников основной школы (на материале физики) / I Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы естественнонаучного образования в ракурсе ФГОС». *Физика в школе*, 2016. № 3 (специальный выпуск).
14. *Разумовский В.Г., Пентин А.Ю., Никифоров Г.Г., Попова Г.М. и др.* Планирование учебного процесса и конструирование уроков с учётом формирования естественнонаучной грамотности / *Физика в школе*, 2016. №6.
15. *Перышкин А.В.* Физика. 7-й кл.: учеб. для общеобразоват. учреждений / А.В. Перышкин. – М.: Дрофа, 2012.
16. Алгебра. 7-й класс: учеб. для общеобразоват. учреждений / [Ю.Н. Макарычев, Н.Г. Миндюк, К.И. Нешков., С.Б. Суворова]; под ред. С.А. Теляковского. – М.: Просвещение, 2013.