

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»  
Национальный исследовательский университет

Лебедева О.В., Гребенев И.В.

ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ  
ПРИ ИЗУЧЕНИИ ПРЕДМЕТОВ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОГО ЦИКЛА

Учебно-методическое пособие

Рекомендовано методической комиссией физического факультета,  
центром инновационных образовательных технологий (Центр  
«Тьюнинг») ИЭП для студентов ННГУ, обучающихся по  
направлению подготовки 011200 «Физика»,  
учителей естественнонаучных дисциплин школ

Нижний Новгород  
2014

УДК 372/8 – 373/1  
ББК 74.26  
Л-33

Материалы подготовлены в соответствии с планом работ по реализации дорожной карты ННГУ на 2013 – 2014 гг.

Задача 1.2. Внедрение современных педагогических технологий в учебный процесс

Мероприятие 1.2.1. Формирование учебно-методических материалов для проектно-ориентированного обучения (project based learning) по разным направлениям обучения

**Л-33 Лебедева О.В., Гребенев И.В.** Организация исследовательской деятельности учащихся при изучении предметов естественнонаучного цикла: Учебно-методическое пособие. Нижний Новгород, 2014. – 219 с.

Рецензенты: к.п.н. **Масленникова Ю.В.**

В пособии предложена модель проектирования и организации исследовательской деятельности в учебном процессе, включающая принципы, закономерности организации исследовательской деятельности при изучении предметов естественнонаучного цикла, алгоритмы отбора методов обучения для различных дидактических ситуаций, указания на способы выбора оптимальных сочетаний форм организации обучения, способы эффективного применения учебного оборудования и УМК.

Основные положения дидактической теории организации исследовательского обучения транслированы на контекст отдельных предметов естественнонаучного цикла, показаны примеры проектов уроков, связь урочных и внеурочных форм организации исследовательского обучения.

Пособие адресовано студентам и аспирантам педагогических специальностей, учителям естественнонаучного цикла школ, может использоваться в системе повышения квалификации учителей.

Консультант: к.п.н. **Марико В.В.**

Ответственные за выпуск:

председатель методической комиссии физического факультета ННГУ доц. **Сдобняков В.В.**, руководитель центра инновационных образовательных технологий (Центр «Тюнинг») ИЭП проф. **А.К. Любимов**

**УДК 372/8 – 373/1  
ББК 74.26**

© О.В. Лебедева, И.В. Гребенев  
© Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, 2014

## Предисловие

В современном школьном образовании все более явно проявляется интерес к **исследовательскому обучению**. Связано это с возрастающим потоком информации, которым человеку необходимо овладеть, осуществлять уверенную в нем ориентировку, уметь отбирать и использовать полученные знания, умения и навыки. Школьники должны самостоятельно находить противоречия в изучаемом явлении или предмете, формулировать проблему, способы её решения, проводить эксперимент, обрабатывать и интерпретировать его результаты, делать соответствующие выводы и обобщения, т.е. должны овладеть умениями самостоятельно добывать знания об окружающем мире — **исследовательскими умениями**.

Решение этих задач становится возможным только при систематическом и поэтапном включении учащихся в исследовательскую деятельность: «от современного образования требуется уже не простое фрагментарное включение методов исследовательского обучения в практику, а целенаправленная работа по развитию исследовательских способностей, специально организованное обучение детей умениям и навыкам исследовательского поиска» [84].

Разработчики новых стандартов школьного образования уделяют организации исследовательской деятельности учащихся большое внимание, и на ступени основного общего образования программа развития универсальных учебных действий (УУД) должна быть направлена «на формирование у обучающихся основ культуры исследовательской и проектной деятельности» [99], в старшей школе результатом учебного процесса должно стать «формирование у обучающихся системных представлений и опыта применения методов, технологий и форм организации проектной и учебно-исследовательской деятельности» [100].

Стандарт дает общие нормативные представления об организации учебного процесса, для реализации которого требуется, во-первых, серьезное

научно-методическое сопровождение, во-вторых, подготовка учителя к его реализации.

Организация исследовательской деятельности учащихся требует от педагога определенных знаний, умений (предметных, методологических, психолого-педагогических, методических). Необходимо **обоснованно конструировать включение исследовательской деятельности в учебный процесс**: обоснование отбора содержания обучения для включения исследовательских методов в урок, сочетания самих методов с формой организации учащихся на уроке – фронтальной, групповой, индивидуальной, выбор средств обучения, оценки результатов.

В периодических изданиях для учителей появляется достаточно много работ, посвященных исследовательской деятельности школьников. Однако приведены либо примеры ученических исследований и проектов, либо описания возможных лабораторных работ, экспериментов. Простое копирование даже самого хорошего образца без знания объективных факторов, действующих в педагогическом процессе, часто приводит к неудачам и может дать повод для несправедливой негативной оценки успешного опыта.

Данное пособие поможет учителям естественно-научного цикла понять роль и место исследовательской деятельности в учебном процессе. В главе 1 приводится аналитический обзор существующих подходов к исследовательскому обучению, как отечественных, так и зарубежных, а также анализ нормативных документов к организации исследовательской деятельности школьников. Один из параграфов посвящен требованиям к профессиональной компетентности учителя – руководителя учебно-исследовательской деятельности.

В главе 2 предложена теоретическая модель проектирования и организации исследовательской деятельности в учебном процессе, включающая принципы, закономерности организации исследовательской деятельности при изучении предметов естественнонаучного цикла,



алгоритмы отбора методов обучения для различных дидактических ситуаций на уроке, указания на способы выбора форм организации обучения и их сочетаний. Все положения иллюстрируются конкретными примерами на содержании школьных курсов физики и химии. Рассматривается связь урочных и внеурочных форм организации учебного процесса в формировании умений и навыков исследовательской деятельности.

Новые требования к результатам учебного процесса, предъявляемые ФГОС школьного образования, требуют пересмотра основных направлений и целей оценочной деятельности, разработки диагностического инструментария для оценки эффективности исследовательского обучения. В п. 2.4 выделены объекты диагностики, уровни формирования исследовательских умений, критерии их достижения, предложены формы, методы и средства для текущей и итоговой оценки умений и навыков исследовательской деятельности учащихся.

В главе 3 предлагается обсудить роль эксперимента и информационно-коммуникационных технологий в организации исследовательской деятельности. Читателям предложено много примеров на содержании школьных дисциплин, с подробным теоретическим обоснованием, позволяющим понять, насколько применим обсуждаемый вариант учебного процесса в собственной педагогической практике.

В приложениях приведены разработки педагогов-практиков, активно реализующих исследовательское обучение при обучении школьников физике, химии, биологии и географии.

Пособие может быть полезно студентам педагогических направлений подготовки, осваивающим дидактику естественно-научных дисциплин.

## **ГЛАВА 1. Введение в теорию исследовательского обучения**

### **1.1. Понятия «учебное исследование», «учебно-исследовательская деятельность», «исследовательские умения», «проектная деятельность»**

Философский энциклопедический словарь определяет исследование как «процесс выработки новых знаний, один из видов познавательной деятельности. Исследование характеризуется объективностью, воспроизводимостью, доказательностью и точностью» [102].

Целью учебного исследования (в отличие от научного) является не получение объективно новых знаний, а «приобретение учащимися функционального навыка исследования как универсального способа освоения действительности, развития способности к исследовательскому типу мышления, активизации личностной позиции учащегося в образовательном процессе на основе приобретения субъективно новых знаний (т.е. самостоятельно получаемых знаний, являющимися новыми и лично значимыми для конкретного учащегося)» [55, с.14]. Таким образом, результатом любого исследования является новое знание, но при организации учебного исследования результат учителю (руководителю) зачастую хорошо известен, ученики же, «переоткрывая» известные в науке знания, осваивают способ.

В сегодняшней педагогической среде много споров о том, какой смысл придается термину "учебное исследование"? Подчеркнем, что для нас это предметная деятельность, приводящая к новому уровню знаний и умений учащихся, реализуемая средствами методики предмета в интересах развития личности учащегося. Интересными представляются размышления по этому поводу М.М. Рубинштейна. Он считал, что со строго формальной стороны во всем том, к чему можно приложить термин "исследование", должны быть даны следующие элементы: "проблема, метод и система в разрешении ее и стремление к объективному итогу". Исследование не должно быть

обязательно теоретическим, как неправильно утверждать и то, что оно должно давать непременно нечто новое. Оно может быть проверочным (общей сводкой), оно остается исследованием только для того, кто его провел, но лишено смысла для всех остальных. Можно говорить о том, пишет М.М. Рубинштейн, что учащиеся субъективно переживают нечто похожее на работу исследователя, "научаются вопрошать окружающую жизнь и наблюдать ее"[83, с. 13].

Мысль о том, что исследование, проводимое школьником, и исследование, проводимое ученым, имеют много общего, оказалась весьма плодотворной. Большое внимание уделил этой проблеме С.Т. Шацкий. В чем именно эти два вида исследования (научное и учебное) сходны, а в чем различны? Сравнение учебного и научного исследования шло по пути вычленения этапов того и другого, определяемых логикой поиска. Учебное исследование, по С. Т. Шацкому, имеет те же этапы, что и научное:

- 1) постановка вопроса;
- 2) предполагаемое решение вопроса - догадка, гипотеза;
- 3) исследование догадки, гипотезы путем наблюдения, опыта, теоретического анализа;
- 4) разрешение вопроса и проверка;
- 5) фиксирование результатов исследования в форме записи, рисунка, коллекции и т. п.

С.Т. Шацкий описал различные типы школьного исследования.

Первый тип - констатирующие исследования. Их цель - путем наблюдений раскрыть существенные признаки предмета (например, размеры, форму, вес, цвет и т.д.) или явления и привести к наполнению образов у ребенка.

Второй тип - умозаключающее исследование - использует наблюдения и добавляет к ним опыты, выявляющие причинные связи между явлениями.

Третий тип - обобщающее исследование - на основе наблюдений и опытов приводит детей к раскрытию закономерностей явления.

Теоретические основы и опыт применения исследовательского метода в обучении, как они были описаны С.Т. Шацким, созвучны как современным идеям проблемного обучения в советской педагогике, так и результатам зарубежных психолого-педагогических исследований.

Как пишет М.В. Кларин, анализируя работы зарубежных педагогов, учебный процесс в идеале должен моделировать процесс научного исследования, поиска новых знаний (мы это уже видели у С.Т. Шацкого). При таком понимании обучения учащийся ставится в ситуацию, когда он сам овладевает понятиями и подходом к решению проблем в процессе познания, в большей или меньшей степени организованного (направляемого) учителем. Многие дидактические разработки уточняют это понимание. Линия уточнения — степень самостоятельности ученика по отношению к различным сторонам решения проблемы. В наиболее полном, развернутом виде исследовательское обучение предполагает, что учащийся: выделяет и ставит проблему, которую необходимо разрешить; предлагает возможные решения; проверяет эти возможные решения, исходя из данных; делает выводы в соответствии с результатами проверки; применяет выводы к новым данным; делает обобщения [113, 120].

Таким образом, в основе и научного, и учебного исследования лежат наблюдение, гипотеза, эксперимент (опыт), освещенные индуктивным логическим построением (заметим эту важную деталь, позднее её раскроем подробнее). Различие же между двумя видами исследования состоит в их объеме и степени новизны: научное исследование решает объективную проблему, учебное - проблему субъективную для ученика, т.е. объективно проблемой уже не являющуюся. Кроме того, в учебном исследовании некоторые этапы интеллектуальной рефлексии "пропускаются" или осуществляются в свернутом виде.

Н.Ф. Талызина определила учебное исследование как особый вид интеллектуально-эвристической деятельности учащихся, который

предполагает творческую самостоятельность в поисках субъективной новизны теоретических и экспериментальных знаний [96, с.50].

С точки зрения системно-деятельностного подхода, составляющего методологическую основу стандартов школьного образования, процесс учения – это процесс деятельности ученика, направленный на становление его сознания и его личности в целом [54]. Соответственно, для учителя учебное исследование является способом организации познавательной деятельности учащихся, направленной на усвоение содержания образования, а учебно-исследовательская деятельность является одним из видов учебной деятельности.

Существуют различные определения учебно-исследовательской деятельности, которые отражают его специфические признаки. Приведем некоторые из них.

А.И. Савенков определяет исследовательскую деятельность как «особый вид интеллектуально-творческой деятельности, порождаемой в результате функционирования поисковой активности и строящийся на базе исследовательского поведения» [84, с.47]. В психологии поисковую активность рассматривают как один из типов реагирования на внешние условия, предполагающий поиск неизвестных моделей. Поисковая активность включается в нестандартных, проблемных ситуациях, главный признак которых – объективная невозможность удовлетворения обычных потребностей привычными, автоматизированными способами.

А.В. Леонтович дает определение термина **«исследовательская деятельность учащихся»**: «деятельность учащихся, связанная с решением учащимися творческой, исследовательской задачи с заранее неизвестным решением (...) и предполагающего наличие основных этапов, характерных для исследования в научной сфере, нормированная, исходя из принятых в науке традиций: постановка проблемы, изучение теории, посвященной данной проблематике, подбор методик исследования и практическое овладение ими, сбор собственного материала, его анализ и обобщение,

научный комментарий, собственные выводы» [55, с. 13]. А.В. Леонтович является разработчиком концепции проектирования исследовательской деятельности учащихся, которая наиболее полно воплощена при реализации внеурочных форм учебного процесса, дидактическая модель организации исследовательской деятельности на уроке не была разработана.

Действительно, организовать полноценное исследование в рамках урока, ограниченного временными и другими рамками, довольно сложно. Однако ряд исследователей отмечает, что на уроке может быть организован не весь цикл, а отдельные элементы исследовательской деятельности.

А.С. Обухов дает следующее определение: «исследовательскую деятельность учащихся можно определить как творческий процесс взаимодействия учителя и учащихся по поиску решения (или понимания) *неизвестного*, в ходе которого осуществляется трансляция между ними культурных ценностей, результатом которого является развитие исследовательской позиции к миру, другим и самому себе, а также формирование (или расширение) мировоззрения» [65, с. 21]. В этом случае не всегда нужно совершать всю процедуру исследования, возможно «в процессе поиска ответа на неожиданно заинтересовавший вопрос, осваивать те или иные способы исследования» [65, с. 22].

По мнению В.И. Андреева, специфика учебной исследовательской деятельности, в отличие от деятельности ученого, заключается в том, что ученик чаще всего осуществляет не весь цикл исследования, а выполняет лишь отдельные элементы [3, с.4].

В.С. Лазарев говорит о квазиисследовательской деятельности, при которой учитель организует элементы исследовательской деятельности, направленные на формирование определенного действия [45].

Таким образом, в процессе исследовательской деятельности учащиеся осваивают приемы и способы, которыми она осуществляется. Во многих исследованиях владение этими способами и приемами называются исследовательскими умениями.

Умение - это освоенный человеком способ выполнения действий или деятельности, соответствующий цели и условиям, в которых приходится действовать. В современной психолого-педагогической литературе под исследовательскими умениями понимают способность к действиям, необходимым для выполнения исследовательской деятельности.

Совокупность этих умений представляет собой характерные этапы исследовательской деятельности: сбор исходной информации (наблюдение и т.д.); постановка проблемы и исследовательской задачи; выдвижение гипотез; планирование решения исследовательской задачи; экспериментирование; анализ данных экспериментов или наблюдений и построение обобщений. Каждое из этих умений является составным и может быть разложено на более простые умения. Например, умение формулировать гипотезу включает в себя следующие умения: формулировать предположение на основе нескольких положений, расчленять гипотезу, предположение на структурные составляющие, выбирать из нескольких предположений, выводов, гипотез наиболее верные, корректные, в наибольшей степени отражающие заданные посылки [37].

В некоторых работах исследовательских умения разделены на две группы: интеллектуальные и практические [22, 35]. В группу интеллектуальных исследовательских экспериментальных умений объединены те умения учащегося, которые необходимы для получения знаний об исследовательской деятельности. В группу практических исследовательских экспериментальных умений выделены те умения, которые необходимы учащемуся для проведения собственно исследовательской экспериментальной деятельности.

А.И. Савенков, выделяя способы и приемы исследовательской деятельности (умение видеть проблемы, вырабатывать гипотезы, умение наблюдать, проводить эксперименты, и др.), включает их в структуру исследовательских способностей. Исследовательские способности обнаруживаются в степени проявления поисковой активности, а также

глубине, прочности овладения способами и приемами исследовательской деятельности [84, с.48]. «Исследовательские способности следует рассматривать как результат взаимодействия трех относительно автономных составляющих: поисковая активность, дивергентное и конвергентное мышление» [84, с.52-53]. Дивергентное мышление – особый вид мышления, который предполагает, что на один и тот же вопрос существует много одинаково правильных и равноправных ответов, конвергентное мышление основано на стратегии точного использования предварительно усвоенных алгоритмов решения определенной задачи, т.е. когда дана инструкция по последовательности и содержанию отдельных операций по решению задачи.

В.С. Лазарев к числу основных действий, выполняемых при решении исследовательских задач, относит следующие [45]:

- постановка исследовательских задач;
- планирование решения задач;
- выдвижение гипотез;
- построение измеряемых величин и измерительных шкал;
- сбор исходной информации (наблюдение и т.д.);
- экспериментирование;
- анализ данных экспериментов или наблюдений и построение обобщений;
- построение моделей действительности и работа с моделями.

В педагогических исследованиях выделяют несколько уровней исследовательских умений школьников, причем в большинстве случаев основанием является степень самостоятельности учащихся при выполнении элементов исследовательской деятельности, в некоторых случаях уровни определяются также сложностью поставленной задачи и ее новизной [22, 35, 108]:

1 уровень (начальный/репродуктивный) предполагает алгоритмизацию деятельности учащегося. Исследовательские умения



учащихся проявляются в типичных ситуациях, под непосредственным руководством учителя при их применении.

2 уровень (основной/фрагментарный) предполагает частичную самостоятельность учащихся. Действие выполняет при частичной поддержке учителя (наводящие вопросы, совместное планирование и т.п.)

3 уровень (высокий/рациональный): самостоятельное выполнение действия, умение планировать и оценивать свою деятельность.

Зарубежные дидакты придерживаются представления о трех уровнях исследовательского обучения, сходных с описанными выше [117]. На первом уровне преподаватель ставит проблему и намечает метод ее решения. Само решение, его поиск предстоит самостоятельно осуществить учащемуся. На втором уровне преподаватель только ставит проблему, но метод ее решения ученик ищет самостоятельно (здесь возможен групповой, коллективный поиск). На высшем, третьем уровне постановка проблемы, равно как отыскание метода и разработка самого решения, осуществляются учащимися самостоятельно. В виде таблицы это можно представить следующим образом (см. табл. 1).

Таблица 1. Уровни исследовательского обучения

Уровень	Проблема	Метод решения	Решение
1	+	+	!
2	+	!	!
3	!	!	!

"+" обозначает предъявление этого элемента исследовательского обучения преподавателем в готовом виде, ! - действие выполняется учащимися самостоятельно.

В последнее время большое внимание педагогов привлекают проектные методы. Во многих педагогических и методических работах существуют разночтения в понимании сходства и различий проектного и исследовательского обучения, во многих случаях понятия учебного проекта и

учебного исследования отождествляются. Нам кажется важным разграничение этих понятий.

Снова обратимся к концепции исследовательской деятельности, разработанной А.В. Леонтовичем. *Проектная деятельность учащихся* – совместная учебно-познавательная, творческая или игровая деятельность учащихся, имеющая общую цель, согласованные методы, способы деятельности, направленная на достижение общего результата деятельности. Непременным условием проектной деятельности является наличие заранее выработанных представлений о конечном продукте деятельности, этапов проектирования (выработка концепции, определение целей и задач проекта, доступных и оптимальных ресурсов деятельности, создание плана, программ и организация деятельности по реализации проекта) и реализации проекта, включая его осмысление и рефлексию результатов деятельности [55, с.13].

Таким образом, ключевое отличие проектной и исследовательской деятельности заключается в том, что в исследовании результат неизвестен, а в проекте результат определяется заранее. Целью исследования являются новые знания о явлении (объекте), а целью проекта – реализация проектного замысла (продукт).

А.И. Савенков также подчеркивает, что «проектирование и исследование – изначально разные по направленности, смыслу и содержанию деятельности» [84, с.230]. С точки зрения психологии объединяет исследовательскую и проектную деятельность прогнозирование. Однако и построение прогнозов в исследовательской и проектной деятельности отличается.

В прогнозировании выделяют три составляющих:

- детерминированную (полностью предсказуемую), опирающуюся на знания и логику;
- вероятностную, требующую дивергентного мышления, умения выдвигать гипотезы;
- случайную, опирающуюся на интуицию.

Проектирование развивается в основном в рамках первой и в меньшей степени второй составляющей, а исследование – в рамках второй и третьей составляющих [84, с. 229-230].

Существует различие и в этапах осуществления исследовательской и проектной деятельности.

#### **Основные этапы проектной деятельности:**

1. Концептуализация (выбор области проектирования, выделение проблемы).
2. Целеполагание (создание идеального образа результата, постановка целей, задач).
3. Ресурсообеспечение (определение необходимых средств, возможностей).
4. Планирование (поэтапный план реализации).
5. Реализация.
6. Рефлексия

#### **Основные этапы исследовательской деятельности:**

1. Сбор фактов. Выявление противоречий, формулировка проблемы. Постановка исследовательской задачи.
2. Построение модели исследуемого явления. Выдвижение гипотез.
3. Планирование решения задачи.
4. Реализация разработанного плана.
5. Анализ и оценка результатов, построение обобщений, формулировка выводов.

Причем в результате исследовательской деятельности последний этап может служить началом следующего исследования, о чем говорит принцип цикличности, сформулированный В.Г. Разумовским [78], и развиваемый в методике преподавания физики Ю.А. Сауровым [86].

Подчеркивая различия между исследованием и проектом, подчеркнем их соотношение в учебной деятельности. При выполнении учебного исследования проект может служить средством. В частности, существует

термин «исследовательский проект учащегося». Приведем определение А.В. Леонтовича: «Исследовательский проект учащегося – проект по выполнению им исследовательской работы, который разрабатывается совместно с руководителем и в соответствии с этапами исследования» [55, с.15]. Т.е. проектная организация процесса исследования является средством установления истины, способом наиболее эффективного продвижения познания.

Еще раз подчеркнем, что в исследовании, в том числе учебном, самоценна истина. Зачастую при защите ученических исследовательских работ члены жюри оценивают практическую значимость. Это весьма спорный критерий оценки эффективности исследования. И отечественные, и зарубежные психологи подчеркивают, что выполнение исследования, в отличие от проекта, не обязательно предполагает решение практической задачи.

## **1.2. Исследовательское обучение: история и современность**

Исследовательское обучение существует с тех пор, когда в человеческом обществе появилась потребность в передаче социального опыта. Часть знаний об окружающем мире ребенок получает от взрослых в готовом виде, часть добывает самостоятельно, познавая окружающий мир.

В различные периоды развития человеческого общества интерес к исследовательскому обучению то усиливался, то угасал. Для этого существует ряд причин, одна из которых – стабильность окружающего мира. В условиях, когда окружающий мир, культурная среда изменяются сравнительно медленно, детям предстоит жить и трудиться примерно в тех же условиях, что и их родителям. В этом случае образование может быть ориентировано на репродуктивные методы, передачу знаний в готовом виде. Еще один фактор, сильно влияющий на баланс репродуктивных и

исследовательских методов – общественный строй. В период усиления тоталитаризма исследовательские методы уходили из образовательной практики, приветствовалось беспрекословное подчинение и дисциплина, склонность к сомнениям и вольнодумству пресекались. И, наоборот, при развитии демократии к исследовательским, эвристическим методам проявлялся повышенный интерес.

Истоки исследовательского обучения уходят в V до н.э., к «сократическим беседам», являющимся прообразом современного частично-поискового или эвристического метода. Сократ считал, что образование должно помогать человеку самостоятельно формировать свои знания. Последователями Сократа в развитии эвристического метода в образовании можно считать Платона, основавшего Академию, и Аристотеля, создавшего Ликей.

В эпоху Средневековья в образовании господствовали исключительно репродуктивные методы. Возвращение к идеям исследовательского обучения начинается в эпоху Возрождения («школа радости» Витторино де Фельтре, идеи Ф. Рабле), и развивается в эпоху Просвещения (Ян Амос Коменский, Джон Локк, Ж.Ж. Руссо).

Исследовательские методы в образовании продолжают развиваться в XIX веке в трудах И. Песталоцци, И. Гербарта, Ф. Дистервега, К.Д. Ушинского.

Особое развитие практики исследовательского обучения произошло в XX веке. Именно в это время развивает идеи исследовательского обучения и воплощает их на практике американский философ и педагог Джон Дьюи. Цель воспитания, по Дьюи, – воспитание личности, умеющей «приспособиться к различным ситуациям» в условиях свободного предпринимательства. Школьное обучение должно быть организовано так, чтобы ребенок в ходе собственной практики развивал познавательные интересы и проходил весь путь исследователя вплоть до получения результата. Однако Дьюи увлекался идеями прагматизма с его трактовкой

истинности как практической значимости: «истинно то, что полезно» и подвергся справедливой критике за невнимание к развитию навыков умственной деятельности.

В этот период повышенный интерес к исследовательскому обучению приводит к идеям изменения организационной системы образования. Элен Паркхерст разрабатывает форму организации обучения, альтернативную классно-урочной системе, получившую название дальтон-плана от названия г. Дальтон в штате Массачусетс, где идея была реализована в 1919 году в школе для мальчиков. Основные принципы, заложенные в основу системы обучения – свобода, самостоятельность и сотрудничество. Учащиеся не связывались общей классной работой, им предоставлялась свобода в выборе занятий, очередности изучения отдельных предметов. Годовой объём учебного материала разбивался на месячные "подряды", которые делились на ежедневные задания. Учащиеся работали в предметных лабораториях; контроль проводился при помощи сложной системы учётных карточек. Старшие ученики частично выполняли функции учителя, помогая младшим.

Идеи дальтон-плана широко распространились в Европе и реализуются до сих пор. В России в настоящее время по технологии дальтон-плана работают в школе № 1080 г. Москвы.

В России после революции активно изучают зарубежные системы обучения и пытаются их адаптировать к сложившимся на это момент условиям. В 20-е годы наркомом просвещения А. В. Луначарский приглашает Дж. Дьюи в качестве зарубежного советника по вопросам построения новой советской школы. Разрабатываются идеи внедрения дальтон-плана, предлагается форма организации, называемая «Студийной системой», но наибольшее распространение в трудовой школе получил метод проектов. Суть метода проектов заключалась в том, что дети вместе с учителем выполняли собственный проект, решая какую-либо практическую задачу. Программы Государственного ученого совета прямо ориентировали педагогов отказаться от классно-урочной системы, перестроить образование

по методу студийной системы или дальтон-плана. В 1931 г. постановлением ЦК ВКП(б) метод проектов был осужден как чуждый советской школе и не использовался вплоть до конца 80-х годов.

Одной из первых работ в советской педагогике были итоги специального исследования Б.Е. Райкова [80]. Что такое исследовательский метод? - "Это такой метод преподавания, во главу угла которого кладется некоторый определенный логический процесс, опирающийся на самостоятельное наблюдение реальных фактов и протекающий по четырем ступеням логического мышления:

- 1) наблюдение и постановка вопросов;
- 2) построение предположительных решений;
- 3) исследование предположительных решений и выбор одного из них в качестве наиболее вероятного;
- 4) проверка гипотезы и окончательное ее утверждение".

Таким образом, исследовательский метод есть метод умозаключения от конкретных фактов, самостоятельно наблюдаемых и изучаемых школьниками. "Отсюда совершенно ясно, - пишет Б.Е. Райков, - что если учитель желает работать с детьми исследовательским методом, то, прежде всего, он должен научить их самостоятельно наблюдать и изучать факты - не чужие слова и мысли (в книжках, по рассказам), не чужую графику (картинки, таблицы), а именно подлинные факты окружающей действительности... Наблюдение не есть простая механическая регистрация фактов. Наблюдение всегда содержит элементы мысли и фиксирует факты с известным умыслом, по известному плану"[80, с.36] .

Следует сразу отметить характерные черты рассматриваемого подхода (мы будем говорить об исследовательском подходе к изучению естественных предметов, поскольку он реализуется группой взаимосвязанных методов, приемов, средств и форм обучения). Это:

- самостоятельно наблюдаемые факты в ходе экспериментирования;
- рождающаяся в голове учащегося мысль на основе фактов;

- вытекающие из них теоретические обобщения.

Поэтому, говоря об исследовательском методе, подразумевают "обдумывающее наблюдение", в отличие от простого собирания голых фактов. Никогда не надо забывать, что факты - суть истины для выводов, а без этого факты мертвы. Этого мало; учитель должен научить детей овладевать этими фактами, уметь закреплять их, фиксировать словами и графикой, то есть самостоятельным описанием, рисунком, моделью и т.д. Но и это еще не все: это только половина дела. Ведь учитель не простой коллекционер фактов - он собирает факты с определенной целью, чтобы дети делали из них доступные им выводы. Конечно, в исследовательском варианте обучения эти выводы должны быть самостоятельными - не подсказанными и не навязанными. В результате такой работы ребенок должен получить некоторый запас элементарных обобщений. Это и есть то знание, которого мы от него добиваемся, притом точное знание, потому что опирается на достоверный конкретный фактический материал, и прочное знание, потому что оно проработано путем самостоятельности ребенка [107, 109].

В первой трети XX века исследовательский метод применялся прежде всего в обучении естествознанию (биологии, физике, химии и т. д.), так как наблюдение, опыт, эксперимент - органические приемы его изучения. Однако перед педагогами встал вопрос о том, применим ли исследовательский метод к другим учебным дисциплинам. Одни - Б.Е. Райков и др. - отвергают саму возможность применять исследовательский метод обучения к другим наукам, кроме естествознания. Другие - В. А. Шиголев, К.Н. Ягодковский - считают, что исследовательский метод должен быть единым для всех предметов, изучаемых в школе. К примеру, исследовательская работа на уроке по грамматике может иметь следующую схему: 1) подготовительная беседа и наблюдение над той или иной группой грамматических фактов, относящихся к данной теме; 2) вывод из наблюдений (гипотеза); 3) подбор учениками соответствующих примеров, доказательств (аналогия опыта, эксперимента); 4) соответствующая письменная работа.



При самостоятельном изучении какого-нибудь литературного произведения школьник должен выдвинуть предположение, при помощи которого представить мысленно действующих лиц, их характерные черты, фигуры, лица, представить голос, быт и т.д. При этом необходимо заметить, что школьник реально их не видит, поэтому так важно развивать у детей воображение, без которого не может быть исследования.

Дидактические поиски, реализующие метафору<sup>1</sup> обучения как исследования были наиболее отчетливо сформулированы Дж. Брунером, исследователем познавательной деятельности, работавшим в США и Англии. Подводя итоги "авангардных" дидактических разработок 1950—60-х годов, он так выразил их общую исследовательскую направленность: "...умственная деятельность везде является той же самой, на переднем ли фронте науки или в третьем классе школы. (...) Различие здесь в степени, а не в роде. Школьник, изучающий физику, *является* физиком, и для него легче изучать науку, действуя подобно ученому-физику, чем делать что-либо еще», т.е. усваивать сведения, предлагаемые в готовом виде [8].

К настоящему времени фонд мировой теории и практики обучения включает еще ряд "моделей учебного исследования", отработанных в практике преподавания естественнонаучных дисциплин [32].

### **Исследовательская модель по Бейеру**

1. Определение проблемы.
  - 1.1. Осознание наличия проблемы.
  - 1.2. Осознание ее значения.
  - 1.3. Преобразование проблемы в такой вид, при котором она поддается решению.
2. Выработка возможных ответов.
  - 2.1. Изучение и классификация доступных данных.

---

<sup>1</sup> Термин «метафора» принадлежит М.В. Кларину: «Метафора опосредует переход к новому знанию, помогая устанавливать в нем сходное, аналогичное, близкое уже известному»

2.2. Поиск взаимосвязей и построение логических умозаключений.

2.3. Выдвижение гипотез.

3. Проверка предположительного ответа.

3.1. Сбор данных.

3.2. Организация данных.

3.3. Анализ данных.

4. Выработка заключительного вывода.

5. Применение вывода.

### **Исследовательская модель по Джойсу и др.**

Фаза 1.

1. Столкновение с проблемой и отклик.

2. Организация исследования.

3. Операции.

4. Рефлексия и оценка.

5. Заключение.

Фаза 2. Повторный цикл.

Повторение шагов 1—5.

### **Исследовательская модель по Нельсону**

1. Определение и формулирование существа проблемы.

2. Выдвижение гипотезы.

3. Сбор и оценка данных.

4. Проверка гипотезы.

5. Предположительный вывод и принятие решения.

Каждый из наших читателей может взять для себя любую из рассмотренных моделей, построить на её основе обобщенный алгоритм организации исследовательского обучения. Между ними нет принципиальных различий, все они предусматривают примерно одинаковые последовательности учебных действий. Следует отметить, во-первых,

повторение основных идей со времен Райкова, во-вторых, эти же этапы присутствуют в моделях современных российских исследователей.

При обобщении этих частных моделей может быть выделен ряд заложенных в них общих исследовательских процедур:

- выявление (видение) проблемы;
- постановка (формулирование) проблемы;
- прояснение неясных вопросов;
- формулирование гипотезы;
- планирование и разработка учебных действий;
- сбор данных (накопление фактов, наблюдений, доказательств);
- анализ и синтез собранных данных;
- сопоставление (соотнесение) данных и умозаключений;
- подготовка и написание (оформление) сообщения;
- выступление с подготовленным сообщением;
- переосмысление результатов в ходе ответов на вопросы;
- проверка гипотез; построение обобщений; построение выводов,

заклучений.

Важным предварительным этапом формирования исследовательских умений учащихся необходимо является рассмотрение и изучение исторического опыта проведения научных исследований. Изучение этого материала в контексте исследовательского обучения имеет специфические особенности, диктуемые необходимостью восприятия обучаемыми логики и методологии научных исследований. «В этом подходе преподаватели предоставляют обучающимся не только результаты, но и отчеты о научных исследованиях. Они обсуждают детали исследования: проблемы, данные, роль технологий, интерпретации данных и выводов, сделанных учеными. Там, где это возможно, учащиеся читают об альтернативных объяснениях, разных, и возможно конфликтующих экспериментах, дебаты о допущениях, лежащих в основе исследования и использованные доказательства и другие вопросы научного исследования. Применяя этот подход, учащиеся

формируют понимание понятия научного знания и того, как научные знания производятся»[113, с.16].

Существенные признаки исследовательского подхода, обобщая результаты приведенных выше работ, таковы:

- введение общих и частных методов научного познания в процесс учебного познания на всех его этапах;
- организация учебно-образовательной, поисково-творческой деятельности;
- актуализация внутрипредметных, межпредметных и межцикловых связей;
- усложнение содержательной и совершенствование процессуальной сторон познавательной деятельности;
- изменение характера взаимоотношений "учитель - ученик".

Указанные признаки важны нам для того, чтобы научиться определять – есть ли ученическое исследование на уроке при всем разнообразии возможных форм его реализации – наблюдение, экспериментирование, диалог, решение задач и т.д. Этот вопрос активно обсуждался еще в 20 г., но и в настоящее время выделить по формальным признакам исследовательские элементы в наблюдаемой деятельности учащихся не всегда возможно.

В 60-70-е годы XX века педагоги и психологи за рубежом (Дж. Брунер, В. Оконь) и в СССР (М.Н. Скаткин, И.Я. Лернер, М.И. Махмутов, А.М. Матюшкин и др.) разрабатывают направление в методике обучения, получившее название проблемного. Преподаватель должен смоделировать содержание образования таким образом, чтобы учащиеся смогли выявить проблему, совместно найти способы решения, затем решить задачу. Ведущая роль учителя при этом сохраняется, т.к. учитель должен выбирать содержание из программы изучаемого предмета и сделать так, чтобы учебная проблема заинтересовала учащихся.

К концу 70-х годов Д. Колб, основываясь на психологических и психолого-педагогических представлениях Д. Дьюи, К. Левина, и Ж. Пиаже,

предложил обобщенную модель обучения, основанного на собственном опыте учащегося [115]. Исходный момент в обучении и, соответственно, в развертывании учебного процесса — конкретный опыт учащегося. Он образует основу для наблюдений и рефлексии, которые составляют вторую фазу обучения. Наблюдения составляют основу для формирования абстрактных представлений и понятий (третья фаза), которые выступают как гипотезы и подвергаются проверке в различных ситуациях, включая реальные (четвертая фаза — активное экспериментирование). Каждая фаза цикла обучения предполагает некоторые качества, способности и умения со стороны учащегося:

фаза конкретного опыта — способность высокой восприимчивости к новому опыту;

фаза рефлексивного наблюдения — способность к рефлексии над опытом, его интерпретации с различных точек зрения, подходов;

фаза абстрактной концептуализации — способность к целостному пониманию — схватыванию, выработке понятий и представлений, выстраивающих данные наблюдений в последовательную, логичную теорию;

фаза активного экспериментирования — способность использовать свои теоретические представления для принятия решений, решения проблем, что, в свою очередь, ведет к приобретению нового опыта (рис. 1).

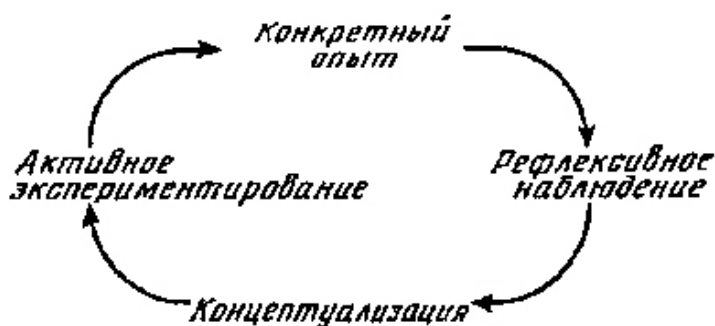


Рис. 1. Цикл обучения, основанного на непосредственно переживаемом опыте

Мы можем видеть здесь полную аналогию с принципом цикличности В.Г. Разумовского, который тоже утверждал, что законченный путь познания, идущий по спирали «факт — обобщение — гипотеза — новые

проверяемые факты», способствует формированию творческих качеств личности [79]. Этот цикл просто естественен для изучения естественных предметов ибо такова объективная логика самого процесса научного познания, диктующая изоморфный путь учебного процесса, основанного на исследовательской деятельности. Роль активного экспериментирования в этом процессе детально описана Ю.А. Сауровым [87].

Теория и практика исследовательского обучения в нашей стране активно развивается, начиная с 90-х годов прошлого века. Психологические и методологические основания исследовательской деятельности разработаны в трудах А.В. Леонтовича, А.С. Обухова, А.Н. Поддъякова, А.И. Савенкова, и др. [55, 56, 65, 84, 73, 74]. Предложена концепция исследовательской деятельности учащихся, рассмотрены основные понятия исследовательской деятельности, ее цели и задачи, этапы построения, требования к результатам. Речь идет в основном о выстраивании исследовательской деятельности учащихся вне урока.

Большое внимание в педагогических исследованиях уделяется вопросам организации исследовательского обучения. В ряде работ обоснованы педагогические условия развития исследовательской деятельности в школе (Авгусманова Т.В., Захарова Д.И., Новожилова М.М., Проказова О.Н., Степаненко П.Ю.) [1, 27, 64, 75, 93]. Особое внимание уделяется развитию исследовательской деятельности старшеклассников в условиях профильной школы, системы «школа-вуз», научных обществах учащихся (Ефимова Е.В., Кикоть Е.Н., Кожухова М.Ю., Ушаков А.А., Юлпатов Е.А.) [108, 26, 34, 36, 98].

В части методики обучения физике рассмотрены отдельные аспекты организации исследовательской деятельности в учебном процессе: экспериментальные задачи как средство развития исследовательских умений (Бойкова А.Е.) [6]; формирование исследовательских экспериментальных умений при выполнении домашнего эксперимента (Дементьева Е.С.) [22]; обучение эмпирическим методам познания физических явлений

(Крутова И.А., Лагутина А.А.) [42, 44]; развитие исследовательских умений на основе использования компьютерных технологий (Кошечева Е.С., Старовиков М.И.) [39, 92], формирование научного мышления на основе исследовательского метода обучения (Данилов Д.О., Котляров В.А.) [21, 38]. Предложены методики формирования исследовательских умений учащихся основной школы в проектной деятельности на содержании физики (Васильева И.В., Плащевая Е.В.) [10, 68]. Т.В. Альниковой для формирования проектно-исследовательской компетенции учащихся предложена система элективных курсов по физике [2].

В исследованиях не рассмотрены условия формирования исследовательских умений учащихся в предметном контексте на уроке.

Исследовательское обучение активно развивается в современной зарубежной педагогической науке и применяется на практике. В частности, в настоящее время широко применяется в обучении как естественным, так и гуманитарным наукам Inquiry-based learning (IBL) или обучение, основанное на исследовании. Это форма активного обучения, где результат оценивается по тому, насколько хорошо у обучающихся формируются экспериментальные и аналитические навыки, а не столько знания, которые они приобретают.

Inquiry-based learning имело большое влияние на педагогическую науку, где оно известно как Inquiry-based science, особенно после публикации в США национальных образовательных стандартов в 1996 году. Цель IBL состоит в том, чтобы вовлечь ученика в активное обучение, в идеале, основанном на собственных вопросах. При изучении проблем учащиеся должны знакомиться с методами, которые используются учеными, и получать новые знания в качестве результата.

Inquiry-based learning часто описывают как цикл или спираль, которая предполагает 5 глобальных шагов: постановка вопроса, сбор информации, разработка плана и его реализация, обсуждение и рефлексия. Причем на последнем шаге подводятся итоги: результаты сопоставляются с целью,

дальнейшее развитие имеет два варианта. 1) Ответ на поставленный вопрос не был получен, цикл повторяется. 2) Ответ на поставленный вопрос получен, но в процессе исследования появились новые вопросы, для ответа на которые можно запустить следующие циклы исследований. Преимуществом этой модели является то, что она может быть применена к занятиям с большим количеством разных обучающихся и большому кругу вопросов. Кроме того, учитель может разработать сценарий, сосредоточив внимание на одной части цикла или другой [114].

Heather Banchi и Randy Bell (2008) предполагают, что существует четыре уровня исследовательского обучения. На первом уровне учитель сам ставит вопрос, вырабатывает порядок (способ) работы, и результаты тоже известны. Это полезно, когда цель учителя заключается в том, чтобы познакомить учеников с опытом проведения исследований, или сформировать у них конкретные исследовательские умения и навыки, например, сбора и регистрации данных.

На втором уровне постановка проблемы и процедура по-прежнему осуществляется учителем, однако, студенты генерируют объяснения и подтверждают доказательствами, которые они собрали. На третьем уровне преподаватель дает только проблему и задачу исследования, все остальное выполняют ученики: разработка процедуры (метода), проведение эксперимента и объяснение результатов. На четвертом самом высоком уровне исследования – открытом исследовании, учащиеся имеют возможность вести себя как ученые, генерируя вопросы, осуществляя разработку и проведение исследований, и обработку их результатов [110].

Анализ исследований зарубежных авторов показывает, что в основном рассматриваются формы организации исследовательского обучения, не ограниченные рамками классно-урочной системы. Это мастерские, некоторые варианты дистанционных технологий обучения (Wiki, интернет-среда для исследовательского обучения). Наибольшее распространение IBL



имеет в США, в том числе в учебном процессе, организованном в школах. Однако, теоретических работ по проектированию этого метода в учебный процесс, в частности, по физике, не обнаружено, в основном приводятся примеры отдельных уроков с применением IBL.

Видимо, эта ситуация типична для современного уровня развития теории исследовательского обучения как в России, так и за рубежом.

Интересным представляется попытка установить градацию уровней исследовательского обучения с включением в неё исследовательского варианта эксперимента и расширением уровней деятельности на практические приложения и дедуктивные выводы [120] (табл.2). В целом предложенная модель полностью укладывается в хорошо освоенную частными методиками пирамиду содержания обучения – от усвоения знаний через практические навыки к теоретическим обобщениям и выводам, следствиям и приложениям И.Я. Лернера, М.В. Скаткина [24].

Таблица 2. Спектр исследований при обучении естественным наукам

Обучение открытиям	Интерактивные демонстрации	Уроки - исследования	Исследовательские лабораторные работы	Практические приложения	Гипотетические исследования
Низкий <= уровень интеллектуальной деятельности => высокий					
Учитель		<= локус контроля =>		ученик	

Автор приводит пример вариантов изучения закона Ома и его приложений. Описан спектр деятельности в ходе соответствующих вариантов урока (табл. 3).

Таблица 3. Пример вариантов исследовательского изучения закона Ома

Обучение открытиям	Интерактивные демонстрации	Уроки - исследования	Исследовательские лабораторные работы
--------------------	----------------------------	----------------------	---------------------------------------

<p>Учащимся даны аккумуляторы, провода и лампочки и требуется зажечь одну или несколько ламп, с помощью одной или нескольких батарей. На основе эвристической беседы формируются понятия напряжения, тока и сопротивление.</p> <p>Учащимся представлены серии простых схем с лампочками различной яркости и требуется объяснить, в чем потенциальные причины различий. Работают простые отношения, касающиеся напряжения, тока и сопротивления</p>	<p>Учащиеся знакомятся с мультиметры как средствами измерения напряжения, тока и сопротивления.</p> <p>Обучение осуществляется как практические открытия.</p> <p>Далее внимание на объяснение и замечания, сделанные на этапе обучения как открытия. Учитель предлагает аналогию воды, протекающей в трубе как модель для электрического потока. Учащиеся анализируют подтверждающие объяснения и модели.</p>	<p>Учитель использует прием «думать вслух» и эвристическую беседу, чтобы помочь учащимся получить математическую связи между током и напряжением для последовательной цепи, содержащей источник питания и один резистор. Это делается второй и третий раз с 2, затем с 3 примерно одинаковыми резисторами в цепи. По сути, студенты получают различные части закона Ома. Сократический диалог используется для создания более общей формулы отношения <math>V = IR</math>.</p>	<p>Учащиеся находят законы параллельного и последовательного соединений, работая в малых группах. Прежде чем начинают работать на параллельных цепях, будут введены понятия обратный ом (с единицей измерения <math>1/\Omega</math> или <math>\mathcal{U}</math>)</p> <p>– мера электрической проводимости, чтобы сделать поиск параллельных отношениях проще. У пересечение связано с системным параметром – значение сопротивления резистора.</p>
--	---	--	---

Два последних уровня также приведены для закона Ома, где рассуждения учащихся опираются на законы Джоуля - Ленца и закон сохранения электрического заряда.

Практические приложения: В области учебных приложений учащиеся могут использовать закон Ома для анализа принципиальных схем, включая определение силы тока и падение напряжения на различных компонентах схеме или всей схеме. В области подлинных приложений могут применяться полученное определение электрической мощности ( $P = IU = I^2R$ ) для анализа использования энергии в домашних хозяйствах в течение целого месяца.

Гипотетическое исследование. В области чисто гипотетического исследования учащиеся используют закон Ома и выражение для электрического сопротивления, чтобы объяснить, почему сопротивление в последовательной цепи растет (сохранение энергии), и почему

сопротивление параллельной цепи уменьшается в обратной пропорции (сохранение полного заряда). В области прикладных гипотетических исследований учащимся могут быть предложены массивы цепей, как головоломки. Они выдвигают гипотезы о том, как протекает ток в данной схеме, используя их понимание сохранения полного заряда и энергии. Исходя из их понимания, они предсказать направление и величины тока в каждом ветви различных цепей. Затем они используют реальные измерения для проверки их прогнозирования и пересматривают гипотезы с учетом полученных доказательств.

Наибольший интерес в описанных вариантах уроках исследовательского обучения представляет продемонстрированная автором возможность включения элементов ученического исследования на типичных уроках физики с различными целями, которые, хотя и прописаны в явном виде, но совершенно очевидны из контекста. Тем самым мы находим подтверждение актуальности важного для нас следующего тезиса. Совершенно не обязательно резко противопоставлять исследовательское обучение имеющейся позитивной практике работы учителей, опирающейся на разумно адаптированную дидактику. Сам по себе исследовательский метод обучения, как наивысшая мера проявления познавательной самостоятельности учащихся, не столь часто упоминался в своей реализации, поскольку речь шла о полной модели получения ими новых результатов.

Всякая частичная познавательная самостоятельность трактуется в нашей дидактике и позитивной практике как проблемный, эвристический методы. Неудивительно, что и в литературе исследовательское обучение идет в терминах проблем и проблемных ситуаций, которые обязательно ставятся и решаются в его реализации. По сути дела, новизна рассматриваемых нами подходов лишь в том, что в уроках различных типов выделяются элементы исследовательской, самостоятельной познавательной деятельности учащихся, для наших предметов основанной на собственной предметной

эмпирии, экспериментировании, не сводящемся к повторению инструкций учителя или учебника.

Поэтому на протяжении десятилетий в педагогике ведутся разработки, в которых заложена общая идея: преодолеть противоречие между заранее определенным и предписанным содержанием обучения и необходимостью свободы и гибкости в отборе видов деятельности и их содержания в соответствии с изменяющимися обстоятельствами и ситуативными потребностями. Такой подход ставит целью активизировать обучение, придавать ему исследовательский характер, передавать учащемуся инициативу в организации своего учебного познания.

Педагоги с давних времен выделяли два основных пути учения: «учение пассивное» - посредством преподавания - и «учение активное» - посредством собственного опыта (термины К.Д. Ушинского). Несмотря на ожесточенные споры в отношении самой возможности деления учения на «пассивное» и «активное», невозможно не заметить, что речь идет о двух принципиально разных путях получения образования. В различные времена соотношение их в практике образования существенно менялось. На первый план выходил то один, то другой.

Активизация интереса к обучению посредством собственного опыта, называемого еще «исследовательским обучением», наблюдалась в периоды реальной демократизации образования, когда педагоги стремились максимально приблизить учебную деятельность ребенка к познавательной. Главная цель исследовательского обучения - формирование у учащегося способности самостоятельно, творчески осваивать и перестраивать новые способы деятельности в любой сфере человеческой культуры.

Попытки выстроить образовательную деятельность в массовой школе на основе идей исследовательского обучения предпринимались с давних времен, однако это не привело к их активному использованию в практике. Традиционное обучение, в его реализации учительских шаблонов не самого лучшего качества, и по сей день ассоциируется с репродуктивными

методами. Противодействие традиционного, или точнее информационно-рецептурного, обучения и «исследовательского обучения» продолжается много лет.

Преобладание репродуктивных методов в практике современного образования, иногда называемом традиционным, вызывает множество протестов со стороны многих современных специалистов. Эти протесты в основном справедливы, но, отмечая важность внедрения исследовательских (продуктивных)<sup>2</sup> методов обучения в практику образования, не следует забывать, что репродуктивные методы не стоит рассматривать как нечто ненужное.

*Во-первых*, необходимо учитывать, что это наиболее экономичные способы передачи подрастающим поколениям обобщенного и систематизированного опыта человечества. В образовательной практике не только необязательно, а даже глупо добиваться того, чтобы каждый ребенок все открывал сам. Нет никакой необходимости переоткрывать заново все законы развития общества, физики, химии, биологии и т.д.

*Во-вторых*, использование исследовательских методов обучения дает большой образовательный эффект лишь при умелом их сочетании с репродуктивными методами. Круг исследуемых детьми проблем может быть существенно расширен, их глубина станет значительно большей при условии умелого использования на начальных этапах детских исследований репродуктивных методов и приемов обучения.

*Третьим*, и не последним, обстоятельством является то, что использование исследовательских методов добычи знаний, даже в ситуации открытия «субъективно нового», часто требует от ребенка незаурядных творческих способностей, которые объективно не могут быть развиты настолько, насколько это необходимо для освоения информации.

---

<sup>2</sup> это тождество двух прилагательных из разных систем классификаций еще раз показывает некоторую размытость определения «исследовательское обучение»

В табл. 3 приведена сравнительная характеристика традиционного и продуктивного, исследовательского обучения, сделанная М.В. Клариним на основе анализа зарубежных, в основном американских, источников конца XX века. Нельзя удержаться от замечания, что и здесь под традиционным обучением во многом подразумевается практика не лучших учителей.

Таблица 4. Сравнительные черты традиционного и исследовательского обучения [32,с.114]

Традиционное обучение	Исследовательское обучение
<p>Учителю следует излагать основные представления и понятия, заложенные в содержании учебного предмета и отраженные в изучаемой теме.</p> <p>Учащиеся узнают ведущие цели и понятия благодаря их прямому изложению учителем.</p>	<p>Учащийся самостоятельно постигает ведущие понятия и идеи, а не получает их в готовом виде от учителя.</p> <p>При изучении естествознания надо создавать такие ситуации, которые предоставляют учащимся возможность знакомиться с представлениями, понятиями, и в то же время требуют от них самостоятельно устанавливать, обнаруживать эти понятия на предлагаемых примерах.</p>
<p>Естественнонаучные предметы преподаются как целостный и законченный свод авторитетной и непротиворечивой информации, не подлежащей сомнению.</p> <p>Учебное познание должно строиться на четкой логической основе, оптимальной для изложения и усвоения.</p> <p>Основная цель лабораторных работ — формирование практических манипулятивных навыков, а также способности следовать указаниям, направленным на достижение запланированных результатов.</p>	<p>Знакомство с естественнонаучными представлениями должно включать альтернативные точки зрения, недостатки имеющихся объяснений, сомнения в достоверности выводов.</p> <p>Учащимся принадлежит ведущая роль в принятии решений о выборе способа работы с изучаемым материалом.</p> <p>Материалы лабораторных работ побуждают учащихся выдвигать идеи, альтернативные тем, которые они изучают в классе.</p>
<p>Изучение материала в ходе лабораторных работ следует точно установленным указаниям и определяется методикой, направленной на иллюстрацию изученных в классе понятий и представлений.</p>	<p>Учащиеся сталкиваются с новыми явлениями, представлениями, идеями в лабораторных опытах прежде, чем они будут изложены и изучены на уроке.</p>
<p>Лабораторные опыты должны быть спланированы учителем так, чтобы правильные ответы, результаты достигались лишь теми учащимися, которые четко следуют инструкции к</p>	<p>В лабораторных опытах учащимся предоставляется возможность самостоятельно планировать свое исследование, определять его аспекты, предполагать возможные результаты.</p>

лабораторной работе.

В ходе лабораторной работы ученики следуют указаниям о том, что нужно наблюдать, измерять, фиксировать, чтобы получить искомый правильный результат.

Сущность естественнонаучных знаний следует иллюстрировать материалом об их применении в технике.

Для настоящего понимания изучаемого содержания ученикам необходимо усвоить свод связанной с этим содержанием информации фактологического характера.

Каждый учащийся самостоятельно изучает, описывает и интерпретирует те сведения и наблюдения, которые он наравне со всеми получает в ходе учебного исследования.

Для изучения правила (или закона) учащимся следует представлять примеры, из которых это правило (или закон) можно вывести самостоятельно, без его изложения учителем.

Учащиеся подвергают сомнению принятые представления, идеи, правила, включают в поиск альтернативные интерпретации, которые они самостоятельно формулируют, обосновывают и выражают в ясной форме.

Весь проведенный выше анализ показывает, что только рациональное совмещение положительных результатов и опыта преподавания и обучения в его лучших традициях с разумной мерой инноваций исследовательского характера позволит достичь заявленных результатов в усвоении основ наук и добиться прогресса в развитии актуальных качеств личности учащихся.

Впрочем, «революционеров», полностью отрицающих «традиционное» обучение, тоже достаточно. Вот обращение автора популярного курса в англоязычных странах: «Остановите преподавание! Помогите вашим студентам учиться! Привет и добро пожаловать на мой сайт! За четыре года я разработал класс реформированной физики, разработанный силами совместной группы, на основе исследовательского обучения. Традиционная лекция полностью исчезла!» [121].

В отечественной и зарубежной дидактике последних десятилетий, особенно в обстановке обоснованного повышения требований к общеобразовательной школе, поисковая ориентация в дидактике связана не только с получением и обсуждением новых фактов и сведений, но с собственным добыванием, выработкой *теоретических* представлений о предметах и явлениях окружающего мира. Учебный процесс в идеале строится как поиск новых ориентиров познания. В ходе такого поиска обучение происходит не только на основе усвоения новых сведений, но

включает в себя также организацию и творческую перестройку имеющихся концепций, или исходных познавательных ориентиров[41, 103].

Ориентиром для современного обучения является не только формирование новых, но и *перестройка имеющихся знаний*, причем такая, в которой предварительные сведения по изучаемой теме могут не столько облегчать, сколько осложнять учебное познание и, во всяком случае, потребуют переосмысления. Это в свою очередь означает необходимость всеми средствами стимулировать познавательную деятельность учащихся, использовать различные виды учебного диалога, опору на воображение, аналогии и метафоры, работу с концептуальными моделями и т. д. Более того, учителю приходится заведомо мириться с тем, что результаты самостоятельных "открытий" учащихся могут оказаться явно неполными, концептуально "недостроенными". Их приходится исправлять и дополнять. Однако это эффективнее, чем предъявление готовых знаний до получения собственной эмпирии учащимися, чем грешит «традиционное» обучение. Как показывают результаты проведенных исследований, преждевременное предъявление "правильных представлений" приводит к тому, что учащиеся оказываются неспособны применять эти представления, работать с ними [112]. В классической дидактике это совершенно четко следует из теории поэтапного формирования умственных действия П.Я. Гальперина – Н.Ф. Талызиной, в которой любое умственное действие имеет в своей основе материальное и материализованное действие учащегося (не учителя!) [97].

В зарубежной практике профессиональной подготовки преподавателей и повышения их квалификации получил распространение следующий перечень уровней учебных результатов (и соответственно, целей обучения), образующих целостный учебный процесс исследовательского типа:

1. Ознакомление (*discovery*): знакомство с основными понятиями и процедурами в данной предметной области.



2. Освоение основ (*literacy*): следующий уровень, предполагающий способность пересказать (описать) основные понятия и процедуры в данной предметной области.

3. Овладение (*fluency*): успешное применение основных понятий и процедур в данной предметной области.

4. Полное овладение (полное усвоение) — мастерство (*mastery*): успешное применение основных понятий и процедур в данной предметной области, а также помощь другим учащимся в закреплении и освоении знаний и умений [31].

Нетрудно видеть, что эти те же самые элементы обобщенного содержания обучения как социального опыта – знания, умения, навыки, опыт творческой деятельности [24]. Нам остается лишь заметить, подобно герою Мольера, что мы всегда этой прозой и говорили, по крайней мере, на уровне дидактических моделей, и именно так решается задача формирования необходимых исследовательских, творческих, продуктивных компонентов мышления учащихся на всем познавательном пути от наблюдения и экспериментирования до обобщений, предсказаний, гипотез и проверяемых следствий, нового экспериментирования. Еще раз подчеркнем, что иного пути формирования основ знаний и умений ими пользоваться, в том числе и в незнакомой ситуации, нет. Любое рационально организованное обучение есть обучение на основе учебного ученического исследования – будь-то школа в России или США [111, 116].

Рассмотрим модели, характеризующиеся как исследовательское обучение, которые были созданы группой исследователей под руководством известного дидакта Х. Табы [118, 119]. В общем дидактическом подходе к формированию индуктивного мышления ими выделены несколько ключевых направлений: конструирование содержания образования и обучения (учебного предмета), формирование мышления, разработка стратегий обучения. Для нас важен этап конструирования содержания обучения, что делается нелегко и подчеркивает роль учителя в этом процессе. Идеально

выстроенное содержание для формирования исследовательской деятельности укладывается (в аналогичных терминах отечественной дидактики) в пирамиду основание – ядро - следствие, что позволяет избежать излишней передачи информации в готовом виде и организовать оптимальное чередование индуктивного и дедуктивного этапов учебной деятельности.

На первом этапе завершенной познавательной деятельности в рассматриваемых моделях происходит обобщение эмпирии, работает индуктивное мышление, необходимое для того, чтобы за фактами увидеть круг новых понятий или расширение области действия известных, и установить новые связи понятий в теории. В работах Табы описана модель формирования индуктивного мышления, как копии деятельности ученого-исследователя при открытии новых фактов и формулировки теории (табл. 5).

Таблица 5. Модель формирования индуктивного мышления

Стратегии	Фазы
1. Формирование понятий	1. Перечисление и составление перечня явлений 2. Группировка явлений, вычленение существенных признаков 3. Обозначение, категоризация, подведение под понятие
2. Интерпретация данных	4. Выявление основных черт, формулировка законов, теорий 5. Объяснение выявленных данных 6. Построение гипотез
3. Применение правил и принципов	7. Выдвижение гипотез, предсказание последствий 8. Объяснение и (или) подтверждение предсказаний и гипотез 9. Проверка предположений

Важнейший этап в этой теории *Применение правил и принципов*. Эта "стратегия обучения" основана на побуждении детей к объяснению новых явлений (предсказание последствий, объяснение неизвестного, построение гипотез и т. д.) путем применения общих правил и принципов. Иначе говоря, речь идет о применении учащимися имеющихся знаний, в посильной мере самостоятельного характера, что соответствует развитию дедуктивного стиля мышления, столь же характерного для работы исследователя. Его содержание более подробно расписано в табл. 6.

Таблица 6. Применение правил и принципов - дедуктивное мышление

№ шага	Внешне выраженные мыслительные действия	Внутренние мыслительные операции	Побуждающие вопросы
1	Предсказание последствий, объяснение незнакомых явлений	Анализ сущности проблемы (ситуации). Привлечение соответствующих сведений	"Что могло бы произойти, если бы..."
2	Объяснение и (или) подтверждение предсказаний и гипотез	Определение причинных соотношений, подводящих к предсказанию или гипотезе	"Почему, по-вашему, это могло бы произойти?"
3	Проверка предсказаний	Использование логических суждений, фактических сведений для определения необходимых и достаточных условий	"Что понадобилось бы, чтобы это утверждение было полностью (или по большей части) справедливым?"

Подведем итоги нашего анализа. Развитие исследовательского обучения нельзя назвать подлинно революционной тенденцией, все рассмотренные нами модели и теории зарубежных исследователей прекрасно интерпретируются и воспринимаются как нормально организованный учебный процесс, типичный для грамотных учителей российской школы. В то же время несомненны и трудности в реализации этого актуального направления мировой педагогики. Очевидно, что главная задача методистов, готовящих учителей к перестройке психологии и техники своего труда, состоит в том, чтобы показать возможность сделать учебный процесс «inquiry-based» на всех его этапах. Здесь не может быть одного методического решения, одной универсальной технологии (мы это видели выше). Для каждого типа урока, каждого этапа урока следует искать свое методическое решение. В этом одна из задач нашего учебного пособия.

### **1.3. Исследовательская деятельность учащихся как способ построения деятельностного содержания образования**

В настоящее время разработка методики исследовательского обучения в нашей стране становится особенно актуальной в связи с внедрением новых образовательных стандартов, методологическую основу которых составляет системно-деятельностный подход. ФГОС школьного образования определяет основные результаты обучения и воспитания как достижения личностного, социального, коммуникативного и познавательного развития учащихся [99-100]. Личностные и метапредметные результаты учебного процесса составляют систему универсальных учебных действий (УУД), программа формирования которых была заложена еще в начальном образовании.

В учебном процессе основной школы развитие УУД реализуется учителями каждого предмета в контексте его содержания. Для реализации задуманного необходимо разработка научно-методического сопровождения, в том числе в предметной области, и соответствующая подготовка учителя. Разработчики стандартов опубликовали программу формирования УУД на этапе основного общего образования, в которой описаны основные виды УУД и общие пути их формирования с учетом возрастных особенностей учащихся 5 – 7 классов [4]. Пособие предназначено для учителей основной школы. Безусловно, данное пособие полезно для понимания целей деятельности, общих требований к организации учебного процесса на основе системно-деятельностного подхода. Однако требуется дальнейший перенос общих требований на содержание предмета, и это задача не для учителя, а для методической науки.

В частности, в стандарте отмечается, что на ступени основного общего образования программа развития УУД должна быть направлена «на формирование у обучающихся основ культуры исследовательской и проектной деятельности» [99]. В пособии [4] перечислены основные этапы исследовательской деятельности, виды формируемых умений, приведены

примеры заданий исследовательского характера, но ничего не говорится о том, как учитель должен отобрать содержание обучения для организации учебного исследования, как определить методы обучения и формы организации учащихся при его проведении.

В пособии [4] организация учебно-исследовательской и проектной деятельности представлена в разделе развития познавательных УУД. Однако, на наш взгляд, в процессе организации исследовательской деятельности используются и развиваются все виды УУД – регулятивные, познавательные, коммуникативные.

В таблице 7 нами сопоставлены этапы исследовательской деятельности и УУД, которыми учащиеся должны реализовать эту деятельность на каждом её этапе [47].

Таблица 7. Сопоставление этапов исследовательской деятельности и УУД, реализуемых на каждом этапе

Этапы ИД	Универсальные учебные действия		
	регулятивные	познавательные	коммуникативные
1. Постановка исследовательской задачи (формулировка проблемы исследования)	постановка новых целей; преобразование практической задачи в познавательную	сбор информации из различных источников; логические операции: сравнение, классификация, систематизация, обобщение, анализ; умение определить противоречие, проблему	умение формулировать вопрос, строить речевое высказывание, аргументировать свою позицию
2. Выдвижение гипотез, постановка цели исследования	прогнозирование, целеполагание	логические операции: систематизация, обобщение, синтез	умение формулировать вопрос, строить речевое высказывание, аргументировать свою позицию, проявление лидерства и согласование действий с партнером
3. Планирование решения	умение соотносить свои действия с планируемыми	умение строить простые и сложные алгоритмы на основе	построение речевых высказываний, умение аргументировать свою

задачи	результатами, планирование, оценка и контроль своих действий	логических действий, выбирать рациональный путь решения	позицию, согласование действий с партнером, планирование учебного сотрудничества
4. Реализация разработанного плана	волевая саморегуляция, контроль	общеучебные умения, умение работать по алгоритму	умение строить учебное взаимодействие, сотрудничество
5. Анализ и оценка результатов, построение обобщений	контроль, оценка и коррекция, возможно новое целеполагание	сопоставление, классификация, обобщение, построение выводов (анализ и синтез)	умение сформулировать речевое высказывание, аргументировать свою позицию

Таким образом, обоснованное включение исследовательской деятельности в учебный процесс позволит формировать весь комплекс УУД, т.е. достичь установленных стандартом метапредметных результатов освоения основной образовательной программы (ООП); повысить эффективность усвоения предметного содержания, т.е. обеспечить предметные результаты ООП; развивать мотивацию к обучению и целенаправленной познавательной деятельности, формировать коммуникативную компетентность в общении и сотрудничестве со сверстниками и взрослыми, что является личностными результатами освоения ООП.

Выше мы отмечали, что любая исследовательская деятельность начинается с наблюдений, собственного познавательного опыта учащегося, новых, обнаруженных им фактов. Однако значение опыта и основанной на нем теории не только в том, что учение начинается с первичным опытом, но также и в том, что ученик должен испытать сам те операции, с помощью которых факты соединяются в идеи и понятия, а не просто усвоить выводы из чьих-то мыслительных операций. Вот цитата из современного образовательного стандарта США: «Стандарты исследовательских умений определяют способности учащихся, необходимые для того, чтобы узнать, и знания, которые помогут им понять процесс исследования как производство знаний. Таким образом, стандарты стремятся сформировать у учащихся

понимание того, как мы узнаем, что мы знаем, и какие доказательства подтверждают то, что мы знаем»[113, с.13].

В контексте этой проблемы важно понять, что интеллектуальные операции не передаются напрямую от учителя к ученикам, но формируются, вырастая из собственного познавательного опыта. В определениях обучения, основанного на собственном опыте (термин аналогичен по смыслу исследовательскому обучению), оно обычно рассматривается как такое, в котором учащийся находится в *непосредственном контакте* с изучаемыми областями реальности. Оно противопоставляется обучению, в котором учащийся только читает, слышит, говорит или пишет об этих областях действительности, но не соприкасается с ними в ходе обучения.

#### **1.4. Требования к профессиональной компетентности учителя – руководителя учебно-исследовательской деятельности**

Любые инновации в школе возможны только в том случае, если к их внедрению в практику готов учитель. Как бы основательно не были бы составлены материалы для учителя, как бы тщательно не разрабатывались программы и методики, они останутся мертвым грузом в сознании педагога и в самом образовательном процессе, если сам он не воспринимает цели образования как лично значимые. Это хорошо понимают и разработчики новых стандартов, поэтому выдвигая требования к формированию навыков исследовательской деятельности, указывают, что у учителя должны быть сформированы основные компетенции, в том числе «организовывать и сопровождать учебно-исследовательскую и проектную деятельность обучающихся, выполнение ими индивидуального проекта» [100].

Для того чтобы определить состояние проблемы организации исследовательского обучения физике в практике средней школы, нами было проведено анкетирование учителей физики Нижнего Новгорода, в котором

приняли участие 57 педагогов. Анкетирование показало, что систематически организуют исследовательскую деятельность на уроках лишь 15%, на внеклассных занятиях (факультативах, кружках) – 26% опрошенных.

Учителя назвали ряд факторов, затрудняющих включение исследовательской деятельности в учебный процесс. В первую очередь, это недостаток времени на уроке, жесткие рамки программы (68%). Примерно половина опрошенных учителей указывают на недостаточное материально-техническое оснащение, отсутствие оборудования (48%). Каждый четвертый педагог считает, что учебное исследование на уроке сложно организовать из-за низкой мотивации учащихся, отсутствия интереса к точным наукам и исследованиям (26%). В связи с введением итоговой аттестации в форме ГИА и ЕГЭ появилась, по мнению 11% опрошенных учителей, еще одна причина: необходимость подготовки к этим формам аттестации затрудняет применение исследовательской деятельности.

Более глубокий анализ причин создавшейся ситуации показывает, что основными факторами, препятствующим организации исследовательской деятельности в учебном процессе, является недостаточная мотивация самих педагогов к ее внедрению и отсутствие соответствующей подготовки. В анкете 15% учителей признают, что не организуют учебные исследования ввиду их трудоемкости, недостатка времени на подготовку к исследовательскому обучению на уроках из-за собственной загруженности. 20% опрошенных педагогов указали, что не имеют достаточного опыта организации исследовательской деятельности и испытывают недостаток методического обеспечения.

Как оказалось, большинство педагогов не владеют теоретическими основаниями организации учебных исследований (отбора содержания, определения последовательности формирования отдельных исследовательских действий, организации работы учащихся в группах и т.д.). Полученные нами результаты находят подтверждение и в других педагогических исследованиях [10, 98], в частности, педагоги испытывают



затруднения в выборе и обосновании содержания обучения для исследования (53.3%), прогнозировании средств и методов исследования (52%), обобщении и оформлении полученных результатов (46.7%) [10, с. 15]. Таким образом, существует противоречие между необходимостью внедрения исследовательского обучения в школьную практику и неготовностью учителей к его организации.

Некоторые исследователи выделяют компетентность педагога в области исследовательской деятельности как отдельную составляющую профессиональной компетентности [46, 89]. В любом случае формирование соответствующих знаний и умений необходимо планировать как при подготовке будущих педагогов, так и в системе повышения квалификации.

Прежде чем перейти к изложению основного содержания, приведем два замечания нашего коллеги из-за рубежа по поводу его впечатлений от результатов внедрения исследовательского обучения (перевод наш).

«Мой следующий шаг, как руководителя учителей, было поощрение других учителей физики применять учение через исследовательский метод. Это оказалось очень сложным, и было встречено с сопротивлением большинством учителей физики в команде. Наконец, удалось убедить одну из моих коллег поменять порядок, которым она преподавала тему электрических цепей. Я предложил ей попробовать и провести лабораторные опыты до формулировки выводов. Она сделала это и была поражена результатами. Она говорит, что после проведения исследования формулировка нового содержания, которая обычно занимала целый урок, заняла только около десяти минут, так как учащиеся уже знали материал в результате проведения исследований в лаборатории».

А вот собственные ощущения соискателя от работы выбранным методом: «Мне открылись глаза, как трудно попытаться изменить традиционное восприятие на преподавание физики. Я встретился с двумя препятствиями: одно из них была необходимость проводить исследование с целым классом. Вторым препятствием является низкий уровень содержания,

которым владеют многие учителя. Многие учителя привыкли чувствовать себя комфортно в классе. Они верят, что учитель должен быть лишь распространителем знаний, и они так и поступают, делая замечания и проходя мимо реальных проблем»[120, с.17-18].

Эти краткие заметки дают богатую пищу для размышления.

1. Упрощенное представление об исследовательском методе – достаточно поменять местами эксперимент и теоретические сведения. Но и на это оказалась способной лишь одна учитель из команды.

2. Несмотря на это, большая эффективность применения интересного для учащихся варианта учебной работы.

3. Предметные проблемы учителей (мы думали, что они характерны только для нашей школы) и психологическая инертность. Гораздо легче рассказать то, что написано в учебнике, и потребовать от учащихся выучить и запомнить, чем организовать эффективную исследовательскую деятельность на самом простом уровне.

4. Учитель, организующий исследовательскую деятельность учащихся, сам является, как минимум, исследователем, ибо ход общей познавательной деятельности может быть непредсказуем.

Для того чтобы определить содержание подготовки учителя к проектированию и организации исследовательской деятельности учащихся, нужно понять, что представляет собой готовность специалиста к выполнению профессиональных функций в этой области.

В работе [13] нами была представлена модель профессиональной компетентности учителя, в структуре которой выделено четыре составляющих: научно-теоретическая, методическая и психолого-педагогическая компетентность, профессиональная позиция учителя.

Для организации исследовательской деятельности необходим определенный уровень развития всех составляющих профессиональной компетентности учителя: научно-теоретической (методологической, фундаментально-научной в области физики, информационной),

методической (умения логически обоснованно конструировать и реализовывать учебный процесс для конкретной дидактической ситуации), психолого-педагогической (дифференциально-психологической, коммуникативной, рефлексивной). Следовательно, главным условием организации подготовки является системность, включающая развитие всех составляющих профессиональной компетентности учителя и соответствие целей, содержания, методов, форм и средств развития.

В таблице 8 представлено содержание подготовки учителя физики к организации ИДУ в учебном процессе по каждой составляющей профессиональной компетентности.

Таблица 8. Содержание подготовки учителя физики к организации ИДУ в учебном процессе в соответствии с составляющими профессиональной компетентности

Составляющая профессиональной компетентности	Компонент	Содержание подготовки
1. Научно-теоретическая	Фундаментально-научная (предметная)	Научные основы школьного курса физики. Физический эксперимент. Обработка результатов эксперимента, погрешности измерений
	Методологическая	Методология научного познания: принципы построения, методы, формы организации и способы научного познания в физике. Экспериментальные и теоретические методы познания
	Информационная	ИКТ в исследовательской деятельности, цифровые лаборатории, методы поиска и обработки информации, компьютерное моделирование физических процессов
2. Психолого-педагогическая	Коммуникативная	Умение формировать познавательные мотивы, мотивировать к исследовательской деятельности, объединить учеников вокруг общей идеи, задачи, цели; организовать сотрудничество «ученик-ученик», «учитель-ученик»
	Рефлексивная	Осознание и оценка уровня собственной деятельности, умение организовать рефлексию учащихся в учебном процессе, как предметного содержания, так и способов действия (освоения исследовательских умений)
	Дифференциально-	Умение выделять личностные особенности,

	педагогическая	установки, направленность обучаемых, формирование групп учащихся для организации исследовательской деятельности на основании индивидуальных особенностей; организация вариативного исследовательского учебного процесса в группах, продуктивное взаимодействие в группах
3.Методическая	Проектировочная	Алгоритм конструирования учебного процесса по физике с организацией ИДУ. Умение на основе теоретического анализа содержания обучения выделить то содержание, на котором возможна организация ИДУ (элементов ИДУ), возможный уровень самостоятельности учащихся в организуемой ИДУ. Из соотношения самостоятельной работы и деятельности под руководством учителя осуществить выбор ведущего метода обучения. Определение роли групповой и фронтальной формы обучения в организуемой ИДУ, исходя из поставленной учебной задачи. Умение создать проблемную ситуацию, подвести учащихся к формулировке исследовательской задачи, выделить вариативные исследовательские задания (при организации дифференцированного учебного процесса в группах), организовать обсуждение результатов исследования с экспертизой со стороны самих учащихся, подвести к формулировке выводов, обобщений.
	Частно-методическая (специфические методы и приемы обучения)	Умение планировать все виды школьного физического эксперимента (демонстрационный эксперимент, лабораторная работа, экспериментальные задачи, домашние экспериментальные задания, работы физического практикума) в организации ИДУ, определять роль эксперимента в учебном исследовании – как источник проблемной ситуации, накопление эмпирических фактов для формулировки гипотезы, экспериментальная проверка выдвинутой гипотезы.
	Диагностическая	Исследовательские умения как объекты диагностики, критерии их достижения; выбор форм, методов, средств диагностики, исходя из общей логики конструирования учебного процесса; использование результатов диагностики для внесения

		корректив в учебный процесс, организации вариативного учебного процесса
Профессиональная позиция учителя		Готовность к профессиональному самосовершенствованию, умение определять стратегию собственного развития, готовность к передаче опыта коллегам

Поскольку модель организации исследовательской деятельности учащихся является контекстно-зависимой, т.е. учитывает специфику изучаемой дисциплины, это неминуемо отражается и в тех требованиях, которые предъявляются к учителю. Как можно заменить в таблице 2, две составляющие из четырех являются универсальными, т.е. их можно отнести к любому учителю-предметнику: психолого-педагогическая составляющая и профессиональная позиция учителя. Две другие – научно-теоретическая и методическая – во многом зависят от специфики преподаваемой дисциплины. В таблице 2 мы показали содержание подготовки по каждому компоненту с учетом специфики физики. Однако для других предметов естественнонаучного цикла содержание будет очень близко, поскольку используются одинаковые методы познания.

Подготовка учителей к реализации разработанной модели строится на соблюдении принципа последовательного перехода от теоретических моделей к проектам деятельности, а затем к конструированию учебного процесса и воплощению разработанной конструкции на практике, предложенного В.В. Краевским [11]. Разработанную систему подготовки можно использовать как в вузе при подготовке будущих учителей, так и в системе повышения квалификации.

На первом этапе студентам предъявляется модель организации исследовательской деятельности в учебном процессе, примеры ее применения в конкретной дидактической ситуации. На основе предложенной

модели организации выполняется следующий этап – педагогическое проектирование, в процессе которого будущие учителя осваивают умения отбирать содержание для организации исследовательской деятельности, определять возможную степень самостоятельности учащихся в его реализации, и соответствующие формы и методы обучения на уроке. Разработанные проекты условны, т.к. разработаны для ситуации с заданными условиями: состав ученического коллектива, уровень развития умений учащихся, необходимых для реализации исследования (общеучебных, предметных, исследовательских), учебно-методический комплекс, по которому реализуется обучение физике и т.п. Хотелось бы подчеркнуть важность коллективного обсуждения разработанных проектов, в процессе которого учителя (или студенты – будущие учителя) поочередно осваивают роль экспертов по отношению к другим проектам.

Наконец, развитие компетентности происходит в процессе применения приобретенных знаний и умений в профессиональной деятельности, т.е. в ходе активной педагогической практики, когда разработанные проекты воплощаются в конструкции реальных уроков.

В работах [48-50] нами предложена методика поэтапного формирования методической компетентности учителя физики в области организации исследовательской деятельности учащихся, а также содержание подготовки учителя, обеспечивающие умение проектировать и организовывать исследовательскую деятельность учащихся в учебном процессе по физике.

Как уже сказано выше разработанная система подготовки учителя может быть реализована как в подготовке будущих учителей в вузе, так и в системе повышения квалификации. В течение многих лет разработанная система реализуется в работе педагогических мастерских учителей физики на базе физического факультета ННГУ. Можно выделить следующие педагогические условия, обеспечивающие рост учителя в ходе экспериментально-исследовательской работы:

- развитие методической компетентности учителя происходит в непрерывном режиме;
- взаимосвязь теоретической подготовки и практической деятельности педагога (этапы: теоретическая подготовка – моделирование – внедрение в практику);
- руководство со стороны ученых-специалистов, оказание постоянной методической, методологической, психологической поддержки;
- вариативность форм и содержания подготовки, разноуровневый подход к организации подготовки, учёт индивидуальных образовательных запросов педагогов;
- системность, включающая развитие всех составляющих методической компетентности учителя и соответствие целей, содержания, методов и форм её развития.

## **ГЛАВА 2. Дидактические основания проектирования и организации исследовательской деятельности учащихся**

### **2.1. Принципы и закономерности исследовательского обучения**

Для реализации требований новых образовательных стандартов в части формирования опыта и навыков исследовательской деятельности учащихся необходимо спроектировать целостный учебный процесс, в котором все учащиеся систематично и последовательно включаются в исследовательскую деятельность, в первую очередь на уроке, и далее во внеурочных формах организации. Соответственно, необходимо разработать теоретическую модель проектирования и организации исследовательской деятельности в учебном процессе, в которой нужно рассмотреть вклад каждой учебной дисциплины в формирование исследовательских умений учащихся с учетом специфики изучаемых предметов.

Теория должна включать в себя принципы организации исследовательской деятельности, алгоритмы отбора методов обучения для различных дидактических ситуаций, указания на способы выбора оптимальных сочетаний форм организации обучения, методику формирования УУД на уроках, специфические способы эффективного применения учебного оборудования и УМК.

Нормативную функцию, реализующую теоретические положения ядра любой теории, выполняют законы, сформулированные данной наукой, теорией. В дидактике ряда предметов известны попытки сформулировать законы [61], закономерности процесса обучения конкретным наукам [20, 72]. Однако общая точка зрения состоит в том, что на уровень законов, как точно сформулированных, повторяющихся устойчивых связей теория обучения выйдет не скоро [59]. Меньший уровень строгости имеют закономерности, которые, по И.Я. Лернеру, выполняются в учебном процессе при условии соблюдения установленных правил [24]. Этим рассматриваемые



закономерности второго типа отличаются от закономерностей первого типа, выполняющихся при любой организации учебного процесса и имманентно ему присущих, например - любое обучение формирует личность, ставится или нет такая цель.

Рассмотрим принципы организации исследовательской деятельности в процессе обучения физике, которые включают как общедидактические принципы обучения [24], так и принципы, специфические для методики обучения естественным наукам, выделим закономерности исследовательского обучения естественным наукам, выполняющиеся при условии соблюдения указанных принципов в учебном процессе.

Укажем в качестве **первой выделенной нами закономерности** организации исследовательского обучения *закономерность непрерывного развития ориентировочной основы исследовательской деятельности* и последовательного формирования системы исследовательских элементов учебной деятельности учащихся.

Для выполнения любой деятельности необходима ориентировочная основа. При планировании исследовательской деятельности в учебном процессе учитель предварительно должен проанализировать степень сформированности компонентов ориентировочной основы:

- содержательного: знаний, которые нужно применить, чтобы принять исследовательскую задачу;
- мотивационного: интереса к предмету, желания решать эту задачу;
- инструментально-деятельностного: развитых ранее умений (общеучебных, в.т.ч. УУД, предметных, исследовательских).

Таким образом, исследовательские умения не только формируются в процессе исследовательской деятельности, но и составляют ее основу, без которой эта деятельность не может быть организована. Следовательно, требуется поэтапное, поэлементное включение учащихся в исследовательскую деятельность с целью формирования соответствующих исследовательских умений как ее ориентировочной основы. Необходима

программа формирования основ исследовательской культуры, развития опыта участия в исследовательской деятельности в образовательном процессе на всех ступенях обучения в школе через урочную и внеурочную деятельность. На основе такой программы в курсе каждой дисциплины с учетом ее специфики планируется развитие определенных исследовательских умений, и, по мере усвоения учащимися научных основ содержания и формирования УУД, предметных и исследовательских умений, возрастает доля их самостоятельной исследовательской работы и уменьшается прямое руководство ею со стороны учителя. Формируя основы исследовательской культуры, учитель сначала играет ведущую роль, постепенно роль смещается, учащиеся принимают, осваивают позиции учителя.

Выделенная закономерность реализует принципы систематичности и последовательности, сотрудничества учащихся и педагога в исследовательской деятельности, сочетания исследовательской деятельности на уроке и во внеурочных формах обучения, междисциплинарной интеграции.

Принцип систематичности и последовательности предполагает логическое построение, как содержания, так и процесса обучения. Проектируется не отдельный урок, а система уроков в теме, разделе, развитие исследовательских умений в процессе обучения.

Принцип сотрудничества учащихся и педагога в исследовательской деятельности. Учитель включается в исследовательскую деятельность, организуемую на уроке, осуществляя функцию управления. Принцип способствует формированию сотрудничества как типа взаимоотношений в процессе исследовательской деятельности «учитель - ученик» и «ученик – ученик». Позиции учителя в организуемой исследовательской деятельности: исследователь, ведущий, координатор, эксперт.

Принцип сочетания исследовательской деятельности на уроке и во внеурочных формах обучения. Для того чтобы дать возможным каждому учащемуся выйти на максимально возможный для него уровень учебной

исследовательской деятельности, необходимо сочетание исследовательской деятельности на уроке и во внеурочных формах обучения.

На рис. 2 показаны уровни исследовательской деятельности в учебном процессе.

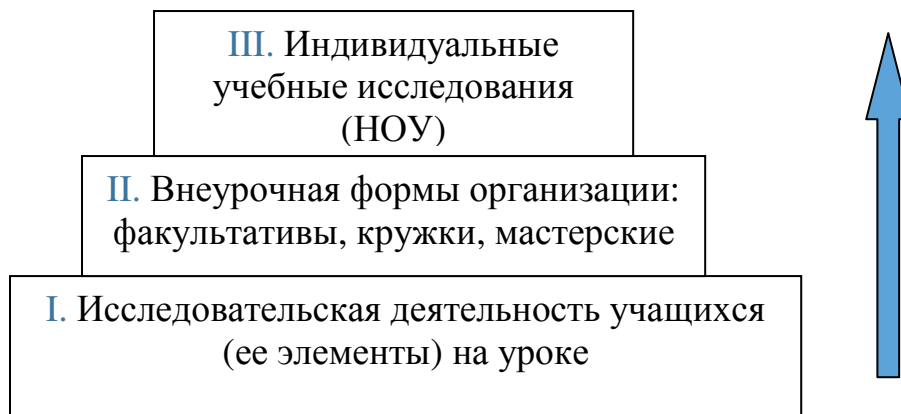


Рис. 2 Уровни организации исследовательской деятельности учащихся в учебном процессе

На уроке в учебное исследование вовлечены все учащиеся, при этом формируются основные исследовательские умения, которых требуют образовательные стандарты (I уровень).

Наиболее мотивированным к этому виду деятельности учащимся нужно дать возможность развивать исследовательские умения во внеурочных формах работы: факультативах, кружках, мастерских и т.п. (II уровень). Специфика внеурочных занятий позволяет учителю, не связанному требованиями программ обязательного курса, предоставить учащимся большую самостоятельность, не навязывая своего темпа и содержания. Тематика исследований может либо дополнять основной курс предмета, либо рассматривать вопросы, не представленные в программе, в том числе интегрированные с другими дисциплинами.

И, наконец, самый высокий уровень (III уровень) школьных учебных исследований – индивидуальные учебно-исследовательские проекты, например, в рамках Научного общества учащихся (НОУ). В этом случае исследование воплощается в наиболее полном варианте, при выполнении

учащийся полноценно проходит все этапы исследования, причем в том темпе, который ему удобен.

Принцип междисциплинарной интеграции. Стандарты обучения второго поколения предписывают формирование умений исследовательской и проектной деятельности при изучении всех предметов школьной программы, на всех ступенях обучения. Проектируя исследовательскую деятельность при изучении физики, необходимо учитывать, какие способы и приемы исследовательской деятельности используются при изучении других дисциплин. Во внеурочной деятельности могут быть исследования на материале задач междисциплинарного естественнонаучного содержания.

**Второй важнейшей закономерностью** в разрабатываемой нами теории является необходимость *дидактического проектирования исследовательской деятельности*, закономерная связь отобранного содержания, методов обучения и форм его организации с уровнем проектируемой исследовательской деятельности учащихся.

Выделенная закономерность следует из следующих принципов организации исследовательской деятельности: целостности учебного процесса, научности и цикличности, контекстности, рационального сочетания индивидуальных и коллективных форм обучения.

Принцип целостности учебного процесса при организации исследовательской деятельности раскрывает соотношение и взаимосвязь образовательной и развивающей функций обучения. На каждом уроке проектируется три аспекта:

- предметное содержание, логика его развертывания;
- исследовательская деятельность учащихся: включение учащихся в учебное исследование и его развитие;
- необходимые формы взаимодействия учитель – ученик, ученик – ученик, групповые, индивидуальные, фронтальные формы обучения.

В рефлексивно-оценочной деятельности также должны присутствовать как предметное содержание, так и способы деятельности, усвоенные на уроке:

«Какой результат мы получили и как мы действовали, чтобы его достигнуть?».

Принцип научности совместно с принципом цикличности предписывает при обучении физике следовать логике науки [24], цикла научного познания «факты → модель → следствия → эксперимент» [86], выстраивать содержание учебного материала на базе ведущих физических теорий [14]. В учебном процессе при изучении физических явлений используются теоретические и эмпирические методы исследований, свойственные физике как науке, что позволяет формировать у школьников методологические знания, исследовательские умения в процессе организованной исследовательской деятельности.

Принцип контекстности наряду с принципом научности позволяет провести анализ содержания обучения физике и выделить содержание, на котором возможна организация исследовательской деятельности, определить уровень самостоятельности учащихся при ее выполнении. Полный цикл, полный набор исследовательских действий учащихся не может быть реализован всегда, при любом содержании, независимо от контекста. Для учебного предмета «физика», в максимальной степени из всех школьных предметов близким базовой науке, принципиально важно положение изучаемого элемента содержания в структуре теории (эмпирическое основание, теоретическое ядро, выводы и следствия).

При экспериментальном получении принципиально новых фактов, положений теории, учащийся не может планировать эксперимент, он просто не подозревает о необходимости проведения тех или иных действий в новой для него познавательной области. При формировании новых знаний, относящихся к ядру теории, организация полноценной исследовательской деятельности на уроке невозможна ввиду отсутствия знаний, необходимых, чтобы принять исследовательскую задачу, т.е. содержательного компонента ориентировочной основы, о котором говорилось выше.

На этапе перехода от ядра к следствиям, при применении изученных законов, необходимо выбирать методы обучения, которые обеспечивают максимально высокий уровень самостоятельности и познавательной активности (эвристический, исследовательский), именно на этом этапе целесообразно включать исследовательскую деятельность учащихся в урок.

Принцип рационального сочетания коллективных и индивидуальных форм обучения. Наиболее эффективным при организации исследовательской деятельности на уроке является сочетание фронтальной и групповых форм организации. В зависимости от того, формирование какого исследовательского действия учитель планирует на данном уроке, этапы фронтальной и групповой работы будут смещаться. Именно на этапе работы в группах происходит освоение способа деятельности, который запланирован на данном уроке. Могут быть предложены различные способы конструирования групп. В группах могут выполняться отдельные части общего исследования, затем результаты каждой группы фронтально обсуждаются и объединяются.

**Третья закономерность** определяет роль вводимых элементов *исследовательской деятельности в формировании общеучебных умений и развития личности учащихся.* Говоря об организации исследовательской деятельности учащихся в связи с введением новых стандартов образования, хотелось бы отметить и роль этой деятельности в формировании системы универсальных учебных действий (УУД). В процессе организации исследовательской деятельности используются и развиваются все виды УУД – регулятивные, познавательные, коммуникативные, о чем уже упоминалось в главе 1.

## **2.2. Проектирование исследовательской деятельности в системе уроков: выбор форм, методов, средств обучения**

В психолого-педагогической науке рассмотрены в основном внеурочные формы организации учебных исследований: факультативы, кружки, мастерские, конференции, конкурсы, молодежные объединения. Авторы публикаций отмечают, что классно-урочная система имеет гораздо меньшие возможности для реализации исследовательского обучения. Однако формирование исследовательских умений, требуемых образовательными стандартами как основного, так и общего образования, предполагает исследовательскую деятельность учащихся именно на уроке, как основной форме организации учебного процесса в школе.

Рассмотрим возможные варианты организации исследовательской деятельности на уроке в зависимости от содержания обучения и основной дидактической цели урока. В зависимости от дидактической ситуации урока исследовательская деятельность на уроке может осуществляться на разных уровнях и реализуется различными методами обучения.

Уточним этапы проектирования урока. Для проектирования учебного процесса необходимо учитывать содержание обучения, цели, методы и формы организации, дидактические средства, типы и виды уроков, причем обязательным умением учителя является связать все эти элементы в единое целое. Акцентируем внимание на том, что необходимо проектировать не отдельный урок, а именно систему уроков в пределах темы, курса.

Научно-методический анализ темы курса рекомендуют с трех позиций:

- значимость темы в общей системе знаний;
- новизна изучаемого материала;
- сложность изучаемого материала [5, 28].

Анализ значимости учебного материала предполагает выявление фундаментальных понятий, идей, принципов, которые вводятся в теме впервые или сущность которых в теме раскрывается; определение значения изучаемого для понимания дальнейшего или осмысления пройденного ранее;

оценку его практического значения. Такой анализ близок к уровневому анализу, позволяющему выяснить, до какого уровня должно быть доведено усвоение учащимися отдельных элементов темы.

Анализ новизны материала предполагает выделение вопросов, изучаемых впервые, а также выявление знаний по заданной теме, полученных учащимися непосредственно на предыдущих уроках, при изучении других учебных дисциплин или из жизненного опыта.

При анализе сложности изучаемого материала необходимо учитывать не только объективную трудность (уровень абстрактности, обобщенности, сложность и громоздкость используемого математического аппарата, логических умозаключений и т.п.), но и фактор интереса, который представляет изучаемый материал для школьников, а также их подготовку к его восприятию.

На наш взгляд, для научно-методического анализа изучаемого материала в курсе физики необходимо добавить еще одну позицию: положение изучаемого содержания в структуре физической теории, как того требуют принципы научности и контекстности. Согласно этим принципам в содержании учебного материала можно выделить, как в соответствующей научной теории, основание, ядро и следствия. От того, какое место занимает изучаемое содержание в структуре теории, существенно зависит степень самостоятельности учащихся в учебном процессе, а, следовательно, и ведущие методы обучения при получении новых знаний, что отражено на рис. 3.



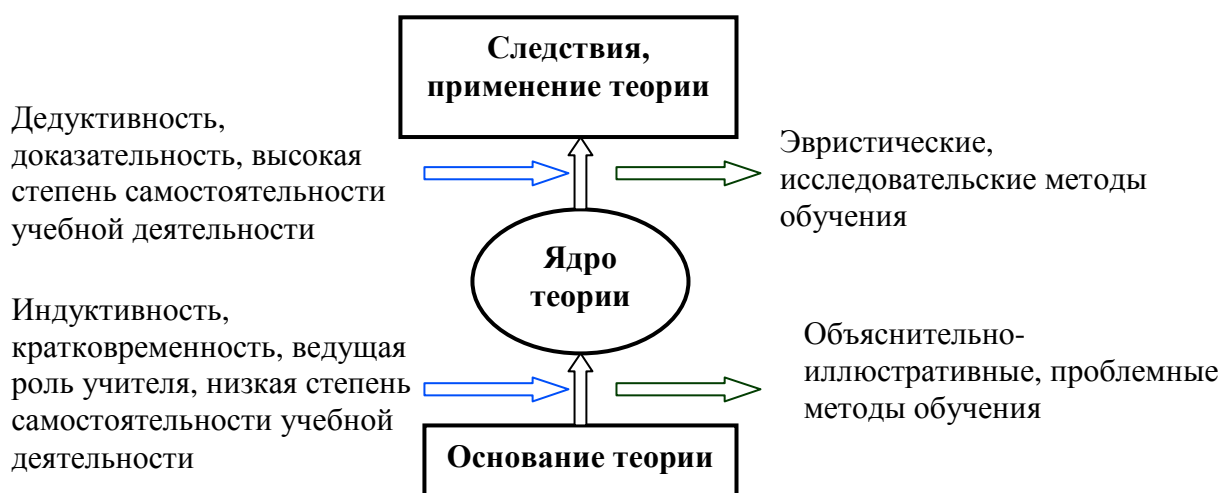


Рис. 3. Структура физической теории и ее отражение в организации учебного процесса

Проведение научно-методического анализа с четырех рассмотренных позиций дает информацию для выбора обоснованного дидактического решения.

В работах [14, 91, 105] предлагается следующая последовательность действий учителя по конструированию урока: отбор содержания обучения – определение целей урока – выбор ведущего метода обучения и типа урока – определение вида урока и форм его организации – выбор средств обучения – оценка достигнутого результата, организация обратной связи за ходом учебного процесса, внесение корректив в учебный процесс.

Учитель начинает с анализа содержания обучения, чтобы определить для себя, объем знаний, умений, видов деятельности, которые подлежат обязательному усвоению учащимися на уроке, в теме, в курсе. Далее оценивает сформированность ориентировочной основы для продуманного целеполагания.

Мы исходим из понимания целей урока как будущего необходимого состояния учащихся, поэтому цель урока выражается в глаголах деятельности ученика: будут знать, смогут решить, научатся ... Такие цели являются диагностируемыми. Исходя из цели урока, можно определить его тип: урок новых знаний, применения знаний и формирования умений, выработки навыков, систематизации и обобщения, контроля и коррекции.

Для урока каждого типа характерны свои методы обучения. На отдельных этапах урока методы обучения могут чередоваться, однако всегда можно выделить один ведущий, системообразующий, характеризующий урок определенного типа [14]. Именно характеристика метода обучения является основной в описании организованного учебного процесса.

Методы обучения можно классифицировать по различным основаниям. И.Я. Лернер, М.Н. Скаткин классифицировали методы обучения по характеру познавательной деятельности учащихся [24, 90]: объяснительно-иллюстративный, репродуктивный, проблемный, частично-поисковый (эвристический), исследовательский.

Кроме метода обучения учитель выбирает форму организации учебного процесса. Формой часто называют и беседу, и лекцию, и семинар, описываются групповые и индивидуальные формы урока [33]. Форма организации описывает ближайшее окружение ученика в познавательном процессе с точки зрения количества, относительного уровня учебных возможностей, специфического учебного взаимодействия в процессе учения. Мы будем выделять с точки зрения количества участников ближайшего познавательного окружения фронтальные, групповые и индивидуальные формы организации учебного процесса. Учитель в организации процесса учения, продвижения ученика от незнания к знанию и самостоятельному оперированию содержанием должен уметь варьировать состав учебной группы, с которой он непосредственно взаимодействует, от фронтальной до индивидуальной.

Рассмотрим последовательность проектирования исследовательской деятельности учащихся в учебном процессе. Предметом проектирования являются три аспекта:

- предметное содержание, логика его развертывания;
- включение учащихся в учебное исследование и его развитие;
- необходимые формы взаимодействия учитель – ученик, ученик – ученик, групповые, индивидуальные, фронтальные формы обучения.

Последовательность этапов проектирования исследовательской деятельности представлена в виде схемы на рис. 4.

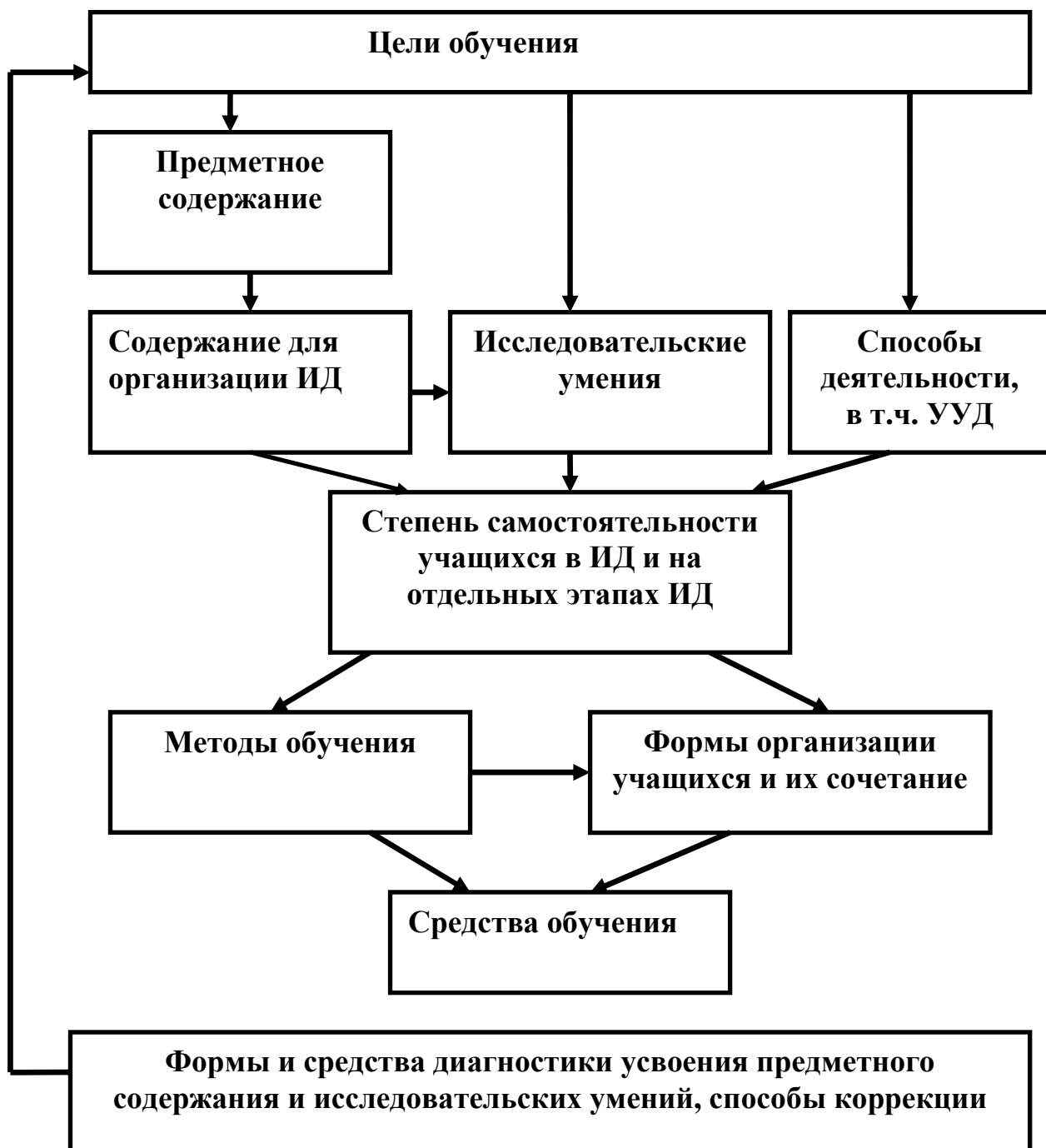


Рис. 4. Последовательность проектирования исследовательской деятельности учащихся в системе уроков

Учителю при проектировании исследовательской деятельности учащихся на уроке надо осуществить *следующие этапы*:

– провести анализ предметного содержания и выделить содержание, на котором можно формировать исследовательские умения;

- выделить возможные формируемые определенные исследовательские умения на данном предметном содержании;
- определить степень самостоятельности учащихся при выполнении исследовательской деятельности с учетом заложенной (сформированной) ориентировочной основы действий;
- осуществить обоснованный выбор методов обучения, позволяющий реализовать исследовательскую деятельность учащихся на данном содержании;
- выбрать формы обучения учащихся при организации исследовательской деятельности (индивидуальная, групповая, фронтальная, их сочетание);
- отобрать средства обучения;
- рассмотреть организацию диагностики уровней формируемых умений и возможные способы коррекции деятельности учащихся по продвижению от одного уровня к другому.

Начинать необходимо с анализа **содержания обучения**, на основе которого определяем методы и формы обучения, а также те исследовательские умения, которые можно развивать, и уровень самостоятельности учащихся при организации исследовательской деятельности или ее элементов.

Как уже отмечалось, в содержании обучения физике можно выделить основание, ядро и следствия, аналогично структуре научной теории. При формировании новых знаний, относящихся к ядру теории, организация полноценной исследовательской деятельности на уроке невозможна ввиду отсутствия знаний, необходимых, чтобы принять исследовательскую задачу, т.е. содержательного компонента ориентировочной основы, о котором говорилось выше. При изучении такого содержания возможно применение проблемного, объяснительно-иллюстративного методов, с включением элементов исследовательской деятельности при планировании эксперимента и его реализации. В целом, требования к учебному процессу при изучении

этого содержания – «руководящая роль учителя, кратковременность, обоснованность».

На этапе перехода от ядра к следствиям, при применении изученных законов, необходимо выбирать методы обучения, которые обеспечивают максимально высокий уровень самостоятельности и познавательной активности (эвристический, исследовательский), именно на этом этапе необходимо включать исследовательскую деятельность учащихся в урок.

Для обоснованного выбора методов и форм обучения при включении исследовательской деятельности в урок предлагаем рассмотреть этапы исследования и уровень самостоятельности учащихся на каждом из них. Как уже говорилось в главе 1, выделяют следующие этапы исследования:

1. Сбор фактов. Выявление противоречий, формулировка проблемы.  
Постановка исследовательской задачи.
2. Построение модели исследуемого явления. Выдвижение гипотез.
3. Планирование решения задачи.
4. Реализация разработанного плана.
5. Анализ и оценка результатов, построение обобщений, формулировка выводов.

Наиболее сложным, на наш взгляд, этапом для самостоятельной работы учащихся является постановка исследовательской задачи. Умение видеть проблему, определить противоречие – это сложная задача не только для учащихся, но и для ученого. А.С. Обухов отмечает значимость в деятельности учителя научиться «провоцировать появление вопросов и желания найти на них ответы» [65]. В.С. Лазарев определяет умение ставить исследовательские задачи как умение ставить вопросы о недостающем знании и предъявлять требования к ответам на них [45].

От учителя этот этап требует тщательного продумывания и подготовки. Необходимо создать ситуацию, не укладывающуюся в стандартные алгоритмы деятельности, именно в таком случае, как утверждают психологи, проявляется поисковая активность и инициируется исследовательское

поведение. Под учебной проблемой будем понимать запланированное, умышленно созданное противоречие между имеющимися знаниями и новым фактом. В естественных науках источником проблемной ситуации может быть эксперимент – фронтальный, демонстрационный или домашний, как будет показано в главе 3.

Если на уроке постановка исследовательской задачи все-таки остается за учителем, очень важно убедиться, что ученики приняли эту задачу, т.е., во-первых, могут сформулировать вопрос о том, что хотят узнать, во-вторых, определить требования к результату изучения объекта.

Следующий этап – выдвижение гипотез, что является одним из главных исследовательских умений. Это умение, как и любое другое необходимо формировать в ходе самой деятельности, поэтому сначала необходимо с учащимися выработать требования к результату действия (гипотеза должна быть обоснованной и проверяемой). Для выполнения этого действия очень удобна работа в группах – каждая группа предлагает рабочую гипотезу (гипотезы) на общее обсуждение и обосновывает их. Для обоснованного выдвижения гипотез часто необходимо дополнительно собрать факты, выполнить наблюдения. Для этого также можно продумать задания в группах. В некоторых случаях этот этап также может быть осуществлен учителем.

Разработка плана решения исследовательской задачи – одно из исследовательских действий, которые составляют операциональную составляющую исследовательской деятельности. Сначала необходимо научить школьников определять последовательность действий, которые позволят проверить гипотезу и найти решение поставленной задачи. На наш взгляд, в этом случае оптимальным методом обучения является эвристическая беседа. Учитель, формулируя вопросы, наводит учащихся на соответствующую поставленной задаче последовательность действий, не отвергая ошибочные предложения, а подводит к пониманию ошибок. «Если нас, как исследователей интересует (формулируется гипотеза, предложенная

ранее), с чего нужно начать исследование?». Выдвинутые предложения обсуждаются фронтально, затем следует вопрос о следующем шаге и т.д. В дальнейшем, в зависимости от сложности и новизны задачи, следует для этого эта использовать работу в группах, с обязательным фронтальным обсуждением выдвинутых разными группами вариантов решений. При таком обсуждении учащиеся поочередно выступают как в роли разработчиков, так и в роли экспертов.

Следующий этап – воплощение разработанных планов – лучше всего осуществляется в процессе групповой (парной) работы. В некоторых случаях основой познавательной деятельности учащихся на этом этапе может быть и демонстрационный эксперимент. Например, на уроке в 8 классе исследовательской задачей является определение зависимости между силой тока и напряжением на участке цепи. Выработав план эксперимента (либо фронтально, либо в группах), сам эксперимент осуществляет учитель (лаборант) на демонстрационном оборудовании. Полученные же результаты учащиеся могут обсудить в группах и определить вид зависимости путем построения графика и т.д.

В любом случае последний этап - обсуждение полученных результатов, формулировка выводов, построение обобщений – должен быть проведен под руководством учителя.

В зависимости от дидактической ситуации урока исследовательская деятельность на уроке может осуществляться на разных уровнях и реализуется различными методами обучения. Рассмотрим возможные варианты организации исследовательской деятельности на уроке в зависимости от содержания обучения и основной дидактической цели урока. Соотношение самостоятельной работы и деятельности под руководством учителя отражается в выборе ведущего метода обучения.

Таблица 9. Сопоставление уровней исследовательской деятельности и методов обучения

Содержание учебного материала и цели обучения	Этапы исследования		Под руководством учителя	Сам-но	Метод обучения
	№	Содержание			
I. Переход в новую понятийную область	1.	Постановка исследовательской задачи	+		ПРОБЛЕМНЫЙ
	2.	Выдвижение гипотез	+		
	3.	Планирование решения задачи	+		
	4.	Реализация разработанного плана		+	
	5.	Анализ и оценка результатов, построение обобщений	+		
II. Получение эмпирических законов, применение теории	1.	Постановка исследовательской задачи	+		ЭВРИСТИЧЕСКИЙ
	2.	Выдвижение гипотез	+		
	3.	Планирование решения задачи		+	
	4.	Реализация разработанного плана		+	
	5.	Анализ и оценка результатов, построение обобщений	+		
III. Формирование новых способов деятельности, применение теории	1.	Постановка исследовательской задачи	+		ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
	2.	Выдвижение гипотез		+	
	3.	Планирование решения задачи		+	
	4.	Реализация разработанного плана		+	
	5.	Анализ и оценка результатов, построение обобщений	+		
IV. Перенос знаний и умений в новую ситуацию	1.	Постановка исследовательской задачи		+	ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
	2.	Выдвижение гипотез		+	
	3.	Планирование решения задачи		+	
	4.	Реализация разработанного плана		+	
	5.	Анализ и оценка результатов, построение обобщений	+		

При экспериментальном получении принципиально новых фактов, положений теории, учащийся не может планировать эксперимент, он просто не подозревает о необходимости проведения тех или иных действий в новой для него познавательной области. Типичным примером из курса физики средней школы является обнаружение и исследование явления электромагнитной индукции, и установление соответствующего закона. Если просто дать учащимся катушки, источник, магнит и гальванометр, то нужно обладать гением Фарадея, чтобы открыть и сформулировать, то, что от них требуется. Поэтому в подобных ситуациях план исследования,



мотивационную основу деятельности предлагает учитель, задача же учеников – предложить свой вариант, способ изменения магнитного потока, обобщить увиденное, сформулировать закон, вначале неизбежно неполно и неточно, и т.д. Поскольку материал представляет для школьников субъективную новизну, на этом этапе возможно сочетание элементов исследовательской деятельности учащихся с руководством учителя при обобщении ее результатов и формулировке законов, что соответствует **первому уровню** и проблемному методу обучения согласно таблице 9.

На этапе применений знаний и формирования умений, получения эмпирических законов учащиеся участвуют в составлении плана проверки выдвинутых гипотез, его практической реализации в виде экспериментальной деятельности, что соответствует в целом эвристическому методу поэтапного исследования (**второй уровень**).

Для иллюстрации этапа получения эмпирических законов опишем урок изучения закона равновесия рычага. Учителем ставится вопрос – можно ли груз 3 Н уравновесить грузом 1 Н? С точки зрения предыдущей изученной физики ответ учащихся может быть только отрицательным. Если же кто-то выскажет идею рычага, в крайнем случае, это будет учитель, на демонстрационной установке ставится соответствующий опыт, наблюдается равновесие, замечаются значения плеч и выдвигается гипотеза – на рычаге можно уравновесить две любые две силы при соответствующих значениях плеч. В ходе коллективного обсуждения разрабатывается план экспериментального исследования, в группах или парах проводится сама работа с неизвестным, вообще говоря, результатом для учащихся, полученные результаты коллективно обсуждаются, формулируется закон равновесия рычага.

Когда имеются основные знания учащихся и сформированы способы деятельности, можно переходить к собственно исследовательским методам обучения, передавая учащимся функции выдвижения гипотез, а затем и саму постановку исследовательской задачи. Однако возможность применения

такого варианта исследовательского метода обучения следует убедительно обосновать и подкрепить предметными знаниями и учебными умениями учащихся, в противном случае идея исследовательского обучения может быть дискредитирована. Таких учебных задач ограниченное количество, выполнение каждой из них должно быть тщательно подготовлено учителем. Например, чтобы реализовать в виде полноценной исследовательской работы потенциально пригодную для этого задачу экспериментального определения сопротивления проводника по закону Ома следует:

1. обеспечить знание самого закона;
2. сформировать экспериментальные умения измерения силы тока и напряжения;
3. обеспечить возможность самостоятельного выдвижения учащимися гипотезы и плана работы, для чего дома решить соответствующую расчетную задачу, причем данные предложить в виде изображения схемы с показаниями стрелочных приборов;
4. на этапе актуализации опорных знаний урока проведения исследовательской работы решить эту задачу на доске, оставив схему и расчеты на всё время работы учащихся;
5. раздать учащимся неизвестные сопротивления, предложив самим выбрать необходимые приборы, собрать схемы, провести измерения и расчёты;
6. скорее всего, не все учащиеся смогут самостоятельно выполнить всю работу, особенно её первые этапы, составляющие суть исследовательской деятельности (гипотеза и план работы), поэтому учитель осуществляет оперативную поддержку, учитывая меру самостоятельности учащихся при подведении итогов и выставлении оценок.

Поскольку далеко не все учащиеся в реальном классе обладают достаточным уровнем развития и обученности для организации исследовательского варианта учебного процесса, на наш взгляд, наиболее эффективно при организации исследования на уроке сочетание

фронтальной и групповых форм организации. Рассмотрим чередование форм организации учащихся на уроке в 9 классе при изучении периода колебаний нитяного маятника:

- ставится задача установить зависимость периода колебаний, и выдвигаются гипотезы – от чего период может зависеть;
- идет фронтальное обсуждение, выдвигаются способы проверки гипотез;
- в группах учащиеся планируют эксперимент, который позволил бы им обнаружить связь величин и характер этой зависимости;
- фронтальное обсуждение представленной каждой группой плана эксперимента (сравниваем с требованиями к эксперименту – позволяет ли он достичь цели, не влияют ли какие-то другие факторы, какие будут погрешности);
- снова работа в группах: если первоначально предложенный план не удовлетворяет требованиям к результату, идет его корректировка, и выполнение эксперимента, который спланировали;
- фронтальное обсуждение полученных в эксперименте результатов, подведение итогов.

На рис. 5 показано схема чередования фронтальной работы и работы в группах для урока, где акцент поставлен на формировании умения планировать эксперимент по проверке выдвинутой гипотезы. Данная схема соответствует п.2 в таблице 9.

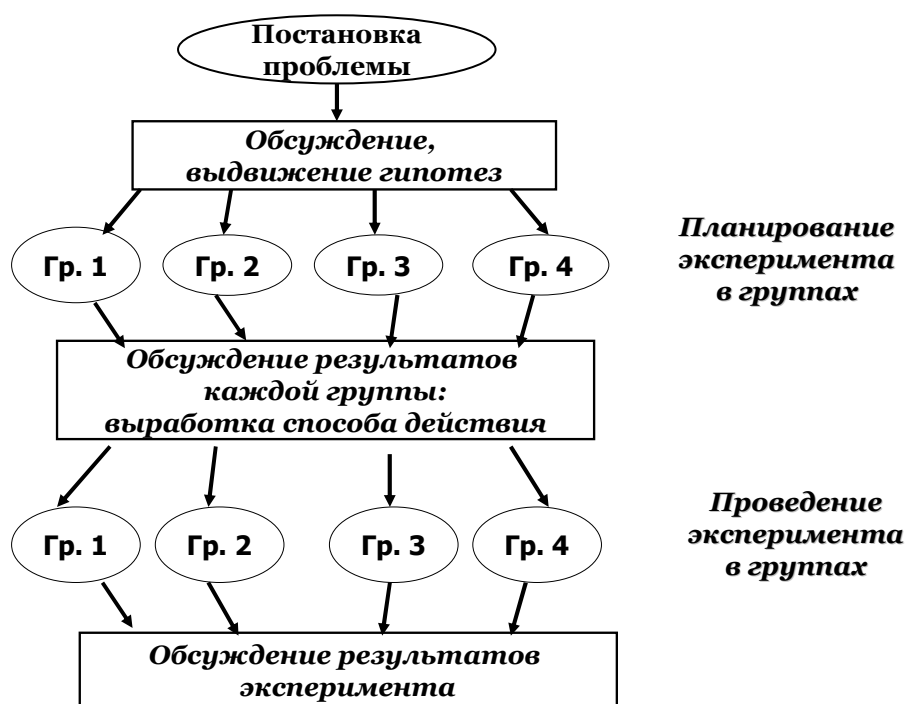


Рис. 5. Сочетание форм обучения при организации исследовательской деятельности

При организации групповой работы могут быть предложены различные способы конструирования групп. Группы могут быть как однородные (гомогенные), так и разнородные (гетерогенные), причем могут быть разделены по разным основаниям. Чаще всего основанием для деления на группы являются результаты диагностики учебного процесса (успеваемость), соответственно могут быть сформированы однородные группы учеников, способных обучаться соответственно на репродуктивном, реконструктивном и творческом уровне, либо разнородные группы, в которые входят и «сильные», и «слабые» ученики (как в приведенном выше примере). При делении на однородные группы, очевидно, необходимо дифференцировать задания для разных групп, поскольку выполнять работу они будут с различной степенью самостоятельности.

Говоря об организации исследования на уроке в группах, следует обсудить возможность коллективно-распределенной деятельности, кооперативно-групповой формы организации. В группах могут выполняться

отдельные части общего исследования, затем результаты каждой группы фронтально обсуждаются и объединяются. Вернемся к изучению периода колебаний нитяного маятника. Учащиеся могут выдвинуть гипотезы о зависимости периода от длины нити, массы груза, амплитуды колебаний, ускорения свободного падения. Каждая группа вырабатывает план эксперимента, позволяющего проверить одну из гипотез, проводит эксперимент, обрабатывает результаты. На следующем этапе следуют представления результатов групп всему классу, экспертиза со стороны других групп и учителя, общий вывод. Аналогично может быть организовано изучение зависимости периода колебаний пружинного маятника от его параметров, зависимости для силы трения скольжения, выталкивающей силы и др.

Подробно проиллюстрируем предложенную модель на примере конструирования урока физики, выделив основные этапы исследования и формируемые исследовательские умения.

Урок «Изучение колебаний математического маятника» разработан в соответствии с программой физики Н.С. Пурышевой, Н.Е. Важеевской для 7 класса. На уроке учащиеся установят экспериментально, от каких характеристик зависит период колебаний математического маятника. Проект урока разработан совместно с учителем физики гимназии № 50 Харитоновой О.А., опубликован в журнале «Физика в школе» и является победителем конкурса «Открытое образование» 2011 г., учрежденным Нижегородским государственным университетом им. Н.И. Лобачевского.

Проведем анализ компонентов ориентировочной основы (содержательного, мотивационного, инструментально-деятельностного).

Содержательный компонент ориентировочной основы для исследовательской деятельности на данном уроке составляют понятия о механических колебаниях, их характеристиках (амплитуда колебания, смещение, период и частота колебаний), представления о моделях

математического и пружинного маятников, полученные на предыдущих уроках.

Мотивационная основа исследовательской деятельности формируется с помощью проблемной ситуации, созданной учителем на этапе актуализации знаний.

Инструментально-деятельностная основа. Учащиеся умеют определять период маятника, измеряя время, за которое маятник совершит определенное количество колебаний. Исследовательские умения у учащихся 7 класса на момент проведения данного урока формируются в процессе изучения физики в течение полугода. Учащиеся умеют выдвигать гипотезы, на предыдущих уроках с учащимися были выработаны требования к результату этого действия (гипотеза должна быть обоснованной и проверяемой). Разработка плана решения исследовательской задачи – одно из исследовательских действий, которое формируется в процессе всего школьного курса физики, усложняя саму задачу. Для семиклассников выработать план самостоятельно достаточно сложно, поэтому на этом этапе происходит чередование групповой и фронтальной работы. Учащиеся в группах вырабатывают план эксперимента, позволяющего проверить гипотезу, а затем представляют выработанные планы на общее обсуждение. Важно, чтобы экспертами в этом случае выступают учащиеся других групп, которые задают вопросы и вносят коррективы, учитель должен направлять ход обсуждения, возможно, помогая наводящими вопросами, но не давать свое готовое решение.

Таким образом, проанализировав имеющуюся ориентировочную основу, приходим к выводу, что урок может быть реализован исследовательским методом, что в таблице 3 соответствует п.3. Это значит, что выдвижение гипотез, выработку плана решения исследовательской задачи, выполнение эксперимента выполняют сами учащиеся, постановку проблемы осуществляет учитель, формулировку исследовательской задачи и подведение итогов, формулировку выводов – учащиеся под руководством учителя. План урока представлен в таблице 10.

Таблица 10

Этапы урока	Деятельность учителя и её обоснование	Прогнозируемая деятельность учащихся
<u>Организа- ционный</u>	Организация внимания учащихся. Создание атмосферы сотрудничества, настрой учащихся на продуктивную деятельность.	Демонстрируют готовность к работе
<u>Актуализа- ция знаний</u>	<p><i>Вопросы, подводящие учащихся к постановке проблемы:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какое движение называют колебательным?</li> <li>2. Приведите примеры колебательного движения.</li> <li>3. Какие виды маятников вы знаете?</li> <li>4. Какие величины характеризуют колебательное движение? (смещение, амплитуда, период, частота). Дайте определение.</li> <li>5. Как можно определить период колебания маятника?</li> <li>6. Что представляет собой математический маятник?</li> </ol>	Отвечают на вопросы
<u>Постановка проблемы.</u>	<p><b><i>Введение в проблемную ситуацию.</i></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Диалог учителя с учениками <ul style="list-style-type: none"> <li>- Вы замечали, что когда люди идут (и вы в том числе), они машут руками? Какое движение совершает рука при ходьбе?</li> <li>- Колебательное движение.</li> <li>- Можно ли измерить период свободных колебаний вашей руки?</li> <li>- Каким образом?</li> </ul> </li> <li>2. Учитель предлагает провести этот опыт в группах и посмотреть, чему равен период колебания рук учащихся. <p><u>Обязательное указание учителя:</u> <u>колебания должны быть свободными.</u></p> </li> <li>3. <b><i>Формулирование проблемной ситуации:</i></b></li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Учащиеся должны предложить способ, при котором период колебания находится отношением времени колебания к числу колебаний (аналог ответа на вопрос №5 из актуализации знаний).</li> <li>2. Проводится опыт. Результаты, полученные каждой группой, записываются на доске (они получаются примерно равными).</li> </ol>

	<p>«Период свободных колебаний руки у всех групп почти одинаковый. Почему? Отчего же зависит период свободных колебаний?»</p> <p>- Наша рука – сложный механизм, и, наверное, нельзя сразу ответить на наш вопрос. В физике для объяснения явлений часто пользуются моделями, имитирующими процессы. Предложите модель, имитирующую нашу руку.</p> <p>Учитель предлагает с помощью маятника установить, от каких характеристик зависит период его колебания, и установить, насколько предложенная модель подходит для описания колебаний руки. Объявляет тему урока: «Период колебания математического маятника».</p>	<p>Учащиеся предлагают в виде модели математический маятник.</p> <p>Записывают тему урока в тетрадь.</p>
<p>Формулировка гипотез</p>	<p><b>Выдвижение гипотез.</b></p> <p>Учитель задает учащимся вопрос «От чего же может зависеть период колебания маятника?» и предлагает выдвинуть гипотезы.</p> <p>Выдвигаются три гипотезы, для других предположений у учащихся нет обоснований, поэтому если будут высказаны, нужно обсудить, являются ли они гипотезами.</p>	<p>Выдвигают гипотезы. Период колебания маятника зависит:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– от длины нити;</li> <li>– от массы груза;</li> <li>– от амплитуды колебаний.</li> </ul>
<p>Планирование эксперимента</p>	<p><i>Проводится беседа, подводящая учащихся к планированию и проведению эксперимента.</i></p> <p>- Мы уже обсуждали с вами, что гипотезы должны быть проверяемы, т.е. должен быть способ их проверки. Как проверить гипотезы?</p> <p>Предлагаю вам в группах спланировать эксперимент по проверке ваших гипотез.</p> <p><i>Организуется групповая работа. Каждая группа планирует эксперимент по проверке только одной гипотезы, учитель распределяет, какую гипотезу</i></p>	<p>Предлагают провести эксперимент по проверке гипотезы.</p> <p>Каждой группой</p>



	<p><i>проверяет каждая группа.</i></p> <p>Дается время на обсуждение плана эксперимента в группах.</p> <p>1гр. – Проверяет зависимость периода от длины нити.</p> <p>Меняется только длина нити, а масса груза и амплитуда колебаний не меняются. В целях экономии времени число полных колебаний необходимо брать не больше 10. Результаты оформляются в виде таблицы (заготовку которой каждая группа получает вместе с приборами).</p> <p>2гр. – Проверяет зависимость периода от массы груза. Меняется только масса грузов (выданы цилиндры одинакового объема, но разной массы). Амплитуда колебания и длина нити меняться не должны.</p> <p>3гр. – Проверяет зависимость периода от амплитуды колебания. Меняется только амплитуда, а длина нити и масса груза не меняются.</p> <p>Очень важный момент для учителя: убедиться, что, представляя план работ, учащиеся укажут, что в любом случае амплитуда должна быть небольшой – это обсуждалось на предыдущем уроке при создании модели математического маятника.</p> <p>План каждого эксперимента обсуждается всем классом под руководством учителя.</p>	<p>планируется проверка своей гипотезы. Затем <i>план каждого эксперимента</i> обсуждается <i>всем классом</i> под <i>руководством учителя.</i> <i>Представитель</i> каждой группы рассказывает свой план эксперимента, для чего он проводится, что проверяется, на что обратить внимание в ходе эксперимента, какие возможны погрешности и как зависят результаты опыта от его постановки и проведения. Учащиеся других групп выполняют работу экспертов, задают вопросы, вносят коррективы.</p>
Проведение эксперимента	Учитель контролирует работу групп, следит за правильностью выполнения эксперимента, при необходимости помогает.	Каждая группа проводит эксперимент по проверке только одной гипотезы. Эксперимент проводится в группах (3-6 гр.) Результаты эксперимента в виде таблиц выносятся на доску.
Формулиров	Учитель предлагает представителю	Отчет групп о

<p>ка выводов</p>	<p>каждой группы рассказать о проделанной работе. Какова была цель, формулировка гипотезы, планируемый эксперимент; что делали, как делали, что получили, выводы. В результате формулировки выводов учащихся необходимо подвести к общему выводу, что период колебания математического маятника зависит только от длины нити и не зависит от массы груза и от амплитуды колебания. Учитель обязательно сообщает учащимся (если эта гипотеза не прозвучала раньше), что период свободных колебаний зависит еще и от ускорения свободного падения. К сожалению, проверить это на опыте мы не сможем, т.к. для этого необходимы специальные условия. Учитель предлагает учащимся ответить на вопрос, заданный в начале урока (проблемная ситуация). - А теперь вспомним о нашей руке. Почему же все-таки период колебания ваших рук оказался одинаковым?</p>	<p>проведении эксперимента с обязательной рефлексией. По результатам эксперимента формулируются выводы: верна или нет гипотеза. Учащиеся по результатам проведенной работы: - проводят анализ и обобщение полученных материалов - проводят обсуждение итогов завершенной работы.  Учащиеся дают ответ: - Длина руки у всех почти одинаковая, поэтому и период колебания одинаковый.</p>
<p>Рефлексия</p>	<p>Этап рефлексии проводится в виде повторения цикла научного познания. Учитель осуществляет диалог с учащимися. - Мы использовали для получения новых знаний метод научного познания. В какой последовательности мы проводили наши исследования? • Наблюдения. • Выдвижение гипотез. • Эксперимент. • Выводы. - Гипотеза оказалась верна только относительно длины нити. Относительно амплитуды и массы она</p>	<p><i>Диалог с учителем, подтверждающий, что учащиеся усвоили и физическое содержание (экспериментально определили, от каких величин зависит период колебаний математического маятника), но и осваивают способы исследовательских действий.</i></p>

	не подтвердилась. Если бы все гипотезы не подтвердились, то тогда к чему необходимо было бы вернуться? - К наблюдениям и выдвижению новых гипотез.	
Применение знаний и контроль усвоения	Решение теоретических задач. 1. Длину математического маятника увеличили. Как изменились период и частота его колебаний? 2. Массу груза, подвешенного к нити, увеличили. Как изменятся период и частота колебаний маятника? 3. Вас раскачивают на качелях. Меняется ли частота ваших колебаний при увеличении амплитуды? 4. Обезьяна раскачивается на лиане. Как изменится период ее колебаний, если к ней прицепится еще одна обезьяна?	Ответы учащихся, подтверждающие освоение материала урока.
Домашнее задание	§ 40, 41; задание 31(4,5). Ответить на вопрос: «Как изменится период колебания вашей руки, если в вашей руке будет тяжелый портфель?», провести эксперимент.	

Хотелось бы отметить вопрос в домашнем задании, который готовит учащихся к уточнению модели, фактически мы подводим учащихся к модели физического маятника. На следующем уроке будут обсуждаться результаты домашнего эксперимента, модель, описывающая колебания руки, будет уточнена.

Поскольку урок проводится в 7 классе, формулу периода колебаний математического маятника мы не получаем, это будет сделано в 9 классе, но при такой организации учебного процесса учащиеся хорошо усваивают, от чего зависит и от чего не зависит период. Если учащиеся изучают физику по другой программе и данная тема появляется только в 9 классе, можно урок построить аналогично, но экспериментально получить линейную зависимость  $T^2(L)$  и далее вывести формулу периода колебаний маятника

За проектированием следует этап реализации замысла в конструкции реального урока. На этом этапе проявляются все компоненты профессиональной компетентности учителя, указанные в таблице 2: мотивировать учеников к исследовательской деятельности, объединить вокруг общей цели; организовать сотрудничество «ученик-ученик», «учитель-ученик», формирование групп учащихся для организации исследовательской деятельности на основании индивидуальных особенностей; организация вариативного исследовательского учебного процесса в группах и т.д. Даже самый хороший проект может быть дискредитирован неумелым исполнением, поэтому очень важно на этом этапе методическое сопровождение учителя, оказание методической, методологической и психологической поддержки.

### **2.3. Внеурочные формы исследовательского обучения, уровневая модель формирования исследовательских умений**

Еще раз подчеркнем, что в настоящее время не существует единой теории организации исследовательской деятельности учащихся в учебном процессе школы. Как следствие, различаются и точки зрения на роль внеурочных форм обучения в формировании исследовательских умений. Многие исследования, особенно в психологии вообще не рассматривают возможность развития исследовательских умений на уроке, полностью перемещая исследовательскую деятельность учащихся во внеурочные формы обучения.

В частности, А.И. Савенков предлагает для формирования исследовательских умений три подпрограммы [84, с. 272]: тренинг (специальные занятия по развитию отдельных умений и навыков исследовательского поиска); исследовательская практика (проведение учащимися собственных исследований); мониторинг (конференции, защиты

проектов и т.п.). Все эти программы выходят за рамки урока. Сразу возникает вопрос: почему на уроке учащиеся не применяют полученные умения? Кто проводит тренинги и руководит исследованиями? Поскольку, согласно стандартам, исследовательское обучение становится массовым, в школах нет такого количества психологов, способных к проведению тренингов и руководству исследовательскими проектами. Следовательно, проводить тренинги и руководить внеурочными исследованиями должны учителя, прошедшие специальную подготовку. Тогда совершенно логично, если учитель будет формировать исследовательские умения и использовать их как на уроке, так и во внеурочных формах обучения.

Наша точка зрения на связь урока и внеурочных форм обучения в вопросе формирования исследовательских умений представлена одним из принципов организации исследовательской деятельности (см. п. 2.1). Еще раз подчеркнем основные моменты.

Формирование базовых исследовательских умений происходит на уроке, как основной форме обучения в современной школе. Для этого требуется обоснованно проектировать систематическое и последовательное включение исследовательской деятельности (ее элементов) в учебный процесс (см. п. 2.2).

Развитие исследовательских умений происходит во внеурочных коллективных формах обучения: кружки, факультативы, мастерские, элективные курсы и т.п. Соответственно, учащиеся могут выбрать кружки, факультативы по интересам и в более свободном темпе заниматься исследовательской деятельностью в интересующей их предметной области с группой единомышленников.

И только пройдя определенную подготовку на уроке, далее применив и закрепив исследовательские умения в коллективном исследовании в работе кружка или факультатива, учащийся может выйти на выполнение индивидуального учебного исследования.

Существует точка зрения, что первые два выделенные нами уровни необязательны, можно учащегося сразу погрузить в индивидуальное исследование и в ходе выполнения он автоматически всему научится. Похоже на то, как учат плавать, бросая в воду. Однако получиться может далеко не у всех. Огромная нагрузка в этом случае ложится на руководителя, который должен «провести» учащегося через все этапы исследования, добиваясь самостоятельности на каждом из них.

О тесной связи между урочными и внеурочными формами обучения при формировании исследовательских умений учащихся основной школы при обучении физике говорится в работе В.А. Котлярова [38]. Автор предлагает для учащихся основной школы в качестве продолжения, дополнения и углубления учебных занятий на уроке работу на элективных курсах «Конструирование физических приборов» и «Курс экспериментальной физики».

Т.В. Альниковой для формирования проектно-исследовательской компетенции учащихся разработана модульная система элективных курсов, которая «позволяет последовательно включать учащихся предпрофильных классов в проектную, а учащихся профильных классов в исследовательскую деятельность» [2]. К сожалению, автор исключает из системы урочную деятельность.

Определенную роль в развитии исследовательской деятельности учащихся могут играть вузы. В педагогических исследованиях рассматриваются вопросы развития исследовательской деятельности учащихся в системе «школа-вуз» [7, 26, 27]. В работах предлагается система коллективных и индивидуальных организационных форм, включающая в себя предметные и проблемные кружки, проблемные лаборатории, региональные, международные научные и научно-практические конференции школьников, внутривузовские конференции, установлены уровневые переходы от учебного исследования к учебно-профессиональному и затем научно-исследовательской деятельности. Авторы рассматривают, главным

образом, внеурочные формы образовательного процесса, при этом речь идет о подготовке только старшеклассников.

Однако непрерывность исследовательского обучения предполагает систематическое и поэтапное включение учащихся в исследовательскую деятельность, начиная с начальной школы, развитие учебно-исследовательских умений в основной и старшей школе, организацию обучения на базе исследований в высшей школе. Именно такого подхода требуют новые образовательные стандарты, как школьного, так и высшего образования. Методическая система непрерывного исследовательского обучения физике, охватывающая весь период обучения физике в школе и вузе, разработана в Центре трансфера знаний и технологий обучения, созданном на физическом факультете ННГУ.

На рис. 7 представлена структурно-функциональная модель системы непрерывного исследовательского обучения физике. На первом этапе сотрудниками Центра трансфера знаний и технологий обучения разрабатывались дидактическая теория и методика исследовательского обучения физике для каждой ступени школьного и высшего образования, а также средства диагностики эффективности их реализации.



Рис.7. Структурно-функциональная модель системы непрерывного исследовательского обучения физике в системе «школа-вуз»

На следующем этапе была организована подготовка учителей физики школ и преподавателей физического факультета к реализации разработанной методической системы, основанная на соблюдении принципа последовательного перехода от теоретических моделей к проектам деятельности, а затем к конструированию учебного процесса и воплощению разработанной конструкции на практике, предложенного В.В. Краевским [11].

На следующем этапе организуется учебный процесс, в котором обучающиеся систематически и целенаправленно включаются в исследовательскую деятельность. Функция Центра трансфера знаний и технологий обучения на этом этапе – методическое сопровождение деятельности учителей физики школ и преподавателей физического факультета в реализации исследовательского обучения, а также организация мониторинга результатов учебного процесса, как в части усвоения



предметного содержания, так и развития исследовательских умений. На основании результатов мониторинга происходит коррекция разработанной модели.

Разработанная нами модель непрерывного исследовательского обучения физике учитывает преемственность при переходе с одной ступени образования на другую как в содержании обучения, так и формах и методах обучения. Модель непрерывного исследовательского обучения физике в системе «школа-вуз» включающая четыре уровня образования, определяет формы, методы и средства обучения на каждом этапе. Исследовательская деятельность школьников-студентов выступает как фактор интеграции учебного процесса школы и вуза, обеспечивающий преемственность образования.

На этапе основного общего образования приобщение учащихся к элементам исследовательской деятельности происходит в единстве урочной и внеурочной форм организации под руководством учителей физики, прошедших предварительное обучение методике исследовательского обучения. Одним из условий эффективности организованного учебного процесса является непрерывное методическое сопровождение со стороны специалистов Центра трансфера знаний и технологий обучения. По мере усвоения школьниками научных основ содержания физики и сформированности предметных и исследовательских умений, возрастает доля их самостоятельной исследовательской работы и уменьшается прямое руководство ею со стороны учителя. Для диагностики результатов учебного процесса разработана система уровневых контрольных работ по физике и заданий по проверке исследовательских экспериментальных умений.

В старшей школе (10-11 класс) продолжается формирование опыта учебно-исследовательской деятельности, повышается уровень сложности предмета исследования, более широко используются теоретические методы исследования. На этом этапе помимо урочных и внеурочных занятий в школе, развитие навыков учебно-исследовательской деятельности

происходит на базе вуза. На физическом факультете ННГУ им. Н.И. Лобачевского в течение уже 10 лет реализуется гибкая система дополнительного образования школьников в рамках физико-математической школы [51].

Ежегодно осенью в начале учебного года проводится отбор в классы физико-математической школы. По результатам вступительных испытаний в форме решения задач формируются специализированные классы для 10-классников и 11-классников, занятия в которых ведут лучшие преподаватели физического факультета. Программа нацелена не на подготовку школьников «к ЕГЭ», а к дальнейшему успешному обучению в вузе и получение профессионального физического образования. Развитие исследовательских умений школьников при обучении физике в системе довузовской подготовки организовано в следующих формах:

- Лекции ведущих ученых физического факультета, научно-образовательных центров (НОЦ), экскурсии по кафедрам и лабораториям, в ходе которых школьники могут познакомиться с самым современным технологическим и исследовательским оборудованием, с методами получения новых материалов и их свойствами, современными вычислительными комплексами и теоретическими разработками; могут задать интересующие их вопросы сотрудникам университета. Данная форма работы создает мотивационную установку у школьников, вызывает интерес к научным исследованиям и желание участвовать в исследовательской деятельности.
- При изучении элективного курса физики: в поиске решения задач или исследовании задачи после ее решения. Для увеличения эффективности обучения преподаватели физического факультета разрабатывают учебные пособия по основным разделам физики, которые широко используются также во многих средних школах Нижнего Новгорода. Кроме того, на сайт ННГУ выложены методические рекомендации по всем разделам общей физики, включающие виртуальные лабораторные работы.

- Практикум по физике, в ходе которого учащиеся выполняют экспериментальные работы исследовательского характера. Разработано учебное пособие для проведения практикума, включающее рекомендации по его организации, критерии отбора работ, вариативное описание работ (с различной степенью самостоятельности учащихся при их выполнении).
- Выполнение индивидуальных учебно-исследовательских проектов наиболее мотивированным к этому виду деятельности учащимся под руководством преподавателей вуза. В этом случае исследование воплощается в наиболее полном варианте, при выполнении учащийся полноценно проходит все этапы исследования и может получить не только субъективно, но и объективно новое знание.

Практика работы физико-математической школы показала, что учащиеся, прошедшие двухгодичную подготовку, поступая на профильные факультеты, успешно адаптируются к вузовской системе обучения. Учащиеся, прошедшие обучение и поступившие на физический факультет, демонстрируют успеваемость значительно выше средней по факультету. Кроме того, начиная заниматься исследованиями в лабораториях университета со школьной скамьи, студент продолжает их под руководством тех же преподавателей в качестве курсовых и дипломных проектов, магистерских диссертаций.

#### **2.4. Диагностика исследовательских умений, УУД**

Новые требования к результатам учебного процесса, предъявляемые ФГОС школьного образования, требуют пересмотра основных направлений и целей оценочной деятельности, разработки диагностического инструментария для оценки предметных, метапредметных и личностных результатов. В частности, в настоящее время нет единых подходов к оценке умений и навыков учебно-исследовательской деятельности учащихся,

которые являются обязательным результатом освоения основной образовательной программы.

На основе анализа методической, психолого-педагогической литературы [30, 67] можно выделить действия учителя в процессе диагностики и определить их последовательность:

1. Определение объектов диагностики и уровней усвоения содержания, критерии их достижения.
2. Выбор форм, методов и средств диагностики.
3. Проверка, оценка и обработка результатов.
4. Анализ полученных результатов и причин возможных отклонений
5. Коррекция учебного процесса.

Для разработки диагностического инструментария необходимо определить каждый этап диагностической деятельности учителя по отношению к учебно-исследовательской деятельности.

Объектом педагогической диагностики является деятельность учащихся и её результаты, в рассматриваемом нами контексте – учебно-исследовательская деятельность. Подходы психологов, педагогов к оценке качества учебно-исследовательской деятельности расходятся, также, как отличаются точки зрения по вопросу проектирования и организации исследовательской деятельности в учебном процессе.

Автор концепции развития исследовательской деятельности учащихся А.В. Леонтович предлагает результаты исследовательского обучения разделить на две части: формальную – соответствие результата (исследовательской работы учащихся) нормам проведения исследования и структуре модели исследовательской деятельности; личностную – показывающую, какие способности и характеристики личности были развиты [57].

А.И. Савенков выделяет в качестве объектов диагностики исследовательские способности, которые обнаруживаются в степени проявления поисковой активности, а также глубине, прочности овладения

способами и приемами исследовательской деятельности (умение видеть проблемы, выработать гипотезы, умение наблюдать, проводить эксперименты, и др.) [84].

Педагоги, разрабатывающие методику развития исследовательских умений при изучении отдельных предметов школьной программы, сталкиваясь с необходимостью оценки ее эффективности, предлагают выделить и оценить различные уровни сформированности исследовательских умений (опыта исследовательской деятельности; исследовательской культуры), различные критерии их достижений [2, 22, 35, 63]. Во всех случаях предлагают оценивать мотивацию учащихся к исследовательской деятельности и исследовательские умения.

Для оценки мотивации учащихся к определенному виду деятельности существуют разработанные в психологии методики, включающие инструментарий проведения, способы оценки. Менее разработаны в настоящее время подходы к диагностике исследовательских умений, поэтому более подробно остановимся на способах диагностики именно этого компонента.

О том, что понимаем под «умениями», «исследовательскими умениями», было сказано в главе 1. Говоря о диагностике исследовательских умений, мы должны выделить уровни их сформированности. В педагогических исследованиях выделяют несколько уровней исследовательских умений школьников, причем в большинстве случаев основанием является степень самостоятельности учащихся при выполнении элементов исследовательской деятельности, в некоторых случаях уровни определяются также сложностью поставленной задачи и ее новизной [2, 22, 35, 63, 108]:

1 уровень (начальный/репродуктивный) предполагает алгоритмизацию деятельности учащегося. Исследовательские умения учащихся проявляются в типичных ситуациях, под непосредственным руководством учителя при их применении.

2 уровень (основной/фрагментарный) предполагает частичную самостоятельность учащихся. Действие выполняет при частичной поддержке учителя (наводящие вопросы, совместное планирование и т.п.)

3 уровень (высокий/рациональный) самостоятельное выполнение действия, умение планировать и оценивать свою деятельность.

Определив объекты диагностики, необходимо выбрать формы, методы и средства их оценки. Формы диагностики определяют соответственно формам организации учащихся в учебном процессе – индивидуальные, групповые и фронтальные. Методы диагностики – наблюдение за учебной деятельностью, устная и письменная проверка, проверка практических умений, публичная защита выполненного исследовательского проекта. Средствами диагностики являются специально разработанные в соответствии с поставленными целями контрольно-измерительные материалы. В зависимости от места в учебном процессе выделяют виды диагностики: предварительная, текущая и итоговая.

В зависимости от уровня организуемой исследовательской деятельности определяются формы, методы и средства текущей диагностики. Наблюдение за выполнением учебного исследования (его элементов) используется учителем (руководителем работы) на всех уровнях организуемой деятельности. Для проведения текущего контроля знаний на содержании отдельных предметов школьной программы могут быть разработаны письменные контрольные работы по проверке отдельных элементов деятельности или задания по проектированию решения исследовательской задачи.

В качестве текущей диагностики может рассматриваться защита коллективных или индивидуальных исследовательских проектов, которые в основной школе выполняются отдельными учащимися по их желанию, а в 10-11 классе каждым учащимся (обязательная часть программы старшей школы). Очевидно, в этом случае будет использоваться экспертная оценка, как результатов выполненного исследования, так и степени развития

личностных качеств учащихся, для формализации которой требуется разработка единой критериальной базы.

Итоговая проверка учебных достижений школьников в настоящее время проводится в форме государственной итоговой аттестации (ГИА) в основной школе и единого государственного экзамена (ЕГЭ) в средней школе. Разработчики контрольно-измерительных материалов по физике, согласно требованиям стандарта к результатам изучения предмета, пытаются проверить, насколько это возможно в письменной работе, степень освоения экспериментальных умений и методологических знаний. Для этого в ЕГЭ по физике включены несколько вопросов с выбором ответа, проверяющие отдельные умения. Однако для итоговой оценки исследовательской деятельности этих заданий явно недостаточно.

Согласно новым стандартам для итоговой оценки навыков учебно-исследовательской деятельности в старшей школе необходимо оценить результат выполнения индивидуального учебно-исследовательского проекта. «Индивидуальный проект выполняется обучающимся в течение одного или двух лет в рамках учебного времени, специально отведённого учебным планом, и должен быть представлен в виде завершённого учебного исследования или разработанного проекта: информационного, творческого, социального, прикладного, инновационного, конструкторского, инженерного» [100].

Указанные выше формы и методы текущей и итоговой диагностики эффективности учебно-исследовательской деятельности были использованы при апробации дидактической модели развития исследовательской деятельности учащихся при обучении физике в ряде школ г. Нижнего Новгорода и Нижегородской области [51]. Были разработаны следующие средства диагностики результатов учебного процесса:

1. Система уровневых контрольных работ по физике, включающие задания по проверке исследовательских умений.

2. Система исследовательских задач.

3. Система допусков к лабораторным работам физического практикума и отчетности по каждой работе.

4. Рекомендации для экспертной оценки результатов выполнения индивидуального учебно-исследовательского проекта.

В контрольные работы, применяемые для текущего контроля по физике, были включены задания, проверяющие отдельные экспериментальные исследовательские умения, которые отражены в требованиях программ школьного образования:

- формулировать цель проведения (выдвигать гипотезы) опыта или наблюдения;

- определять порядок проведения опыта или наблюдения в зависимости от поставленной цели;

- выбирать измерительные приборы и оптимальный набор оборудования в зависимости от поставленной цели исследования, собирать экспериментальную установку;

- проводить прямые измерения физических величин и записывать их результаты с учетом абсолютной погрешности измерений;

- оценивать погрешности косвенных измерений;

- представлять результаты исследования в виде таблицы (с учетом абсолютной погрешности измерений);

- представлять результаты исследования в виде графика (с учетом абсолютной погрешности измерений);

- делать выводы на основе полученных в опыте или наблюдении результатов;

- объяснять полученные результаты на основе известных физических явлений, законов, теорий;

- выполнять расчеты с учетом приближенного характера исходных данных.

Например, у семиклассников проверялось умение пользоваться измерительными приборами: определять единицы измерения, предел



измерения величины с помощью данного прибора, цену деления, снимать показания приборов. Были сконструированы задания, проверяющие отдельные элементы исследовательской деятельности: по приведенным фактам выдвинуть гипотезу; обработать приведенные (полученные кем-либо ранее) экспериментальные данные (построить график), сделать выводы и т.д.

Разработаны задания по проектированию эксперимента: определения цели опыта, подбору необходимого оборудования, планированию последовательности действий в ходе опыта. Например: «предложите способ измерения массы капли воды»; «как проверить, зависит ли средняя скорость скатывания шарика с наклонной плоскости от угла её наклона?». Такие задания могут быть предложены как для проведения полного цикла исследования с выполнением эксперимента и оценкой результатов, так и на определенном этапе обучения в качестве письменного задания для проверки умений планировать деятельность.

В диагностических работах 7 и 8 класса проверялись именно элементы исследовательской деятельности, учащиеся выполняли моделирующие задания, не выполняя реальных шагов. В 9 классе в качестве итоговой диагностики исследовательских умений было предложено решить исследовательскую задачу.

*Задание для учащихся 9 класса: Вам предоставлена наклонная плоскость и деревянный брусок. Исследуйте зависимость коэффициента полезного действия (КПД) наклонной плоскости при подъеме бруска от параметров системы (каких?). Определите, какие измерительные приборы вам понадобятся, и попросите их у учителя.*

На примере результатов выполнения данной работы проиллюстрируем указанные выше заключительные этапы диагностической деятельности учителя: проверка, оценка и обработка результатов; анализ полученных результатов и причин возможных отклонений; коррекция учебного процесса.

План исследования школьники определяли самостоятельно, учитель не «наводил» вопросами на нужное решение. Учащиеся работали в малых

группах (до четырех человек). Первоначально на парты выдали только деревянную доску и брусок-трибометр, остальные приборы и средства измерения учащиеся должны были выбрать сами. Исследование было ограничено временными рамками урока.

На первом этапе учащиеся должны были проанализировать известные им факты, теоретический материал и выдвинуть гипотезы, от чего может зависеть КПД наклонной плоскости. В идеале, в данном случае решается уравнение движения груза по наклонной плоскости и получается следующая зависимость:

$$\eta = \frac{1}{1 + \mu \operatorname{ctg} \alpha}, \quad (1)$$

которая показывает, что КПД зависит только от угла наклона плоскости для заданных поверхностей. Смогли выполнить такой анализ для обоснования выдвигаемых гипотез 19% учащихся. Соответственно, в этих группах и были выдвинуты две обоснованные гипотезы: КПД наклонной плоскости зависит от соприкасающихся поверхностей (материал, качество обработки) и угла наклона плоскости.

Большинство учащихся, не выполнив такое теоретическое исследование, но, приведя определенные аргументы, выдвинули различные гипотезы о зависимости КПД наклонной плоскости от угла наклона; веса (массы) тела; высоты подъема; длины наклонной плоскости; соприкасающихся поверхностей (материал, качество обработки); площади соприкосновения.

Учащиеся, выдвигая гипотезы о зависимости КПД от массы груза, высоты подъема и длины плоскости, опирались на выведенную ими формулу для измерения КПД:

$$\eta = \frac{mgh}{Fl} \quad (2),$$

где  $m$  – масса груза,  $h$  – высота плоскости,  $F$  – сила, которую прикладывают к грузу вдоль плоскости, чтобы поднять его,  $l$  – длина плоскости. Поскольку в полученной формуле присутствуют масса груза, высота и длина плоскости,

то учащиеся сделали вывод, что существует зависимость. В этой ситуации учителю очень важно убедиться, что после проверки гипотезы и полученного результата – гипотеза опровергнута – школьники смогут объяснить этот результат, т.е. вывести зависимость (1).

Важно понять, как учащиеся работали с выдвинутыми гипотезами. Если выдвинуто несколько факторов, от которых может зависеть КПД, нужно ранжировать их по значимости: выделить фактор, наиболее влияющий на КПД и т.д. Проверку гипотез необходимо планировать и проводить в том же порядке.

В некоторых школах учащиеся изначально выделили только один параметр, от которого зависит КПД, эту гипотезу и проверяли. В некоторых случаях гипотеза не подтвердилась. В этом случае необходимо выполнять следующий цикл исследования, т.е. выдвинуть другие гипотезы и их проверить. В условиях проверочной работы на это уже не хватило времени, но это предмет для обсуждения на следующих уроках.

Нужно отметить, что все учащиеся (100%) смогли подобрать оборудование (приборы, средства измерения) для проведения исследования. 75% девятиклассников использовали таблицы для записи результатов измерений – это говорит о культуре экспериментирования. Еще один важный показатель – 2/3 учащихся (66%) проводили измерения несколько раз, чтобы избежать случайных погрешностей.

Смогли проанализировать полученные результаты и сделать выводы, адекватные цели исследования, 77% учащихся. Смогли довести исследование до конца, т.е. проверили все выдвинутые гипотезы и определили, от каких параметров и как зависит КПД наклонной плоскости 53%. Многим девятиклассникам (38%) не хватило времени на уроке, чтобы проверить все выдвинутые гипотезы. Это объективный фактор, т.к. исследование носило функции контроля, учащиеся разных групп не имели возможности обмениваться полученными результатами, были ограничены рамками урока. В том случае, если бы это исследование проходило в обучающем варианте,

учитель мог бы распределить проверку гипотез между группами, а на этапе формулировки выводов объединить полученные результаты.

В целом, можно утверждать, что разработанная методика развития исследовательских умений, реализованная при обучении физике в основной школе (7-9 класс) позволила выполнить требование ФГОС и сформировать основы исследовательской культуры, которые учащиеся и продемонстрировали, самостоятельно выполнив исследование.

В старшей профильной школе (10-11 класс) продолжается формирование опыта учебно-исследовательской деятельности, повышается уровень сложности предмета исследования, более широко используются теоретические методы исследования. На этом этапе помимо урочных и внеурочных занятий в школе, развитие навыков учебно-исследовательской деятельности происходит на базе вуза в системе «школа-вуз» [51]. Добавляются такие формы работы, как лекции ведущих ученых вуза, элективные курсы, исследовательский практикум по физике. Соответственно, в части диагностики добавляется система допусков к лабораторным работам практикума и отчетности по каждой работе.

Более серьезные требования в старшей школе предъявляются к выполнению индивидуального исследовательского проекта, выполняемого либо под руководством учителя физики школы, либо преподавателей вуза. Именно на этапе обучения старшеклассников осуществляется постепенный переход от учебного исследования к учебно-профессиональному: учащиеся знакомятся с методами исследования и оборудованием, используемыми при решении профессиональных задач. Защита работ происходит на конференциях научного общества учащихся, лучшие работы представляются на конкурсы и олимпиады различного уровня, например, в финальном туре олимпиады «Будущие исследователи – будущее науки».

Мы рассмотрели диагностику умений и навыков учебно-исследовательской деятельности на содержании физики как одного из предметов школьной программы. Предложенный инструментарий может

быть использован в контексте других предметов основной образовательной программы с учетом их специфики. Для эффективного управления учебно-воспитательным процессом необходимо обеспечить координацию всех учителей, работающих с данным коллективом учащихся, в том числе обсуждение результатов диагностики и последующую коррекцию учебного процесса.

## **ГЛАВА 3. Методические особенности организации исследовательской деятельности при изучении предметов естественнонаучного цикла**

### **3.1 Роль эксперимента в усвоении содержания обучения и формировании умений и навыков исследовательской деятельности**

Сразу необходимо определиться, что в развиваемой нами концепции исследовательское обучение учащихся естественнонаучным предметам является все тем же средством результативного усвоения ими научных основ предмета и формирование качеств личности, позволяющих продуктивно функционировать в обществе, основанном на знании, где важным свойством является интеллектуальная мобильность и активность. Мы глубоко убеждены, о чем уже писалось в предыдущих разделах, что грамотно организованный учебный процесс на основе творчески примененных положений и норм дидактики и методики обучения позволяет в рамках классно-урочной системы и типового школьного оборудования решать задачи, означенные как развитие исследовательского обучения. Учитель реально и на серьезной основе реализующий деятельностный подход, имеет с полным правом говорить, что он использует исследовательское обучение, поскольку в основе того и другого получение новых знаний на основе собственной познавательной деятельности учащихся.

Важно вновь подчеркнуть выделенную в предыдущем разделе мысль, что, если речь идет об исследовательском, продуктивном, активном обучении, мы видим противопоставление его архаичному стилю обучения: «выучил-рассказал-спросил (учитель) – выучил- рассказал (ученик)». Последнее часто отождествляется с т.н. традиционным обучением, а на самом деле с практикой плохих учителей и порочной методической системой. Эта система имеет в своей основе не только непонимание целей обучения и недостаточную подготовку учителя, но и естественное желание получить те же самые формально результаты при минимальных

интеллектуальных и волевых затратах, в т.ч. и учащихся. Реализация исследовательского обучения трудна для учителя и требует известной перестройки психологии учебного труда учащихся, в силу чего имеет неоднозначную перспективу углубления дифференциации обучения.

С самого начала идея исследовательского обучения опиралась на необходимость активного экспериментирования учащихся. К сожалению, критики традиционного обучения правы в той части, когда говорят о недопустимом снижении роли эксперимента в обучении. Мы бы отметили и уменьшение его методической эффективности – затраты учителя на подготовку и реализацию порой достаточно сложных экспериментальных установок не окупаются методическим эффектом в смысле приращения знаний и умений учащихся. С этой точки зрения один из фундаментальных посылов исследовательского подхода просто незаменим – новое знание или способ деятельности основываются везде, где это возможно, не на словах учителя, а на собственных открытиях учащихся в результате экспериментальной деятельности, и другого пути не существует.

Мы рассматриваем исследовательское обучение как актуальный вариант законченного учебного процесса, требующий полноценного процесса его проектирования с включением всех компонентов алгоритма конструктивной деятельности учителя (рис. 8) [14].

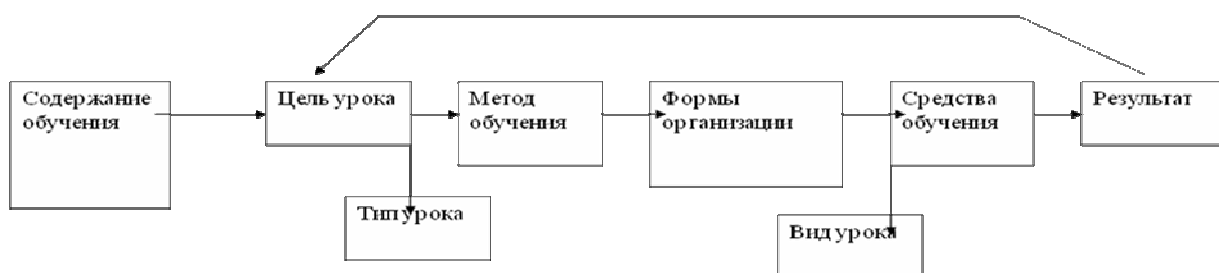


Рис. 8. Алгоритм конструктивной деятельности учителя

Содержание не копируется, оно тоже конструируется. Это не копия того, что написано в учебнике, это те знания, умения, навыки и элементы новой предметной творческой деятельности, которые должны образоваться в

головах и руках учащихся по итогам урока, в результате организованной учителем познавательной деятельности учащихся, в т.ч. и прежде всего – исследовательской, самостоятельной поисковой, творческой. В этой трактовке цели обучения на конкретном отрезке учебного процесса, уроке в частности, не могут задаваться произвольно, в т.ч. невозможно ставить заоблачные цели исследовательского обучения там, где для этого объективно нет содержания. Пример того, как неудачно сформулированные цели «инновационного» урока ведут к дискредитации позитивных методических идей можно найти в нашей статье [15].

Следует подчеркнуть роль эксперимента в усвоении научных основ изучаемого содержания в ходе познавательной деятельности учащихся. В рамках развиваемой нами концепции дидактики физики как контекстно зависимой теории обучения [16] следует подчеркнуть особо фундаментальную роль не просто познавательной деятельности учащихся, основанной на эксперименте, но деятельности, обоснованной содержанием обучения, направленной на усвоение максимально возможного объективного содержания, научной основы изучаемого содержания. Вне точного анализа содержания (физического, научного) и уровня, на котором это содержание может быть сформировано, не может быть эффективного учебного эксперимента. То есть опыт будет поставлен, и даже удастся, но приобретения, развития знаний учащихся и умений ими пользоваться в той мере, какая предполагается этим содержанием, не произойдёт.

Если говорить о практической лабораторной деятельности, то мы считаем, что все учащиеся могут провести работу по полной цели и развернутой инструкции, 40% выполняют её, если цель подробно описана, но инструкция свернута. Если же цель задана, но инструкции нет, то лишь 10% выпускников профильных классов могут выполнить работу успешно.

Основная проблема формирования экспериментальных исследовательских умений – способность учащихся самостоятельно



разработать и реализовать алгоритм деятельности по достижению известной цели и / или свернутой инструкции.

Проведённый нами педагогический эксперимент позволил установить, что в тех случаях, когда применение учителем на уроке учебного физического эксперимента не привело к формированию требуемого уровня знаний и умений, в подавляющем большинстве цели урока в целом, и конкретного эксперимента на выбранном этапе, не отвечали объективно месту этого опыта в системе раскрытия физического содержания. Если же цели урока не отвечают объективному содержанию учебного материала, то и деятельность учащихся не может быть организована продуктивной.

Приведём пример, на котором можно сделать некоторые показательные выводы. Нами был проведён контроль усвоения знаний учащихся на уроке «Дифракционная решётка», который проводился в 11 классе в теме «Дифракция света». Анализируя полученные ответы, мы с удивлением увидели, что при ответе на вопрос по итогам урока «Какое новое физическое знание Вы получили?» основная масса учащихся ответили следующим образом: «Научились измерять длину волны», «поняли, как измерить длину волны с помощью дифракционной решётки».

Большинство учащихся не сумели понять в ходе эксперимента или по его итогам, что они по результатам собственного исследования:

1. на опыте обнаружили явление дифракции;
2. убедились в том, что свет является волной;
3. поняли, почему трудно было обнаружить волновые свойства (мала длина волны);
4. установили, чем отличается синий свет от красного;
5. готовы обсуждать вопрос, а что есть за границами найденного диапазона длин волн?
6. и т.д., поскольку правильно восставленное исследование всегда дает почву для большего числа вопросов, чем ответов.

Из этого можно сделать вывод, что учитель сам неправильно поставил цель реального ученического эксперимента и урока в целом, не понял его роль в раскрытии волновой теории. Это произошло потому, что содержание урока учитель ограничил его названием, не произведя сам тщательного квалифицированного анализа физических оснований изучаемого материала. С формальной стороны можно сказать, что цель урока была достигнута, однако при рассмотрении его с позиций максимально возможного получения учащимися собственного нового научного результата понятно, что тот же учебный эксперимент мог дать гораздо больший прирост умений учащихся спрашивать природу и получать содержательные ответы.

В главе 1 говорилось о классификации исследовательских умений по различным основаниям. Мы предлагаем условно выделить две группы исследовательских умений. К первой отнесем исследовательские умения общего характера (связанные с реализацией методов научного познания, как теоретических, так и экспериментальных), а ко второй – частнопредметного характера (например, умение измерять напряжение с помощью вольтметра или умение пользоваться динамометром).

С методической стороны эксперимент рассматривается как средство обучения, и этот технический аспект во многих работах детально изучен и представлен [95-97]. Однако с дидактической стороны в эксперименте важен, прежде всего, реализуемый им метод обучения, важна организованная на его основе деятельность учащихся. Определение эксперимента как ведущего метода обучения требует, чтобы на материале эксперимента основывалась познавательная деятельность учащихся в ходе урока – готовились к наблюдению, наблюдали и делали что-то в ходе наблюдения, обсуждали увиденное, формулировали новое знание, применяли его на этой же экспериментальной установке. Если учитель ставит эксперимент, а ученик (в обобщённом смысле этого слова) не участвует в познавательной деятельности с запланированным содержанием, то нет никакого **учебного**, тем более исследовательского, эксперимента, время и усилия учителя

тратятся впустую, и именно поэтому мы наблюдаем, как эксперимент вымывается из реального учебного процесса

Еще раз приведем классификацию методов обучения по характеру познавательной деятельности учащихся, предложенную И.Я. Лернером, М.Н. Скаткиным [24, 90]: объяснительно-иллюстративный, репродуктивный, проблемный, частично-поисковый (эвристический), исследовательский.

Все группы методов одинаково пригодны для организации эффективной познавательной деятельности учащихся, в т.ч. исследовательской, в том понимании, как это было изложено выше. Пригодность их определяется умением учителя проанализировать конкретное содержание, сформулировать адекватную цель и организовать реальную деятельность учащихся, отвечающую заявленным целям (рис. 9). В частности, ответим на вопрос – возможна ли исследовательская деятельность учащихся в ходе их заранее не самостоятельного экспериментирования, но лишь наблюдения за демонстрацией при объяснительно-иллюстративном методе обучения?

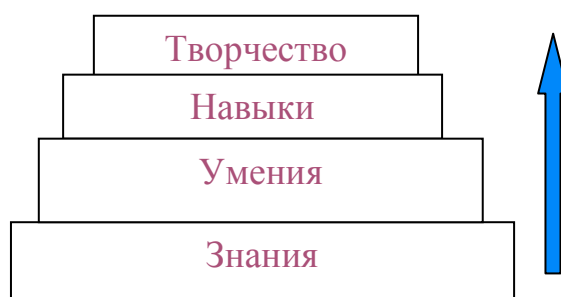


Рис. 9. Содержание и методы обучения

Мы ответим «да», сославшись на весь материал нашего дальнейшего обсуждения. Исследователи в науке тоже не всегда ставят эксперименты своими руками, чаще функции разделены. В нашем случае учитель – экспериментатор, учащиеся анализируют предоставленные им данные. Используем заимствованный у зарубежных коллег термин - интерактивный эксперимент, т.е. ход эксперимента определяется деятельностью учащихся, их реакцией на деятельность учителя и результаты обсуждения наблюдений и измерений.

### **Пример 1. «Резонанс в механических системах».**

При изучении вынужденных колебаний и резонанса предлагаются несколько вариантов экспериментальных установок. Мы выбираем известный опыт с камертонами [23] по той причине, что для этой системы сравнительно просто изменяется собственная частота, а это принципиально важно для формулировки условия резонанса. Важно исследовать, что происходит при несовпадении частот, обнаружить уменьшение амплитуды вынужденных колебания, нарушение резонанса в этом случае. Предпочтительно сделать это с использованием каких либо аналитических зависимостей, позволяющих доказать изменение частоты, и организовать не просто показ, что «вот это и есть резонанс». Если удастся предсказать какое-то явление, опираясь на известную ранее физику, это позволит от цели «узнают» и получения готовых знаний продвинуться (в той мере, в какой реальный класс на это готов) к исследовательской деятельности по получению ими нового физического результата. Этому отвечает постановка цели «выведут, получают, предскажут и убедятся на опыте».

Определяем цель урока в целом и постановки эксперимента как ведущего метода обучения на этом уроке следующим образом – учащиеся установят на опыте условия возникновения резонанса. С дидактической стороны метод обучения может быть охарактеризован как объяснительно-иллюстративный, но эксперимент не служит лишь иллюстрацией к рассказу учителя, он является в полном смысле объектом познавательной деятельности учащихся и источником новых знаний.

Предвидя необходимость обращения к известному материалу прошлых уроков, на этапе актуализации опорных знаний повторяем и оставляем на доске, кроме всего прочего, выражение для собственной частоты пружинного маятника:  $w_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$ .

Подготовим известный опыт с двумя стандартными камертонами «ля» 440 Гц, дополнив его лёгким шариком на нити и теневой проекцией для наблюдения вынужденных колебаний разной амплитуды.

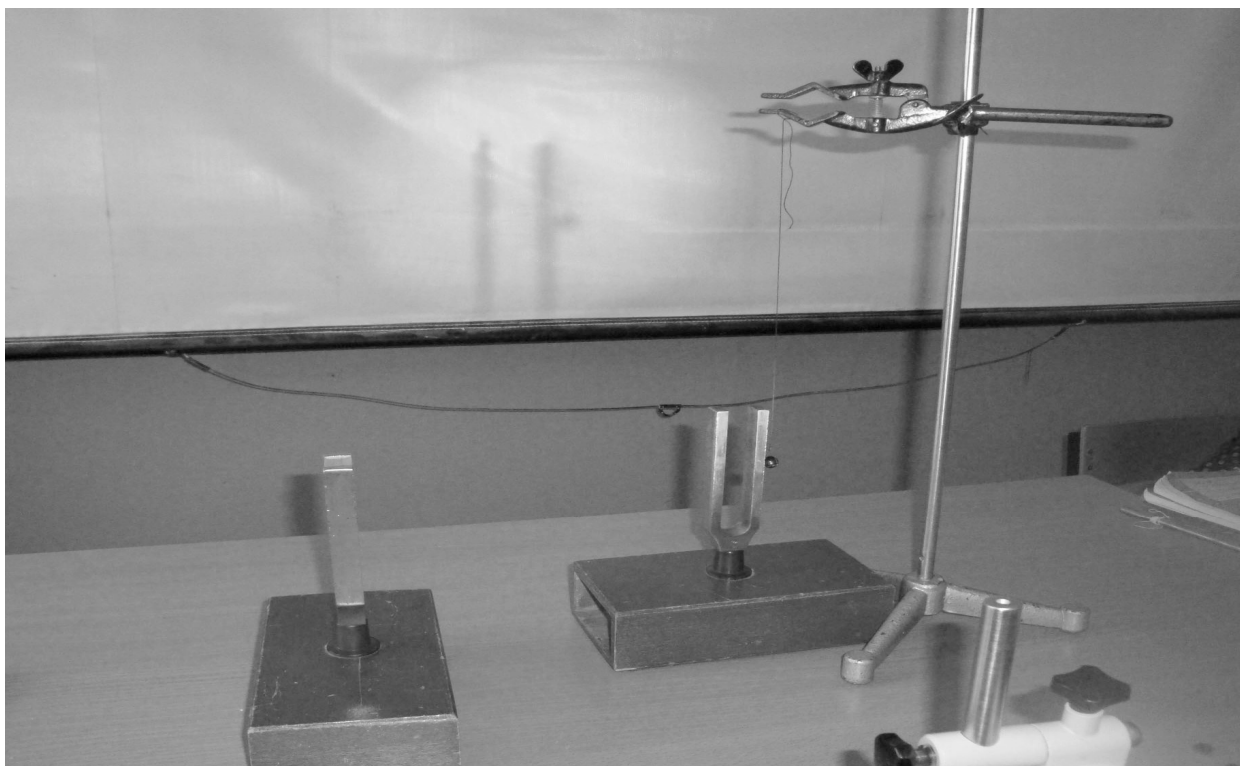


Рис. 10. Опыт для демонстрации явления резонанса

Продемонстрировав возбуждение второго камертона, обратим внимание на звучание одной ноты от обоих источников. Можно заглушить первый камертон и услышать звучание той же ноты.

Нельзя сказать, что мы доказали наличие резонанса, поскольку может быть, что два любых камертона, не одной собственной частоты, будут давать такой же эффект. Определив резонанс, как явление, имеющее место при совпадении частот вынуждающей силы и колебательной системы, поставим перед учащимися вопрос – а как доказать, что только при этом условии амплитуда достаточно велика? Надо это условие нарушить, изменив собственную частоту, например, пассивного колебательного элемента. Как? Жесткость  $k$  определяется материалом камертона, а вот массу  $m$  его можно изменять. Будем увеличивать её, добавляя пластилин на ножки второго камертона. Повторяем опыт и просим учащихся так же слушать звучание

камертонов. В зависимости от экспериментального мастерства учителя будет происходить постепенное уменьшение амплитуды вынужденных колебаний вплоть до прекращения наблюдаемого возбуждения второго камертона. Звук же в классе начнёт «плыть» вследствие биений.

Продолжая доказывать, что резонанс наступает при совпадении частот, просим учащихся предложить способ его восстановления. Если логика предыдущего этапа урока воспринята учащимися, мы получим ответ, что для этого надо добавить пластилин на активный камертон. Если мы правы, то резонанс будет наблюдаться снова. Этого явления нетрудно добиться, причем «плавание» звука прекратится, что так же может быть правильно предсказано учащимися.

Если учащиеся предложили это продолжение эксперимента, и правильно предсказали и объяснили наблюдаемое явление, то они усвоили сущность резонанса и учитель доказал это их деятельностью в ходе эксперимента.

Важный этап организации деятельности учащихся состоит в обсуждении монотонности звука, переходящего в биения при нарушении резонанса, в ходе которого повторяются и применяются связи высоты звука с частотой колебаний, а громкости с амплитудой. Этот же факт указывает, что колебания второго, пассивного, камертона происходят на собственной частоте, а не на частоте вынуждающей силы, и, следовательно, имеют место не чисто вынужденные колебания, а переходные процессы затухания собственных колебаний. Это пример широкого предметного поля результатов простейших ученических исследований. Кроме того, для развития знаний учащихся и организации их домашней исследовательской работы над дополнительными источниками можно обсудить вопрос о добротности колебательных систем – ведь мы нарушили и затем восстановили резонанс, добавив весьма малую долю от массы самого камертона, и, следовательно, весьма незначительно сдвигая частоты.

Укажем еще несколько важных познавательных результатов, полученных при реализации исследовательских элементов в уроке.

2. Извлечено, на материале эксперимента показано максимально возможное физическое содержание – условие резонанса, его нарушение и восстановление при изменении частот, показаны биения и учащиеся подготовлены к восприятию термина добротность.

3. Эксперимент был распределён по большому времени урока, а обсуждение его результатов продолжится учащимися дома, к нему вернуться в дальнейшем – исследование резонанса и добротность колебательного контура. Поэтому можно утверждать, что эксперимент был ведущим методом обучения на этом уроке, поскольку познавательная деятельность учащихся основывалась на нём в течение всего урока. Учащиеся не только наблюдали за ходом эксперимента, но обсуждали его, предсказывали результаты, предлагали развитие демонстрации.

4. В процессе обсуждения эксперимента учащимися применялось и тем самым усваивалось предшествующее физическое содержание – собственная частота колебаний, связь высоты и частоты звука, амплитуды и громкости

5. Результаты познавательной деятельности учащихся были применены ими в ходе этого же эксперимента при предсказании поведения системы. Этим доказывается результативность выбора эксперимента как ведущего метода обучения для усвоения и применения понятия резонанса.

### **Пример 2. Изучение электрического тока в вакууме**

Приведем еще один пример интерактивности эксперимента в ходе учительской демонстрации при изучении электрического тока в вакууме, устройству и назначению вакуумного диода. Важно вновь сделать деятельность учащихся не сводящейся только к восприятию слов учителя с иллюстрацией экспериментом, результаты наблюдений и размышлений должны служить источником новых знаний, основой для получения ими важных новых физических результатов. Специфика планируемой учителем

познавательной деятельности учащихся определяется тем, что они владеют всем необходимым физическим содержанием для понимания механизма тока в вакууме, устройства диода и его возможных применений: строение металла, связь скорости движения частиц с температурой, действие электрического и магнитного поля на заряженные частицы. Вместе с тем здесь нет основы для создания полноценной проблемной ситуации, поскольку нет перехода в новую предметную область, трудно организовать настоящую эвристическую беседу из-за сложности и многоаспектности материала. Метод обучения остаётся объяснительно-иллюстративным, но учащиеся размышляют, обсуждают, предсказывают результаты эксперимента, чем и доказывают усвоение нового учебного содержания на его основе. Вероятно, этот вариант учебного процесса можно было бы охарактеризовать как коллективное исследование под руководством учителя на основе демонстрационного эксперимента.

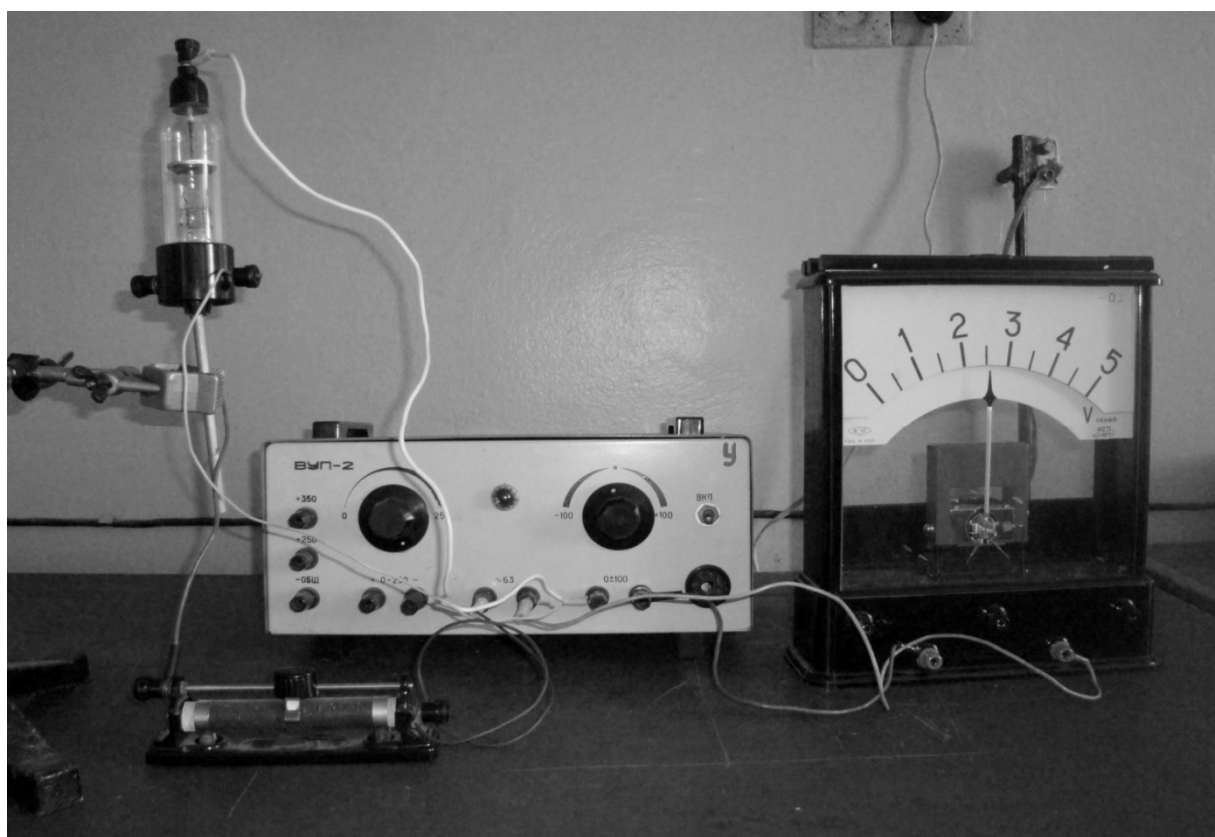


Рис. 11. Эксперимент по изучению тока в вакууме



Весь урок на столе установка с демонстрационным диодом (рис. 11). Общая схема изучения тока в различных средах уже известна учащимся с предыдущих уроков: носители тока, характер их движения, V-A характеристика, температурная зависимость сопротивления, применение. В тетрадях может быть приготовлена соответствующая таблица, заполняемая учащимися в ходе их коллективной работы, в том числе обсуждения в группах.

В вакууме носителей нет, но в диод впаяны металлические электроды, в них имеются свободные электроны, однако на первой стадии эксперимента (накал не включён) тока нет, или он настолько мал, что мы не можем его обнаружить. Почему? Обсуждается вопрос о строении металла, доказывающегося существование работы выхода электрона, напоминается связь средней энергии теплового движения с температурой и учащимися делается вывод – при повышении температуры должен появиться ток. Включается накал, ток обнаружен. Задаётся вопрос для обсуждения учащимися в группах и записях в тетрадях – что будет при повышении (понижении) температуры? Именно вопрос, а не ответ, с обсуждением в группах, работах в тетрадях. Ответы учащихся проверяются на опыте, результаты обсуждения фиксируются в тетрадях – что обнаружили, чем объяснили.

Учитель продолжает исследование по общему алгоритму изучения тока в различных средах. По полученным данным учащимися строится в тетрадях по точкам V-A характеристика. Обнаружив ток насыщения, ещё раз вернёмся к температурной зависимости, попросив предсказать, как его величина будет изменяться с температурой.

Обсуждается с участием учащихся влияние полярности включения диода и делается вывод о его односторонней проводимости, которая также обнаруживается на опыте **после** предсказаний учащихся. Точка на графике вольт-амперной характеристики, соответствующая  $U=0$ , должна быть отдельно рассмотрена, и показано, что электроны за счёт кинетической

энергии теплового движения будут достигать анода. На этой основе ставится ряд весьма полезных работ физического практикума [17-18].

В качестве последнего этапа демонстрационного эксперимента обсудим вопрос – а зачем вообще мучиться, проводить ток через вакуум, если достаточно замкнуть этот отрезок толстым медным проводом? Ответ мы должны получить таков – в вакууме электроны не взаимодействуют с веществом, поэтому их движением легко управлять. Следующий вопрос: «Каким образом можно управлять электронами?» Должны получить ответ: «Магнитным или электрическим полем». Демонстрируем управление значением тока (конкретно – уменьшение и прекращение тока) через диод поднесением магнита, наэлектризованной палочки или просто руки. Таким образом, создаётся наглядная теоретическая и экспериментальная основа для самостоятельного изучения дома устройства и принципа действия электронно-лучевой трубки телевизора, осциллографа, которые будут рассмотрены на семинаре по итогам самостоятельной исследовательской работы учащихся по различным источникам информации [85].

Мы вновь можем отметить, что деятельность учащихся в течение всего урока основывалась на одной единственной экспериментальной установке, из которой извлечена максимально возможная физика. Результаты познавательной деятельности учащихся проверены, доказаны в ходе исследования на основе эксперимента, они будут применяться ими в процессе дальнейшего изучения.

Мы остановились в двух приведённых выше примерах на вариантах объяснительно-иллюстративных методов потому, что именно в этих уроках учителю легче всего сбиться на рассказ в сопровождении демонстраций. Именно в этих случаях эксперимент иногда не несёт познавательной нагрузки для организации самостоятельной деятельности учащихся, которую можно было бы охарактеризовать как исследование.

Для репродуктивных методов, основанных на применении и воспроизводстве прежних знаний и формировании умений и навыков,

идеальным видом организации исследовательской деятельности следует считать экспериментальные задачи. Экспериментальная задача как один из видов школьного учебного эксперимента, наиболее полно отражающий характерные этапы научного экспериментального метода исследования, позволяет совместить целенаправленное обучение основам научного метода познания с решением традиционно важных задач урока. Целенаправленному формированию и развитию исследовательских умений учащихся способствует методика обучения естественнонаучным предметам, основанная на систематическом использовании экспериментальных задач на различных этапах уроков, подобранных в соответствии с дидактической целью определенного этапа урока.

### **Пример 3. Определение плотности вещества**

Задание найти плотность вещества, из которого изготовлено данное учащемуся твёрдое тело, без указания, какими приборами и зависимостями между физическими величинами можно воспользоваться, представляет собой экспериментальную задачу исследовательского характера. Можно утверждать одновременно, что это репродуктивный метод обучения, поскольку и теорией и инструментальными умениями, необходимыми для выполнения этого задания, учащиеся уже владеют, требуется перевести их на уровень навыка. Но одновременно это упражнение в известной деятельности в неизвестной ситуации, что и характеризует исследовательский элемент. Никаким другим способом, кроме экспериментального, учащиеся не могут определить плотность неизвестного тела.

Таким образом, экспериментальная исследовательская задача представляет собой особый вид задачи, характеризуемой ее отношением к эксперименту, основным признаком которой является не просто наличие эксперимента, поставленного в связи с ее решением, а невозможность постановки задачи или осуществления ее решения без планирования и проведения эксперимента.

Типичным примером и важным методическим приемом для выполнения экспериментальных задач является их сочетание и чередование с установлением алгоритма при решении аналогичной задачи. В этом случае в качестве домашнего задания выполняется такая задача, ход решения которой аналогичен алгоритму выполнения практической части работы. Это может быть уже рассмотренный пример с определением плотности, определения сопротивления неизвестного проводника или ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока. В этом случае учитель вправе планировать для основной части класса самостоятельное выполнение работы после актуализации опорных знаний в ходе проверки выполнения домашней работы.

В курсе химии исследовательская функция при использовании репродуктивных методов связана с развитием практических умений и навыков по анализу и синтезу веществ, поиску знаний о свойствах веществ и исследованию их простейших признаков, конструированию приборов и установок, т.е. освоению простейших методов научно-исследовательской работы. В соответствии с этой функцией учебный химический эксперимент как бы соединяет применение основных приемов научного метода с выполнением учащимися учебно-исследовательских заданий. Наиболее распространенными и доступными исследованиями являются практические работы по качественному анализу веществ. Экспериментальные исследовательские работы ценны в творческом отношении и дают возможность обучаемым самим создавать опытные установки для исследования веществ. В ходе таких работ не только изучаются вещества, но и осваиваются различные экспериментальные методы, применяемые в химии.

Первоначально учащиеся начинают решать количественные экспериментальные задачи на образцах искусственных смесей (например, определение содержания карбонатов в выданном образце щелочи). Затем характер задач усложняется и приближается к жизненным условиям

(например, определение кислотности пищевых продуктов: хлеба, молока, ягод, фруктов и т.д.).

Следует иметь в виду, что априорное определение места эксперимента в учебном процессе и в системе раскрытия физической теории резко ограничивает вариативность метода обучения, который этот эксперимент реализует в уроке. Выбор же метода обучения для конкретной педагогической ситуации - это святая обязанность учителя, которая не может быть им передоверена никому, в том числе и авторам методических указаний по применению эксперимента.

К сожалению, практика сегодняшней школы такова, что учитель всё более и более передаёт эту собственно педагогическую функцию конструирования учебного процесса авторам учебников, рекомендациям, различным технологиям, оставляя себе ремесленную, по сути, задачу копирования готовых рецептов и изложения материала учебника. Учителю следует иметь в виду, что для одного и того же содержания возможны несколько несовпадающих логик, последовательностей и внутренних связей теории. Классическим примером является переход от индуктивного к дедуктивному изучению свойств идеальных газов, причём у первого подхода остаются свои сторонники и аргументы.

Тот эксперимент, который в индуктивном варианте был бы исходным фактом теории (зависимость давления газа от температуры или объёма), в дедуктивном варианте будет проверяемым следствием полученной теории. Эта проблема обострилась в связи с широким распространением альтернативных учебников, в которых авторы старались провести собственную логику, имеющую не всегда ясно изложенные послылы. Начиная с первых альтернативных учебников механики Н.М. Шахмаева, было проведено большое количество экспериментальных исследований, и ни в одном из них не было получено убедительных доказательств решающего влияния материала учебника на уровень усвоения физики учащимися. Педагогическое мастерство учителя оказывает значительно более весомое

влияние, а недостаточный профессионализм педагога способен свести на нет потенциально позитивное содержание учебника.

Учитель вправе сам выбирать конкретный вариант, и следовать той копии базовой науки, которую он считает наиболее приемлемой для его конкретной педагогической ситуации, при условии, что эта копия изоморфна базовой науке, т.е. физика верна. **Все изоморфные копии базовой науки, все варианты правильного изложения физики одинаково пригодны для организации умелым учителем эффективного учебного процесса.** Подбор эксперимента в этом случае должен отвечать его месту в выбранной учителем логике раскрытия основ научного содержания, соответствовать конкретному этапу формирования полноценной учебной копии теории.

Кроме этого, для каждого урока, каждой дидактической задачи передачи и усвоения учащимися конкретного содержания учитель подбирает такой эксперимент и ставит его таким образом, чтобы обеспечить максимальное усвоение учащимися выбранного содержания и обеспечить их работу на максимальном уровне познавательной активности.

В качестве примера укажем индуктивный вариант учебного процесса, в котором экспериментальные химические задачи обеспечивают не только установление фактов, но и служат активным средством формирования многих эмпирических понятий, выводов, зависимостей и закономерностей в химии. Простейший пример, когда на основе опыта устанавливается факт: ученик, добавляя к раствору индикатора (фенолфталеина) несколько капель раствора гидроксида натрия, убеждается в том, что данный индикатор под действием щелочи изменяет свою окраску. Не учитель сказал, а сами увидели.

Другой пример более сложного эмпирического исследования, деятельность учащихся сложнее. Опустив кусочек цинка в раствор соляной кислоты, ученик выясняет: во-первых, что цинк реагирует с раствором соляной кислоты; во-вторых, что в результате этой реакции выделяется газ; а при выпаривании капельки раствора на стекле ученик устанавливает, в-

третьих, что в результате этой реакции образовалось новое вещество – хлорид цинка. Какой газ и как это доказать?

Химический эксперимент также позволяет выводить зависимости и закономерности. Например, при изучении скорости химической реакции необходимо так организовать учебный процесс, чтобы учащиеся сами установили зависимость скорости реакции от концентрации реагирующих веществ. С этой целью им можно предложить провести взаимодействие раствора йодида калия с раствором пероксида водорода в присутствии крахмала.

В три пробирки, содержащие раствор йодида калия с крахмалом, наливают раствор пероксида водорода: в первую пробирку с исходной концентрацией (3%), во вторую – разбавленный в два раза и в третью – разбавленный в четыре раза. С помощью часов или метронома фиксируют, что во второй пробирке реакция протекает в два раза медленнее, чем в первой, а в третьей – в четыре раза.

На основании сделанного опыта учащиеся приходят к выводу, что скорость реакции прямо пропорциональна концентрации реагирующих веществ. Полученный из эксперимента вывод можно оформить графически в координатах «время – концентрация». Такой путь: от эксперимента к графику, а от него к уравнению – пример высшего проявления эвристического вывода. Он возможен при высоком уровне самостоятельности и творческой активности учащихся.

Все вышеприведенные примеры показывают, что эксперимент можно использовать для организации прямых эвристических выводов в ходе выполнения экспериментальных исследовательских задач.

Уровень познавательной активности и характер деятельности учащихся существенно зависят от того, на каком этапе развёртывания учебной копии изучаемой теории планируется учебная деятельность (рис. 3).

В приводимых выше примерах формирования по преимуществу готового знания и применения известных умений реализовывался

индуктивный этап – исходные опыты после обобщения служили основанием для получения новых важных понятий и теорий. На этом познавательном пути не возникало никаких противоречий и проблемных ситуаций, столь характерных для реальной работы исследователя.

Перейдем теперь к обсуждению роли эксперимента в создании и разрешении учебной проблемы, проблемной ситуации как одного из основных признаков, типичного варианта исследовательского обучения. Учебная проблема понимается нами как заранее запланированное учителем противоречие между прежними неполными, неточными знаниями учащихся и новым экспериментальным фактом. В ходе разрешения этого противоречия происходит формирование нового важного, существенного знания при активной деятельности учащихся, носящей по возможности продуктивный исследовательский характер, тоже основанный на эксперименте.

Часто логика возникновения учебной проблемы воспроизводит в упрощенном виде историческую логику научного познания, копирую и методы разрешения противоречия. Например, при изучении бензола, обсуждая его молекулярную формулу, учащиеся относят бензол к непредельным углеводородам, что логично и кажется правильным в рамках изученного только что материала. Как известно, двойные связи в углеводородах обнаруживают реакцией с бромной водой. Учитель предлагает проверить на опыте, взаимодействует ли бензол с бромной водой. Опыт не подтверждает выдвинутого предположения: бензол не вызывает характерного для непредельных углеводородов обесцвечивания бромной воды. Перед нами типичная проблемная ситуация, возникшая в ходе практического ученического исследования. Учитель дает историческую справку, описывает формулу Кекуле. С точки зрения формирования исследовательских качеств личности учащихся важно, чтобы учащиеся не воспринимали отрицательный результат эксперимента как свою ошибку. Нужно, чтобы из неудачи в эксперименте ученики сделали вывод, что при теоретических обсуждениях необходимо делать ориентировку на практику,



конечную судьбу любой теории, внося коррективы в прежние знания, которые описывали лишь ограниченный круг явлений.

Из приведенной выше характеристики проблемного обучения и примера из курса химии ясно, что объективно в ходе учебного процесса проблема возникает при переходе в новую понятийную область и связана с невозможностью описать старым понятийным аппаратом измененный объект исследования. В ситуации перехода к новой теории, новому содержанию, новому предметному контексту возникает объективная основа для создания учебной проблемы на экспериментальной основе и индуктивному формированию нового знания в ходе разрешения учебной проблемы. Новое знание, сформированное в результате выдвижения гипотезы для разрешения проблемы, в силу индуктивности познавательной логики его получения должно быть проверено на истинность в контексте, выходящем за тот эмпирический базис, на котором формулировалась гипотеза. Поэтому в этой логике эксперимент применяется учителем трижды – в начале урока для создания учебной проблемы, далее для проведения учебного исследования на уроке, и, наконец, для проверки истинности выдвинутой гипотезы в проверочном исследовании в новой предметной ситуации.

Проблемное изложение как реализацию исследовательского подхода в обучении покажем еще на примере переменного тока через конденсатор, сопротивления конденсатора в цепи переменного тока. Понятно, что объективной основой для возникновения проблемы является переход к переменному току.

Содержание этапа актуализации составляют определение тока проводимости  $I=dQ/dt$ , повторение ёмкости, заряда и напряжения конденсатора. Всё приведённые формулы и соотношения, чертежи остаются на доске, и должны быть востребованы в ходе познавательной деятельности в уроке. В этом методе требования к этапу актуализации выше, чем при объяснительно-иллюстративном, поскольку предполагается более активная и самостоятельная работа учащихся. Одновременно результаты актуализации

опорных знаний служат средством контроля готовности класса к применению выбранного учителем метода обучения, и могут в ряде случаев привести к отмене разработанного плана урока.

Проводим первый эксперимент с постоянным источником напряжения (закрыв от учащихся амперметр в момент включения источника) и убеждаемся – тока нет. Подключаем переменное напряжение - ток есть. Хотя в самом пространстве конденсатора, если бы я здесь поставил счетчик зарядов, ничего бы не нашли в смысле тока проводимости. Над разрешением этой проблемы, этого противоречия мы и будем биться в течение урока.

Теперь акцентируем внимание учащихся на моменте включения, замыкания ключа, вернув в схему постоянный источник. Обнаруженный бросок тока с учётом оставшихся на доске формул ( $I=dQ/dt$ ) позволяет высказать гипотезу - ток во внешней цепи есть следствие процесса перезарядки конденсатора.

Учитель проводит известные преобразования  $U(t)=U_m\cos(\omega t)$ ;  $Q(t)=C*U(t)=CU_m\cos(\omega t)$ ,  $I(t)=dQ/dt=-\omega CU_m\sin(\omega t)$ , по результатам которых учащиеся должны предсказать, а потом проверить, как зависит ток в цепи, сопротивление конденсатора от частоты тока, ёмкости конденсатора. Это признак проблемного изложения в чистом виде: деятельность учащихся не ограничена восприятием рассказа учителя – записывают выводы, преобразования, фронтально обсуждают результаты экспериментов. В проблемном варианте обязательным является контрольный эксперимент по проверке гипотезы – в данном случае это как раз зависимость  $R_c(c,\omega)$ .

Его можно продолжить в виде решения расчетной задачи по данным эксперимента, проводимого учителем: значения  $U$ ,  $C$ ,  $\omega$  снимаем с показаний приборов, величину силы тока рассчитывают учащиеся, и проверяем по показаниям амперметра. Это этап обязательного первичного применения следует провести в групповой, гетерогенной (парной) форме, чтобы облегчить деятельность первичного применения и усвоения нового содержания. Существенным фактом являются в этой теме фазовые

соотношения – они уже появились в ходе рассказа учителя и остались на доске:  $Q(t)=Q_m*\cos(\omega t)$  и  $I(t)=-Q_m\omega*\sin(\omega t)=Q_m\omega*\cos(\omega t+\pi/2)$ .

Обращаем внимание на эти формульные записи с участием производных и проводим какую либо демонстрацию сдвига фаз между током и напряжением: двулучевой осциллограф, сопряжение с компьютером, в крайнем случае - плакат. Еще раз подчеркнем, что при проблемном обучении эксперимент работает на уроке несколько раз: вначале как источник проблемы, затем как доказательство правильности нашей гипотезы, и для уточнения результатов её применения.

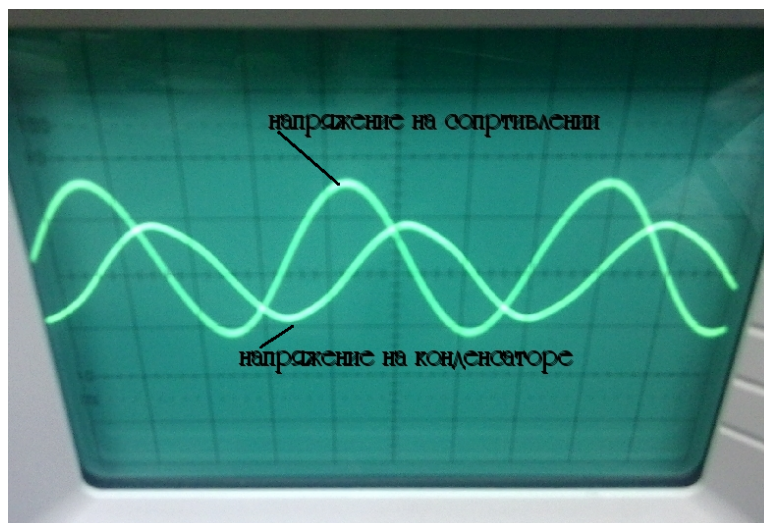


Рис. 12. Сдвиг фаз в цепи с конденсатором

Рассмотренный вариант урока с использованием эксперимента как основания для возникновения учебной проблемы является исследовательским, поскольку все важные познавательные результаты, возможные в этом варианте, получены учащимся самостоятельно. Однако это не единственный и даже не самый нагруженный в смысле самостоятельной поисковой работы учащихся, вариант.

При изучении нового, в общем-то, материала, который, тем не менее, тесно связан с предыдущим и может быть раскрыт как его следствие, у учителя возникают альтернативные решения.

1. Дать его в готовом виде, экономя время для решения задач и выполнения исследовательской лабораторной работы. Интересно в варианте лекционно-семинарской школьной работы.
2. Попытаться заинтересовать учащихся, показать образец творческой деятельности, усложнив познавательную траекторию при использовании различных вариантов проблемного метода. Перспективно в том случае, если данный материал, физическое содержание объективно содержит эту проблему, и в одном месте, в одном вопросе концентрирует существо дела.
3. В том случае, если главным и существенным является предыдущий теоретический материал, а нынешний удобно представить как его следствие, рациональным являются различные варианты эвристического метода обучения, в том числе с демонстрационным или лабораторным экспериментом, использовании материала учебника в качестве объекта деятельности.
4. Исследовательская деятельность самостоятельное получение учащимися новых знаний и способов деятельности.

Здесь необходимо привести некоторые соображения по поводу формирования научного стиля мышления учащихся. Хорошо известно из истории науки, индуктивный этап открытия существенного нового знания не может быть легко описан, и не поддаётся логическому объяснению и воспроизведению в учебном процессе. От опытных фактов к новым теоретическим постулатам нет логического пути. Поэтому попытки сформировать научный стиль мышления, копируя творческую траекторию гениев, пусть даже и в спрямлённом, адаптированном варианте проблемного изложения, представляют интерес и полезны, но не гарантируют повторения нашими учащимися аналогичных творческих успехов.

Скорее всего, большинству из них и не придётся решать в профессиональной деятельности задач подобного масштаба. А вот с чем им точно придётся столкнуться, так это с необходимостью применения

известных, изученных законов, в том числе обязательно в неизвестной, неизученной и в этом отношении творческой ситуации

Проблемное обучение ограничивает познавательную деятельность учащихся и полезно лишь при переходе в новую познавательную область, когда нет основы для продуктивного ученического более самостоятельного исследования. В тех случаях, когда теоретический фундамент существует, но материал не позволяет организовать полностью самостоятельного исследования, оптимальным является вариант эвристического метода с частично-поисковой работой учащихся.

Если применяется эвристический метод обучения, то место эксперимента в уроке также хорошо понятно – после предсказания учащимися, поэлементно в ходе развёртывания содержания. Вообще, сама необходимость использования эвристических, пошаговых самостоятельных методов обучения, в том числе с опорой на эксперимент, очевидна из той дедуктивности научного знания, о которой уже говорилось – все можно доказать и подтвердить опытом, и из необходимости максимального участия учащихся в получении познавательных результатов. По сути дела методическая и организационная трудность только в том, что учебники, на которые учителя склонны ориентироваться, предлагают другую логику - выдачи сразу всей информации. Но из этого следует только одно - учебник объект деятельности учащихся, объект их самостоятельной работы в классе или дома, но не основа организации урока учителем.

Вернемся к току через конденсатор в варианте эвристической беседы. Никаких проблем в смысле серьёзных противоречий с прежними знаниями учащихся возникать не должно. Учитель задает вопросы и ставит задания перед учащимися, ответы на которые и приводят к формированию новых знаний в ходе применения учениками предыдущего физического содержания. Показав, что постоянный ток через конденсатор не идёт, на этапе мотивации показываем бросок тока при замыкании ключа, который ученики объясняют зарядкой конденсатора и соответствующим движением

зарядов. Далее начинаем рассуждать вместе с учащимися и ставить перед ними новые задачи. Переменное напряжение означает непрерывное изменение заряда на конденсаторе, следовательно, дети приходят к выводу, что должен быть ток – обнаруживаем. Вычисляют (под руководством учителя, в отличие от исследовательской работы) силу тока как производную заряда конденсатора по времени, вводится понятие емкостного сопротивления, которое, оказывается, зависит от частоты – показываем, зависит от емкости – показываем.

Получив ответы на свои вопросы, и связав их в формулировку  $R_c = 1/\omega C$ , учитель не может считать, что произошло усвоение, какую бы логику учебного процесса он не выстраивал. Усвоить - значит научиться применять, у каждого ученика своя логика усвоения, и нам не дано знать, что происходит у них в головах, только по деятельности можно судить о сформированных знаниях. Поэтому вновь обязателен этап свёртывания знания в виде формулы, закона и тренировка в их применении.

Проведя эвристическую беседу во фронтальном варианте, учитель ориентировался на средних в познавательном отношении учеников. Поскольку материал принципиально важен для дальнейшего изучения, необходимо весь класс вывести на уровень достаточного владения им. Необходимо варьировать формы организации обучения с учетом необходимости дифференциации по учебным возможностям и когнитивным стилям, или другим психологическим особенностям.

Связь метода и форм организации затронута лишь в нескольких работах и не разработана в методике обучения физике совершенно. Чаще всего выбор форм обучения происходит, минуя анализ методической (в смысле выбора метода обучения) стороны урока. В нашем случае эти два обстоятельства – необходимость выведения всего класса на обязательный уровень усвоения учебного материала и необходимость дифференциации обучения диктуют нам (не по вкусам учителя) последовательность – дифференцированно-групповая форма работы переходит в звеньевую

бригадную. При продолжении формирования новых знаний – гомогенные группы (дифференцированные), а при переходе к этапу применения – гетерогенные, звенья-бригады с одинаковыми заданиями. Если будет (был) реализован другой метод обучения (объяснительно-иллюстративный) за ним шла бы фронтальная репродуктивная и самостоятельная работа, то есть требовалось бы другое сочетание форм организации обучения.

Наконец, при эвристическом методе обучения есть специфика и в домашней самостоятельной работе учащихся, или на учительском жаргоне – домашнем задании. Рассматривая домашнюю самостоятельную работу как часть третьего этапа урока – применения знаний, и как часть первого этапа последующего урока, мы отмечаем, что полное точное знание не звучало на этом уроке, оно было рассыпано по вопросам, ответам, задачам. Теперь ученик должен свернуть все это в связный рассказ, используя материал учебника. И его полный связный рассказ на следующем уроке явится результатом его самостоятельной работы и должен быть соответственно оценен, при выполнении им еще ряда условий – ответы на вопросы и т.д. В иных случаях, при других методах обучения (объяснительно-иллюстративном), уже сам по себе рассказ текста учебника не явится основной частью домашней самостоятельной работы как части третьего этапа урока, более того, он просто недопустим.

Рассмотрим структуру темы «Давление жидкостей и газов». Исторически ядром ее принято считать закон Архимеда, изучению которого традиционно уделяется наибольшее внимание. Однако это совсем не так. Основным опытным фактом, лежащим в основании теории, является, без сомнения, закон Паскаля. Его следует обнаружить, объяснить с молекулярно-кинетической точки зрения. Ядром же темы, той сутью, свернутой в формулу, на основании которой все последующие факты, явления раздела могут быть объяснены, описаны и предсказаны, является формула гидростатического давления  $p = \rho gh$ . Поэтому для изучения этого вопроса наиболее приемлемы объяснительно-иллюстративные методы с опорой на

эксперимент. Все остальное (закон Архимеда, сообщающиеся сосуды, плавание тел и т.д.) - выводы и следствия теории.

Понимание учителем места этих вопросов в теме, и понимание содержания образования не как перечня вопросов, а как *объектов исследовательской деятельности учащихся* с физическим материалом, заставляет его пересмотреть традиционные подходы в пользу дедуктивных вариантов предсказания и опытного подтверждения. Логика применения эксперимента, например, с сообщающимися сосудами на уроке в этом случае соответствует простейшему дедуктивному исследованию – ставится задача определить положение жидкости после удаления перемычки. Учителем проводится фронтальная эвристическая беседа на основе прежней физики, применяя закон Паскаля и формулу гидростатического давления  $p = \rho gh$ . Предсказывается результат равенства уровней в случае однородных жидкостей и обнаруживается требуемый факт на опыте. Эксперимент будет продолжать работать и в дальнейшем исследовании учащихся, если мы попросим дома предсказать поведение разнородных жидкостей в сообщающихся сосудах. Для этого они воспользуются тем же алгоритмом, что и в классе, а в начале следующего урока полученный ими результат будет проверен кем-то из них на демонстрационной учительской установке.

В приведённом нами примере эвристическая беседа эффективна как метод обучения, поскольку учащиеся владеют всем необходимым учебным содержанием, что достаточно определённо задает цель «научатся применять». В результате основная нагрузка в деятельности переносится с запоминания на понимание, рассуждение, доказательство и экспериментальную проверку как атрибуты исследовательской деятельности. Учащиеся не воспринимают закон сообщающихся сосудов или условие плавания тел в готовом виде как результат эксперимента, а получают их в той или иной мере самостоятельно и сопоставляют выводы с последующим экспериментом. При этом производятся операции со сформированным ядром теории, что приводит к его усвоению, а учащиеся вырабатывают стереотип



обращения к теории для решения практических задач и элементарные навыки творчества, проведения коллективных экспериментальных исследований.

Продолжим рассмотрение эвристических, частично-поисковых методов на примере изучения электростатики.

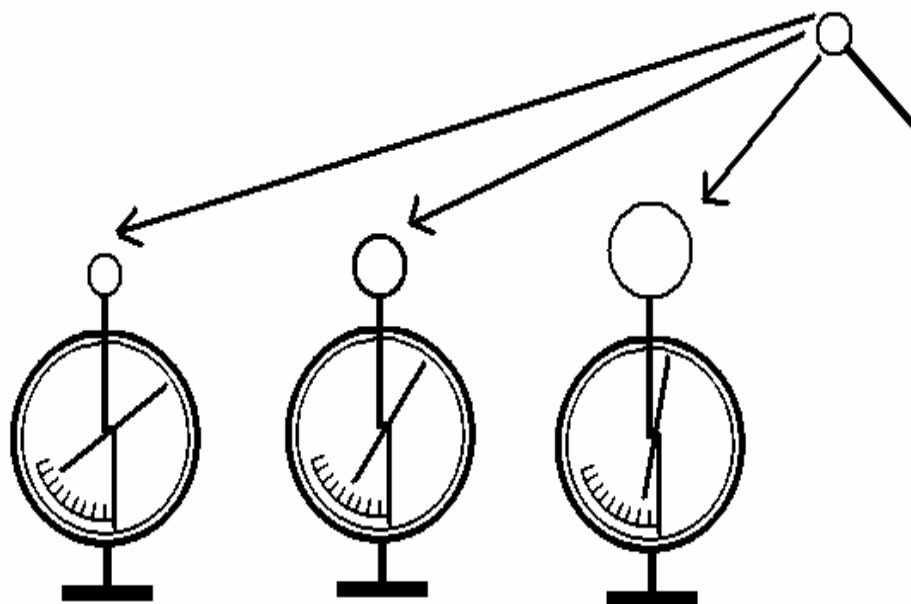


Рис. 13. Зависимость потенциала шара от его размера

Перейдём к изучению потенциала, емкости на примере заряженного шара. В силу необходимости дальнейшего использования этой величины, и при невозможности провести интегрирование, во многих учебниках она вводится в готовом виде. Для создания экспериментальной основы неочевидного выражения и логически обоснованного введения следует его предварить демонстрацией. На учительском столе три электрометра с разными шарами. На них наносится одинаковый заряд, однако потенциал получается разный, убывающий с увеличением радиуса (рис. 13). Почему?

При объяснении этого факта будем следовать нашему принципу применения, вовлечения, усвоения предыдущего знания. Нетрудно видеть, что при одинаковом числе силовых линий (заряде) для перемещения пробного заряда из бесконечности на поверхность малого шара требуется

совершить большую работу на отрезке  $R_1 - R_2$  (рис. 14), что и объясняет больший потенциал малого шара.

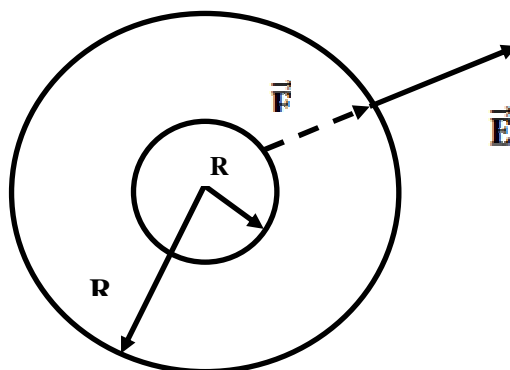


Рис. 14 Объяснение зависимости потенциала шара от его размера

После этого формула для потенциала шара будет воспринята с большей обоснованностью. Но мы ещё должны постараться её применить в ходе подобных экспериментов, и тем самым продолжить усвоение. Формирование ядра нашего варианта электростатики завершено, учебный процесс переходит к получению выводов и следствий теории, ради которых эта теория создавалась как в объективном, историческом научном смысле, так и в субъективном, характеризующем уровень усвоения её конкретным учащимся.

Первым объектом применения является понятие ёмкости. Совершенно очевидно, в развитии наших принципов, что экспериментальная основа уже есть, в *этом же опыте* с тремя электроскопами – та же установка работает, ибо физика одна и та же. Опыт рис.6 мотивирует введение понятия емкости, и на нем же учащиеся приходят к выводу, что емкость зависит от размеров тела. Введем величину емкости  $C=q/U$ , и получим ёмкость шара  $C=4\pi\epsilon_0 R$ , которую проверим в известном уже эксперименте, придав его результатам другое, дедуктивное значение.

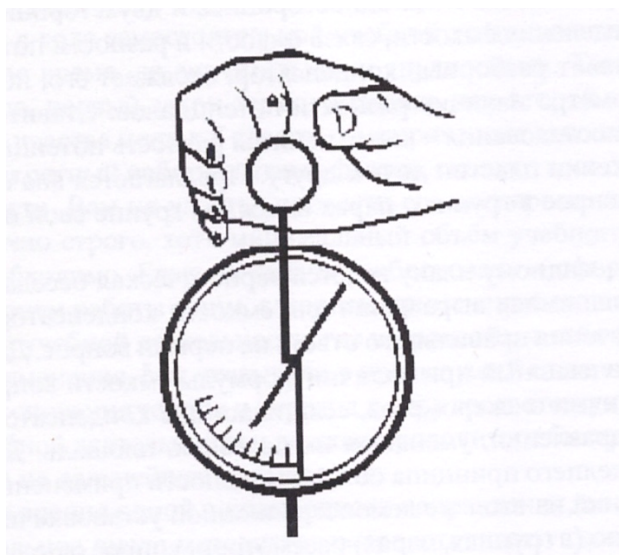


Рис. 15. Опыт "Волшебная рука"

Простой опыт «Волшебная рука» (рис. 15) показывает, что емкость тела на самом деле определяется ещё положением окружающих тел, а измеряемая ёмкость системы тел зависит от их взаимного расположения. На этом эксперименте продемонстрируем наши принципы: извлечения максимальной физики, применения предыдущего содержания и максимального вовлечения деятельности учащихся. По аналогии с рис. 14 представим поле внутри диэлектрика, нашей руки, и сразу станет ясно, что полная работа по переносу заряда из бесконечности стала меньше, так как величина напряжённости внутри диэлектрика меньше, меньше станет потенциал. А ёмкость - спросим учащихся? Ждём правильного ответа, и при его наличии движемся дальше.

Таким образом, в ходе этой демонстрации работаем с понятиями потенциал, ёмкость, повторяем поле в диэлектрике, работает связь потенциала и напряженности, все это в интерактивном режиме диалога с учащимися, осуществляя дедуктивный вариант предсказаний и проверки суждений. Полноценное исследование в ходе эвристической беседы.

Наиболее подробно в средней школе рассматривается вопрос о ёмкости плоского конденсатора. С точки зрения содержания учебного материала никакой принципиальной новизны по сравнению с только что рассмотренными вопросами этот объект изучения не содержит, и является типичным приложением, применением теории. Поэтому представляется

оправданным некий максималистский вариант урока - самостоятельное, групповое изучение и семинар с подготовленными учащимися демонстрациями. В том случае, если этот вариант окажется чрезмерно трудным, в качестве минимального варианта по уровню познавательной деятельности мы предлагаем эвристическую беседу (выше были указаны критерии для аналогичного случая) на основе демонстрационного эксперимента. В качестве дополнительного аргумента напомним тезис Ю.К. Бабанского – «Всё, что учащиеся смогут изучить самостоятельно, должно изучаться так». Трактовка оборота «смогут изучить» неоднозначна, однако есть и объективный критерий, относящийся к содержанию и деятельности с ним – знают необходимое и умеют с ним работать. Эти компоненты в нашем варианте организации учебного процесса были только что показаны.

В начале урока происходит актуализация опорных знаний, роль которой тем больше, чем выше предполагаемая познавательная активность учащихся. На доске остаются после этого этапа выражения для поверхностной плотности заряда  $\sigma=Q/S$ , напряженности поля одностороннее заряженной плоскости  $E=\sigma/\epsilon_0$ , определения ёмкости  $C=Q/\varphi$ , связь напряжённости и разности потенциалов  $\Delta\varphi=-E*d$ .

Учитель ставит разборный конденсатор, заряжает его, показывая с помощью электрометра наличие разности потенциалов. Ставится вопрос для коллективного исследования – как изменится разность потенциалов при удалении, приближении пластин друг к другу. Предлагается вначале учащимся обсудить этот вопрос в группах, парах и каждой группе свой ответ зафиксировать. Получив ответы, демонстрируется эксперимент, подтверждающий правильность выводов, и говорящий о том, что емкость конденсатора является функцией его геометрии. Выясним эту функцию, получим формулу емкости плоского конденсатора. Вы (учащиеся) все для этого знаете и все умеете.

Затем по очевидному плану ведётся эвристическая беседа, приводящая к получению учащимися выражения для ёмкости конденсатора. Далее обсуждается уже более очевидный при наличии формулы ёмкости вопрос о том, что будет с показаниями электрометра, если пластины конденсатора сдвигать в поперечном направлении, уменьшая их полезную площадь. Для иллюстрации нашего последнего принципа об обязательности применения учащимися полученных знаний на этой же демонстрационной установке им предлагается самостоятельно (в группах, парах) рассмотреть вопрос о роли диэлектрика между обкладками конденсатора, и предсказать, что будет в реальной установке с показаниями электрометра при внесении пластины органического стекла. При трудностях дается ссылка на опыт «волшебная рука».

Если ответ на это задание классом в целом дан верный, учитель делает вывод о достаточной сформированности необходимых знаний и умений ими пользоваться, соответственно о достижении цели урока в части формирования необходимых элементов исследовательского поведения.

По логике рис. 9 теперь следует перейти к собственно исследовательским методам обучения, как самостоятельному открытию новых знаний и способов действия без предварительно намеченного и оформленного плана. Однако сделаем несколько замечаний. Пирамидальная структура содержания обучения рис. 9 отражает два обстоятельства. Во-первых, не всё содержание, представленное знаниями, может реализоваться в верхних этажах, многое остается в виде сведений, не проходя отработку как умения, и поэтому не может использоваться в исследовательском варианте. Это накладывает на учителя обязанность тщательного анализа содержания обучения, о чем мы уже говорили. Во-вторых, надо откровенно признать, что естественные способности и уровни мотивации учащихся даже в профильных классах настолько сильно различаются, что в рамках классно-урочной системы вывести всех одновременно на исследовательский уровень нереально. Поэтому модели, рассмотренные в предыдущих главах, включали

обязательный элемент групповых, гетерогенных форм организации обучения, позволяющих выровнять, хотя и не во всем, уровни усвоения учебного материала. Столь же очевидна и необходимость использования на этапе полноценного исследования дифференциации уровня самостоятельности.

В разобранный выше примере сочетания решенной задачи, дающей алгоритм выполнения практической части, с самой лабораторной работой в исследовательском варианте, существуют такие альтернативы. Повторив на первом этапе урока решение домашней задачи (определение сопротивления проводника, удельного сопротивления материала проводника, внутреннего сопротивления и ЭДС источника тока), и имея ход решения на доске в этапе актуализации, учитель может реализовать далее три варианта урока.

1. В ходе эвристической беседы разработать во фронтальном варианте алгоритм выполнения лабораторной работы, составить вместе с учащимися план и цель – определить сопротивление розданных каждой группе проводников, сравнив их впоследствии с номиналами, временно закрытыми каким либо способом. Сама работа выполняется группами, парами самостоятельно. Поскольку алгоритм работы составлен в ходе эвристической беседы и далее реализуется в группах без непосредственного руководства учителя, мы рассматриваем этот вариант как эвристический, практический самостоятельный метод обучения.

2. В случае активной и успешной работы класса на первом этапе урока группам может быть предложено самостоятельное выполнение этой работы, включая и разработку алгоритма и процедур измерения. В этом случае состав групп должен быть гетерогенным, чтобы обеспечить успешную поисковую деятельность группы в целом, при различном участии её членов в получении общего решения.

3. Если же этап актуализации показал, что не весь класс достаточно успешно разобрался с решением домашней задачи, возможно дифференцированное выполнение – наиболее сильные учащиеся выполняют самостоятельно, без готовой инструкции, при поисковом в целом характере

учебной деятельности. С остальным классом учитель разрабатывает алгоритм, после чего средняя в познавательном отношении часть класса выполняет работу по нему (эвристический метод обучения), наиболее же медлительные ученики под руководством учителя делают работу, используя готовую инструкцию, т.е. работая репродуктивно. В этом варианте все ученики класса выполняют к концу урока одну и ту же работу, получают одни и те же результаты, но при различной помощи учителя, при различной познавательной активности и самостоятельности. Таким образом, реализуется дифференциация по методам обучения, наиболее сложный и дискуссионный вид дифференциации.

Приведем пример сочетания и чередования различных форм организации обучения, позволяющих организовать доступную по уровню исследовательскую деятельность большинству учащихся для урока 10 класса при продолжении изучения закона Ома для полной цепи. Начнём с того, что структура школьной копии теории, лежащей в основе получения этого закона, требует сугубо дедуктивного подхода, теоретического вывода и затем экспериментального подтверждения полученных зависимостей. К этому моменту известны роль сторонних сил, равенство нулю работы кулоновских сил, величина ЭДС как работа сторонних сил перемещения единичного заряда по замкнутой цепи. В эксперименте требуется показать:

1. постоянство ЭДС как внутренней характеристики источника;
2. введенное понятие внутреннего сопротивления представляет собой (чаще всего) обычное омическое сопротивление и определяется внутренним устройством источника;
3. качественную зависимость силы тока в полной цепи в соответствии с выведенным законом.

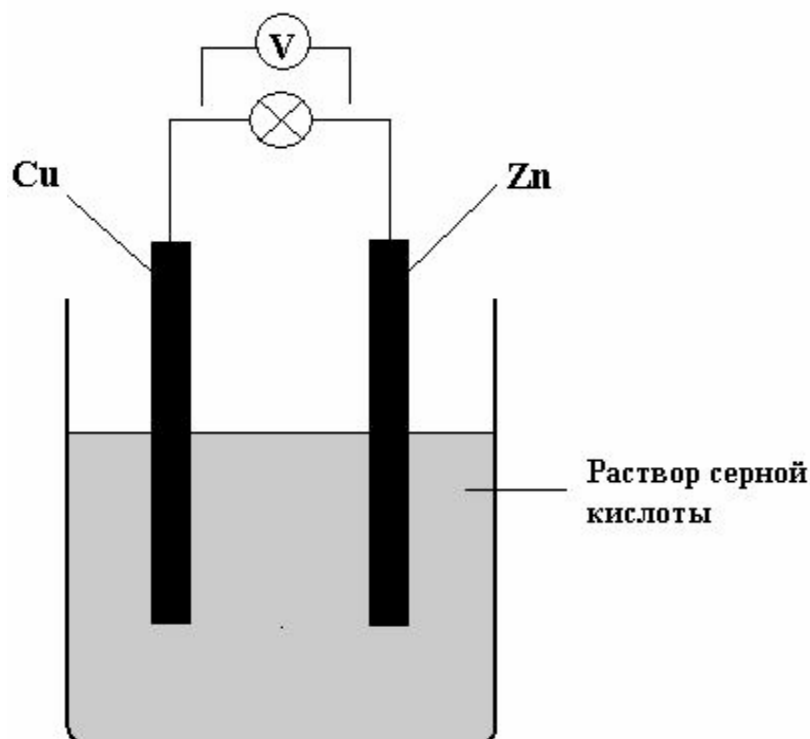


Рис. 16. Схема опыта при введении понятий ЭДС и внутреннего сопротивления

Все эти факты подтверждаются наблюдениями на приведенной на рис. 16 простой установке, которая может быть собрана на каждую группу учащихся. Сначала к выводам пластин подключен вольтметр и наблюдаем в широких пределах погружения пластин постоянное значение напряжения, трактуемое как ЭДС. Далее, при вынимании пластин из раствора кислоты уменьшается площадь сечения проводящей среды, возрастает внутреннее сопротивление и соответственно уменьшается ток, что обнаруживается уже по уменьшению накала лампочки. Этот эксперимент учитель может поставить в качестве источника учебной проблемы с тем, чтобы к концу этапа формирования новых знаний учащиеся смогли бы его объяснить. Примерная схема использования демонстрации такова. После введения понятия ЭДС демонстрируется сначала опыт с вольтметром, а затем с лампочкой. Учащимся непонятно, почему во втором опыте ток уменьшается, хотя ЭДС остаётся прежней. Выдвигается гипотеза: кроме ЭДС у источника есть ещё одна характеристика. Это внутреннее сопротивление. Вспоминаем выражение для сопротивления проводника  $R = \rho \cdot l/S$  и делаем вывод, что уменьшение площади контакта электродов с электролитом приводит к увеличению внутреннего сопротивления источника.



Перевод новых знаний в умения проведем в групповой гетерогенной форме работы по ответам на вопросы, объяснению эксперимента в виде качественной задачи экспериментального характера. Ключевым элементом урока является задача по определению ЭДС и внутреннему сопротивлению источника, как алгоритм самостоятельно выполняемой лабораторной работы. На этом этапе класс разбивается на дифференцированные группы, причем самой сильной в познавательном отношении дается самостоятельное решение задачи и выполнение соответствующей лабораторной работы без каких либо комментариев и указаний. Им может быть предложено и самим выбрать оборудование.

Вторая по силам группа учащихся участвует вместе с классом в решении задачи, после чего переходит к выполнению работы без указаний учителя.

Остальные учащиеся продолжают решать типовые задачи. В дальнейшем они также выполняют эту лабораторную работу, но уже под руководством учителя, либо учащихся из первых групп.

Таким образом, каждая группа учащихся участвует как в индивидуальных исследованиях, так и в коллективном обсуждении, учебно-исследовательской коммуникации.

Рассмотрим, наконец, и полноценный вариант ученического исследования в учебном процессе по алгоритму

6. Сбор фактов. Выявление противоречий, формулировка проблемы.  
Постановка исследовательской задачи.
7. Построение модели исследуемого явления. Выдвижение гипотез.
8. Планирование решения задачи.
9. Реализация разработанного плана.
10. Анализ и оценка результатов, построение обобщений, формулировка выводов.

Этот алгоритм является общепринятым, хотя обязательное место гипотезы до выполнения не укладывается в истинную роль эксперимента (Резерфорд и не подозревал об атомном ядре, планируя и проводя свои

эксперименты с  $\alpha$  частицами). Так же понимал «исследование» Исаак Ньютон, когда категорически заявлял: «...гипотез не измышляю!». Предшествующее исследованию вероятностное, гипотетическое предположение, как прогнозирование возможного результата, выводит исследователя из поля «бескорыстного» поиска истины, в значительной мере приближая его деятельность к поиску заранее известного, предсказуемого [85].

Известный специалист в области исследовательского поведения детей А.Н. Поддьяков, опираясь на результаты собственных изысканий, делает вполне убедительный вывод о том, что на начальных этапах исследовательского поиска ранняя вербализация проблемы вредна. Таким образом, и в данном случае попытки сформулировать цель, задачи, гипотетически спроектировать конечный итог ограничивают сферу творческого поиска исследователя. Они заранее задают рамки поиска и ограничивают ими поисковую активность. Впрочем, это говорит лишь о том, что подлинное исследование в рамках урока является маловероятным.

Рассмотрим урок по теме «Вес тела, движущегося с ускорением. Невесомость». Само понятие веса, как силы, действующей на опору, считаем сформированным.

1. Проводим эксперимент, обнаруживающий, что во время свободного падения вес тела равен нулю. Таких опытов много, самый простой – прыжок учащегося с динамометром, на котором подвешен груз. Во время фазы полета динамометр показывает ноль.
2. Гипотеза – вес тела зависит от ускорения системы – рождается в ходе следующего эксперимента: ускоренного движения динамометра в руке учащегося.
3. План состоит в решении задачи на второй закон Ньютона о весе ускоренно движущегося тела.
4. Решаем задачу, получаем результат  $\vec{P} = m(\vec{g} - \vec{a})$

5. Применяем наш результат к решению конкретных задач с автомобилем на мосту и т.д.

Мы уклонились от приведенной выше модели, или модифицировали её в духе естественнонаучного исследования – основанием для гипотезы является эксперимент.

В заключение порекомендуем учителю несколько полезных изданий для организации учебных исследований естественнонаучного профиля, в т.ч. межпредметных [40, 71, 88].

Подведем итог нашей работы. Исследовательский вариант применения эксперимента в учебном процессе по естественнонаучным дисциплинам характерен прежде всего нацеленностью учителя на организацию результативной познавательной деятельности учащихся в ходе демонстрации и обязательным получением нового содержательного результата в процессе выполнения собственно ученического эксперимента. Если два этих требования выполнены, далее учитель может смело думать о гипотезе исследования, обсуждать полученные результаты. Применение исследовательского эксперимента не может быть реализовано по произвольному желанию учителя в любом месте учебного процесса, этот мощный и методически сложный вариант должен быть обоснован содержанием обучения, мотивирован адекватными целями и реализован соответствующими методами и формами обучения. Этот алгоритм описан нами в гл.2.

### **3.2 ИКТ в организации исследовательской деятельности**

#### **3.2.1 Характеристика информационных сред и ресурсов, используемых в образовании**

Никакая современная интеллектуальная, учебная, преподавательская или научная деятельность невозможна без использования информационных технологий. Чем выше степень самостоятельности деятельности, тем

большие возможности предоставляет ИКТ, и тем больше эффект от её правильного использования. В настоящее время происходит компьютеризация учебно-исследовательской деятельности в образовательных системах.

По мере внедрения ИКТ в образование происходит изменение культуры учебного заведения и роли учителя в учебном процессе. В связи с акцентом на самостоятельное приобретение знаний усиливается консультационная и корректировочная направленность обучающей деятельности педагога. В условиях избыточной научной и учебной информации, предоставляемой учащимся современными средствами ИКТ, возрастают требования к профессиональной подготовке педагога в области основной и смежных учебных дисциплин. Существенно повышаются также требования к личностным, общекультурным, коммуникативным качествам преподавателя.

Современные учителя должны уметь многое. Так, в частности, педагоги, работающие в системе общего среднего образования должны знать, где и как найти требуемые учебные материалы в телекоммуникационных сетях, уметь использовать подобные сети в различных аспектах обучения, знать, как представить содержание учебных предметов посредством мультимедиа-технологий, как применять мультимедийные средства обучения. Учитывая данные психологических исследований, эффективное освоение потенциала образовательных средств ИКТ предполагает соответствующую подготовку учителя, который должен опираться на следующие положения:

- обучение работе с компьютерными средствами обучения является частью содержания образования;
- средства ИКТ, применяемые в обучении есть лишь инструмент решения проблем, его использование не должно превращаться в самоцель;

- использование компьютерных средств обучения расширяет возможности человеческого мышления по решению учебных и профессиональных задач;

- обучение работе со средствами ИКТ является одним из методов формирования мышления.

Требования к учителю, использующему средства ИКТ в образовательной деятельности, должны складываться из традиционных требований, предъявляемых к любому педагогу, и специфических, связанных с использованием современных информационных технологий и средств практического использования ИКТ в процессе информатизации образовательной деятельности. К традиционным требованиям относятся:

- **организаторские** (планирование работы, сплочение обучаемых и т.д.);

- **дидактические** (конкретные умения подобрать и подготовить учебный материал, оборудование; доступное, ясное, выразительное, убедительное и последовательное изложение учебного материала; стимулирование развития познавательных интересов и духовных потребностей);

- **перцептивные** (проявляющиеся в умении проникать в духовный мир воспитуемых, объективно оценивать их эмоциональное состояние, выявить особенности психики);

- **коммуникативные** (умение устанавливать педагогически целесообразные отношения с обучаемыми, их родителями, коллегами, руководителями образовательного учреждения);

- **суггестивные** (эмоционально-волевое влияние на обучающихся);

- **исследовательские** (умение познать и объективно оценить педагогические ситуации и процессы);

- **научно-познавательные** (способность усвоения научных знаний в избранной отрасли);

- **предметные** (профессиональные знания предмета обучения).

К наиболее часто используемым элементам ИКТ в учебном процессе относятся:

- электронные учебники и пособия, демонстрируемые с помощью компьютера и мультимедийного проектора,
- интерактивные доски,
- электронные энциклопедии и справочники,
- тренажеры и программы тестирования,
- образовательные ресурсы Интернета,
- DVD и CD диски с картинками и иллюстрациями,
- интерактивные пособия, схемы, карты и атласы, геоинформационные программы.

При поиске информации ученик может обращаться к глобальной сети Интернет, для этого он должен получить навыки организации информации в сети Интернет для упрощения поиска. По своему методическому назначению образовательные электронные издания и ресурсы и их компоненты можно классифицировать на:

- **обучающие** (ОЭИ, удовлетворяющие потребности системы обучения в формировании знаний, умений, навыков учебной или практической деятельности, обеспечении необходимого уровня усвоения учебного материала),
- **тренажеры** (ОЭИ, удовлетворяющие потребности системы обучения в отработке разного рода умений и навыков, повторении или закреплении пройденного материала),
- **контролирующие** (ОЭИ, удовлетворяющие потребности системы обучения в контроле, измерении или самоконтроле уровня овладения учебным материалом),
- **информационно-поисковые и информационно-справочные** (ОЭИ, удовлетворяющие потребности системы обучения в сообщении сведений, формировании умений и навыков систематизации информации),

- **демонстрационные** (ОЭИ, удовлетворяющие потребности системы обучения в визуализации изучаемых объектов, явлений, процессов с целью их исследования и изучения),
- **имитационные** (ОЭИ, удовлетворяющие потребности системы обучения в представлении определенных аспектов реальности для изучения структурных или функциональных характеристик),
- **лабораторные** (ОЭИ, удовлетворяющие потребности системы обучения в проведении удаленных экспериментов на реальном оборудовании),
- **моделирующие** (ОЭИ, удовлетворяющие потребности системы обучения в моделировании объектов, явлений, процессов с целью их исследования и изучения),
- **расчетные** (ОЭИ, удовлетворяющие потребности системы обучения в автоматизации различных расчетов и других рутинных операции),
- **учебно-игровые** (ОЭИ, удовлетворяющие потребности системы обучения в создании учебных ситуаций, деятельность обучаемых в которых реализуется в игровой форме),
- **игровые** (ОЭИ, удовлетворяющие потребности системы обучения в организации досуга учащихся, развитии у обучаемых памяти, реакции, внимания и других качеств),
- **коммуникационные** (ОЭИ, удовлетворяющие потребности системы обучения в организации межличностного общения педагогов, администрации, обучаемых, родителей, специалистов, общественности, доступа педагогов и обучаемых к требуемым информационным ресурсам),
- **интегрированные** (ОЭИ, сочетающие в себе комплекс интегрированных средств, удовлетворяющих широкому спектру потребностей системы обучения).

Средства ИКТ можно разделить на группы в зависимости от **формы организации занятия**, на которых наиболее целесообразно применение

данного вида издания или ресурса. Различают ОЭИ, рекомендованные для применения в ходе проведения уроков-лекций, лабораторных занятий, практических занятий, учебной исследовательской работы, самоподготовки, зачетов и экзаменов школьников.

В соответствии с вышеназванными дидактическими приоритетами образовательные электронные издания и ресурсы можно классифицировать по их *дидактической нацеленности* на формирование знаний, сообщение сведений, формирование умений, закрепление знаний, контроль уровня обученности, обобщение, совершенствование знаний, умений и навыков. Такая градация может быть дополнена благодаря учету при разработке электронных изданий и ресурсов психологически обоснованной последовательности этапов познавательной деятельности, в числе которых:

- восприятие,
- осмысление и фиксация знаний,
- формирование личностного опыта (умений, навыков, профессионально-ориентированной интуиции),
- проектно-исследовательская и поисковая деятельность.

Различные виды образовательных электронных изданий и материалы, необходимые для их разработки, могут быть объединены в четыре основных группы, исходя из уровня их дидактического потенциала.

**Первая группа** включает издания декларативного типа - печатные материалы и их электронные копии, аудио- и видеокассеты. Печатные издания обычно содержат теоретические материалы по теме в виде учебного текста и графических иллюстраций к нему, рекомендации для учителей и школьников, сборники задач. На аудио- и видеокассетах размещают записи нового материала, излагаемого школьникам на занятиях. Дидактическое предназначение этих изданий - первоначальное знакомство с учебным материалом и его восприятие. Как правило, издания первой группы носят характер исходного материала, из которого впоследствии разрабатываются полноценные ОЭИ.



**Вторая группа** образовательных электронных изданий и ресурсов также относится к средствам декларативного типа. Ко второй группе могут быть отнесены электронные учебники, виртуальные учебные кабинеты и тестовые компьютерные системы, основные дидактические функции которых - осмысление, закрепление и контроль знаний. Сейчас существует большое количество мультимедийных учебников по разным предметам и классам. Поэтому использование на уроках их демонстрационных средств (слайды, атласы, рисунки в учебнике, картины, анимации, видеозаписи) способствуют формированию у детей образных представлений, а на их основе – понятий. Интересны различные энциклопедии и электронные справочники, которые издают большое количество издательств

**В третью группу** образовательных электронных изданий и ресурсов могут входить виртуальные тренажеры, виртуальные учебные лаборатории, лаборатории удаленного доступа и другие подобные им компьютерные системы. Отличительными особенностями таких систем являются использование в их работе математических моделей изучаемых объектов или процессов и специализированный интерфейс, поддерживающий учащихся при решении учебных задач в режиме управляемого исследования. Основное дидактическое предназначение ОЭИ третьей группы заключается в формировании и развитии неартикулируемой части знаний, умений и навыков, исследовании свойств изучаемых объектов или процессов.

**Четвертую группу** ОЭИ составляют компьютерные системы автоматизации профессиональной деятельности или их учебные аналоги в виде пакетов прикладных программ. Они могут использоваться учащимися для решения различных задач по изучаемой теме, в ходе учебного проектирования. При использовании ОЭИ данной группы процесс учебной работы проходит в режиме свободного исследования и близок по своему характеру к профессиональной деятельности специалиста. В таком же режиме производятся эксперименты на удаленных уникальных стендах при исследовательской работе школьников.

По **форме изложения материала** образовательные электронные издания и ресурсы могут быть разделены на конвекционные, программированные, проблемные и комбинированные (универсальные).

**Конвекционное** ОЭИ соответствует установившимся традициям классической педагогики и имеет энциклопедический или монографический характер. Подобное ОЭИ реализует информационную функцию обучения.

**Программированное** ОЭИ основано на обучении по системе "стимул-реакция". Такое издание имеет форму разветвленной или линейной программы и ориентировано, прежде всего, на самостоятельную работу обучаемого, раскрывает основы и методы получения знаний и их взаимодействие с профессиональными навыками.

**Проблемное** ОЭИ базируется на теории проблемного обучения и направлено на развитие логического мышления, стимулирование творческой составляющей восприятия знаний.

**Комбинированное (универсальное)** ОЭИ содержит отдельные элементы перечисленных видов ОЭИ.

Основными прикладными программными продуктами при подготовке результатов учебно-исследовательской работы являются системы подготовки текстов, табличные процессоры, пользовательские системы управления базами данных, системы создания презентаций, графические редакторы, Web-браузеры и web-редакторы. Оформление работ с помощью текстового редактора: оформление титульного листа, соблюдение структуры работы, применение обычных и концевых сносок, составление оглавления и списка литературы. Ученик должен также уметь составить аннотацию работы, выделить ее основные тезисы. Информация может быть представлена в различных формах (текст, таблица, график и т.д.), причем каждая из них предпочтительна для различных целей. Ученик должен уметь составлять таблицы и графики с помощью табличных процессоров. Он также должен выработать навыки работы с изображениями (помещение изображений в текст, снабжение их подписями и комментариями, простейшие способы

редактирования изображений), а также составления и внесения в текст схем и формул. Компьютерная обработка данных исследования (сортировка, поиск, отбор информации) осуществляется с помощью систем управления базами данных. Защита работы может быть осуществлена при помощи презентации или web-проекта. Для этого ученик должен уметь работать в системе создания презентации и освоить основы гипертекстовой разметки HTML.

В целях оказания информативной помощи по различным вопросам, связанным с исследовательской деятельностью, в интернете существуют отдельные странички для педагогов-исследователей, где можно найти полезную информацию, которая обновляется каждый месяц. Вот одна из них: «Страничка педагога-исследователя» ([http://teachers.moy.su/index/stranichka\\_pedagoga\\_issledovatelja](http://teachers.moy.su/index/stranichka_pedagoga_issledovatelja)).

Полезную информацию для педагога-исследователя можно найти и на страницах сетевых научных сообществ: - Портал аспирантов (<http://www.aspirantura.spb.ru/>) - Научная сеть SciPeople (<http://scipeople.ru/>) - Педагогическая библиотека (<http://pedlib.ru/>).

#### **Методические сайты.**

«Сеть творческих учителей» — HYPERLINK «<http://www.it-n.ru>» <http://www.it-n.ru>, Сеть творческих учителей создана для педагогов, которые интересуются возможностями улучшения качества обучения с помощью применения информационных и коммуникационных технологий (ИКТ). На этом портале вы найдете разнообразные материалы и ресурсы, касающиеся использования ИКТ в учебном процессе, а также сможете пообщаться со своими коллегами.

«Интергугу. Сетевое сообщество учителей» — <http://www.intergu.ru>» – это открытая система самостоятельных сетевых проектов связанных между собой игровой экономической схемой.

«Большая перемена» <http://newseducation.ru>– сайт министерства образования. Методический кабинет учителя» <http://www.1september.ru/metodkabinet.php>

«Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/> — Коллекция включает в себя разнообразные цифровые образовательные ресурсы, методические материалы, тематические коллекции, инструменты (программные средства) для поддержки учебной деятельности и организации учебного процесса.

### **3.2.2 Использование информационных ресурсов для организации исследовательской деятельности учащихся**

Можно выделить три основных направления развития информационных технологий в современном естественно – научном образовании [25]:

- дистанционное и открытое образование;
- виртуальные лаборатории;
- библиотеки мультимедиа-объектов.

Следует отметить, что резкой границы между указанными направлениями нет, каждое направление развивается как открытая система, включающая другие элементы. Так, например, школы дистанционного образования используют ресурсы и виртуальных лабораторий, и сетевых библиотек.

Широкий доступ учащихся к различным информационным ресурсам требует организации их деятельности при проведении элементов учебного исследования на уроке. Удачным примером целенаправленного поиска служит обращение к информационным ресурсам на уроке «Применение, проявление ...» важного физического, химического, биологического явления, закона в природе, технике и быту. Самый яркий случай, если этот запрос учащиеся делают при работе в компьютерном классе в индивидуальной, скорее групповой форме. В этом случае каждая группа внутри себя производит отбор наиболее типичных найденных примеров, оформляет свой

ответ в виде презентации и представляет классу. Сущность исследовательской, пусть простейшей, деятельности учащихся состоит в отборе тех приложений, где действительно работает изучаемый закон. Важно суметь показать проявление этого закона, оформить свой ответ на языке предмета. Разумеется, это должен быть важный материал, подлежащий усвоению всем остальным классом по материалам выступления отдельных групп и контроля в дальнейшем.

Сделаем запрос «Бензол, свойства и применение» после окончания той части урока, описанной в предыдущем параграфе, которая завершилась получением его формулы.

В качестве примера информация с сайта <http://znaniya.com/task/4015289>

### **Применение бензола.**

1. Бензол служит исходным веществом для синтеза очень многих органических соединений.

2. Реакцией нитрования получают нитробензол  $C_6H_5NO_2$ , хлорированием бензола – хлорбензол  $C_6H_5Cl$  (растворитель) и другие хлорпроизводные.

3. Бензол используется как исходный продукт при синтезе лекарственных и душистых веществ, разнообразных красителей, мономеров для синтеза высокомолекулярных соединений и т. д.

4. Он применяется также в качестве растворителя и как добавка к моторному топливу в целях улучшения его свойств.

5. Хлорпроизводные бензола и других углеводородов используются в сельском хозяйстве в качестве химических средств защиты растений.

6. Так, продукт замещения в бензоле атомов водорода хлором – гексахлорбензол  $C_6Cl_6$  применяется для сухого протравливания семян пшеницы и ржи против твердой головни.

7. Из галогенопроизводных других углеводородов можно назвать гексахлорбутадиен  $C_4Cl_6$ , аналогичный по строению бутадиену-1,3, необходимый для борьбы с филлоксерой на виноградниках.

8. В сельском хозяйстве используется много других ядохимикатов для борьбы с насекомыми.

9. Также бензол используется для уничтожения сорняков, защиты растений от болезней и т. д.

10. Применение ядохимикатов требует хорошего знания их свойств и строгого следования установленным правилам их использования, так как при неправильном обращении они небезопасны для человека и могут нанести большой ущерб окружающей природе.

#### **Получение бензола.**

1. Важный источник получения бензола – коксование каменного угля.

2. В процессе коксования – сильного нагревания угля без доступа воздуха – образуется много летучих продуктов, из которых наряду с другими веществами извлекается бензол.

3. Н.Д. Зелинский показал, что бензол легко образуется из циклогексана при каталитическом воздействии платины или палладия и температуре около  $300\text{ }^\circ\text{C}$ .

4. Было установлено также, что при соответствующих катализаторах и нагревании гексан может превращаться в бензол.

5. Реакции получения бензола из предельных углеводородов и циклопарафинов приобрели сейчас в связи с возрастающей потребностью в этом веществе большое практическое значение

6. Особенности теории электронного строения.

Информационная задача учителем выполнена, далее наступает необходимость сортировки, переработки информации, связи полученных сведений с изученной теорией и т.д. Например, п. 2 в применении и п. 3 и 4 в получении бензола учащиеся должны реализовать в виде уравнения

химической реакции. Отдельное сообщение может быть подготовлено для следующего урока уже дома, также по материалам всемирной сети в дополнение к материалам учебника, по применению других указанных в этой таблице производных бензола.

На следующем уроке учителем запланирована лабораторная работа по химическим свойствам бензола. Найдя на сайте <http://school-collection.edu.ru> виртуальную химическую учебную лабораторию, просим учащихся найти, проделать в этой виртуальной среде и описать все имеющиеся там эксперименты, подтверждающие как уже известные, так и новые для них химические свойства бензола. Этим учитель может и ограничиться, в случае дефицита времени, оборудования и материалов. Однако весьма желательно проведение самой работы в натурном эксперименте, который мы вновь предполагаем исследовательским. Вполне удовлетворит этому требованию такая постановка задачи: «Докажите в эксперименте следующие свойства бензола ....». Учащимся придется перебрать эксперименты из виртуальной лаборатории, описании в учебнике, подобрать нужный, сформулировать его цель в соответствии с задачей, выбрать оборудование из имеющегося в лаборатории и т.д., вплоть до формулировки заключения в отчете.

Для полной картины использования средств ИКТ укажем, что в проведении расчетов учащиеся используют электронные таблицы, при составлении отчета - средства текстового редактора, а представляют свои результаты в виде презентации, в которую вставят фото или видеоматериалы по проведенному эксперименту. Для завершения рассмотрения всей темы можно указать, каким образом в промышленности, быту используются изученные химические свойства данного вещества.

Понятно, что бензол здесь только пример для связи с предыдущим материалом, а вся цепочка применения информационных ресурсов лишь иллюстрирует методические возможности, и может для иного содержания и при других задачах учителя иметь другой вид. Важно отметить, что начало исследовательской цепочки положено реальным натурным экспериментом в

предыдущем параграфе, на основе которого создана проблемная ситуация, мотивирующая активную познавательную, в т.ч. исследовательскую деятельность учащихся. В ходе изучения свойств этого вещества реализованы при высоком уровне активности все виды учебной работы по химии, обеспечено всестороннее развитие личности учащихся.

### **3.2.3 Использование готовых электронных продуктов**

Использование готовых электронных продуктов позволяет интенсифицировать деятельность учителя и ученика, позволяет повысить качество обучения предмету; отразить существенные стороны физических, химических и биологических объектов, зримо воплотив в жизнь принцип наглядности. В работе учителя химии по развитию исследовательских умений учащихся рекомендуется использовать несколько готовых ИКТ продуктов: «1С: Репетитор», «1С:Образовательная коллекция.»: «Общая и неорганическая химия 10-11 кл.», «Органическая химия 10-11 кл.», «Химия для всех - XXI: Решение задач. Самоучитель», «1С:Школа. Химия 8 кл.», «Неорганическая химия Кирилла и Мефодия», «Органическая химия Кирилла и Мефодия», «Химия XXI век: опыты со взрывами и без», «Виртуальная лаборатория.8-11 класс». Аналогичные программные продукты разработаны и по другим предметам.

Рекомендации по использованию готовых электронных продуктов:

Программные продукты на электронных носителях обладают большим потенциалом и дают возможность:

- использовать изобразительные возможности (анимация, видеофрагмент) и звук, что делает содержание учебного материала более наглядным, понятным, занимательным;
- сопровождать учебный материал динамическими рисунками, т.е. рассматривать изучаемое явление с различных сторон и на различных уровнях;



- моделировать и исследовать закономерности, которые в обычных условиях невозможно воспроизвести;
- проиллюстрировать сложные химические эксперименты (например, реакции с взрывчатыми или ядовитыми веществами, редкими или дорогостоящими реактивами, процессы, протекающие слишком медленно);
- провести быстрое и эффективное тестирование учащихся;
- организовать самостоятельную работу учащихся, научить их работать со справочным материалом;
- в случае необходимости организовать дистанционное обучение.

Использование образовательных ресурсов на электронных носителях при обучении физики, химии в современных условиях позволяет существенно улучшить качество преподавания предмета, повысить интерес учащихся к предмету.

Наиболее удачными продуктами в целом можно признать такие диски, как «Химия-8», серии «1С: Репетитор», «1С: Образовательная коллекция», «Уроки химии Кирилла и Мефодия», «Открытая химия 2.5». Диск «Химия-8» будет полезен для изучения начал химии, т. к. материал изложен очень подробно, в доступной форме, имеются задания в конце каждой темы и в конце курса.

Для повышения интереса к предмету можно выбирать диски, где информация представлена в необычной форме. Например, «Химия. Базовый курс. 8–9», где действие происходит в цирке.

Для тестирования на уровне знаний средней школы наиболее пригодны «Химия-8», «1С: Репетитор», «Уроки химии Кирилла и Мефодия», «Открытая химия 2.5».

Абитуриентам будут наиболее интересны «1С: Образовательная коллекция», «1С: Репетитор».

Присутствующие на дисках ошибки, опечатки, несоблюдения правил техники безопасности грамотный учитель может использовать как положительный момент, обращая внимание учеников на необходимость

тщательного анализа любой поступающей информации.

### 3.2.4 Цифровые лаборатории в организации исследовательской деятельности на уроке



Рис. 27. Цифровая лаборатория "Архимед" с набором датчиков

Цифровая лаборатория – естественнонаучная лаборатория, яркий пример современного экспериментального оборудования. Ее использование в школьной лаборатории ведет к облегчению организации лабораторных работ. Цифровая лаборатория обеспечивает автоматизированный сбор и обработку данных, позволяет отображать ход эксперимента в виде графиков, таблиц, показаний приборов [101, 104]. Проведенные

эксперименты могут сохраняться в реальном масштабе времени и воспроизводиться синхронно с их видеозаписью. Лаборатория дает возможность производить удобную обработку результатов эксперимента, существенно сокращает время на организацию и проведение работ и демонстрационных опытов.

Большое разнообразие датчиков, с которыми совместимы учебные цифровые лаборатории», позволяет создать единую цифровую лабораторию, с помощью которой можно изучать явления из различных научных областей – физики, химии, биологии и смежных с ними (рис. 17).

В контексте нашей работы важно подчеркнуть возможности цифровых лабораторий в получении новых знаний в ходе собственной исследовательской деятельности учащихся. Эти возможности открываются благодаря одновременному контролю за значениями нескольких важных параметров в процессе изучения быстропротекающих явлений. Например, при изучении механического движения учащиеся одновременно видят

изменение координаты, скорости и ускорения тела, а при изучении газовых законов – температуры, давления и объема. Это позволяет использовать данные для их обобщения в виде эмпирических законов, или при проверке полученных теоретических сведений.

Рассмотрим в качестве примера из курса химии лабораторную работу «Изучение реакции нейтрализации».

**Цель работы:**

1. Изучить изменение температуры в ходе реакции нейтрализации;
2. Изучить изменение pH в ходе реакции нейтрализации.

Можно сразу отметить, что указанные цели без быстро работающих датчиков и соответствующего интерфейса не достижимы.

Реакция нейтрализации - это процесс соединения ионов водорода с гидроксид-ионами, в ходе которого наблюдается изменение pH среды. Нейтрализация является экзотермическим процессом.

Ход работы отличается от обычной процедуры необходимостью подключить и настроить датчики температуры и pH. Далее как обычно растворить гидроксид натрия в дистиллированной воде, помешивая раствор. Налить в бюретку раствор соляной кислоты и начать добавлять его в стакан со щелочью (1 капля в секунду). Провести измерения температуры и pH в ходе нейтрализации с помощью датчиков.

Результаты изменения температуры запишем в таблицу. Без датчиков и цифровой аппаратуры это был бы единственный достижимый результат. (Табл. 11). Все детали реакции от нас ускользнули бы.

Таблица 11.

Результаты лабораторной работы по изучению реакции нейтрализации

№ опыта	Изменение температуры (°C)	pH
1 (начало опыта)	23,8	13
2 (окончание опыта)	28,7	1,3

На графике на мониторе учащиеся видят одновременное изменение фиксируемых параметров (рис.2).

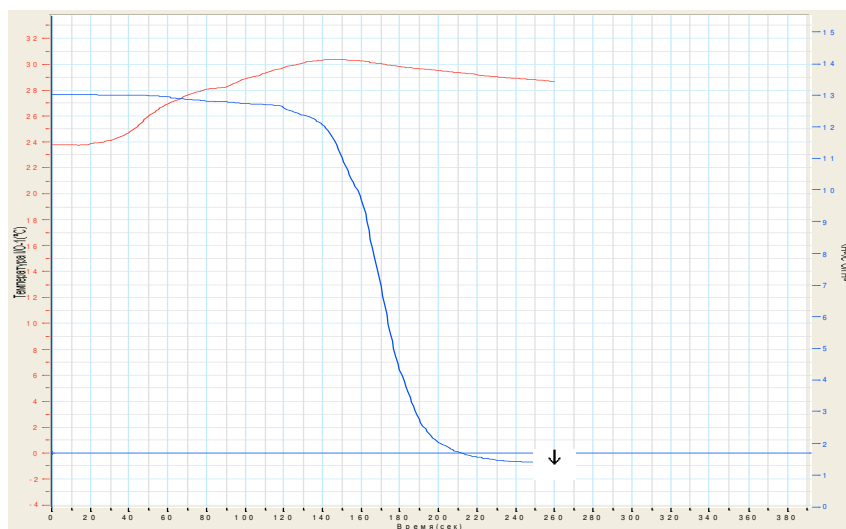


Рис.18. Наблюдение реакции нейтрализации

Какие выводы из наблюдения сделают учащиеся по полученному графику? В ходе реакции нейтрализации наблюдалось изменение pH от щелочной реакции среды до нейтральной, а при избытке кислоты - до кислой реакции среды. В начале реакции наблюдался экзотермический процесс (выделение тепла), но после резкого падения pH среды температура раствора начала понижаться. По этому графику учащиеся самостоятельно делают вывод, что экзотермическим является только сам процесс нейтрализации, максимум температуры приходится на нейтральное значение показателя pH.

Полезно установить связь скорости реакции, определяемой по наклону графика pH и концентрации добавляемой кислоты с течением времени. Наиболее сильные учащиеся могут по данным этой работы и известным физическим законам установить тепловой эффект реакции и сравнить полученное значение с табличным.

Сопоставление результатов собственных ученических исследований с известными данными или предсказаниями теории составляют наиболее ценную часть работы с цифровыми лабораториями. В гл. 2 был рассмотрен урок изучения математического маятника. Для базового уровня вполне достаточно. Но в профильном классе логично поставит вопрос – а что

изменится, если будут нарушены ограничения на математичность маятника, например, амплитуда колебаний будет большой?

В этом случае на помощь приходит составление математических моделей систем и процессов. В классах с хорошей подготовкой по реальному программированию учащиеся пишут соответствующие программы, реализующие алгоритм колебаний нелинейного маятника, на языках

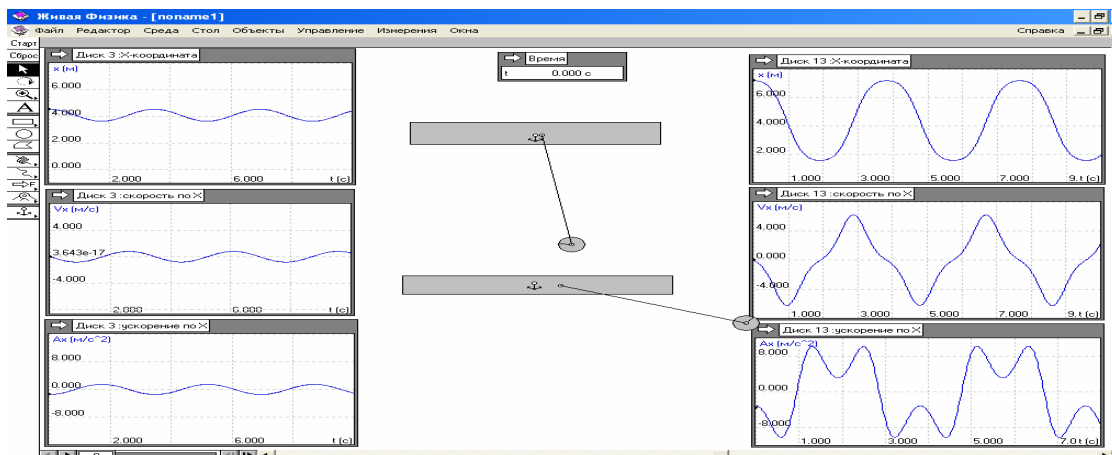


Рис. 19. Моделирование колебаний с помощью программы "Живая физика"

программирования, например, Pascal, Delphi, и смотрят их результат в виде различного рода графиков. Однако все чаще учащиеся не изучают программирование, а модели физических процессов составляют на различного рода симуляторах. В качестве примера рассмотрим исследование колебаний математического маятника с большим углом отклонения с помощью программы «Живая Физика» [69]. На рабочем столе программы строится модель обоих типов маятников математического и реального, с большой амплитудой. На экран выводятся графики зависимости положения тела, его скорости и ускорения относительно времени. После этого делаются выводы о предполагаемой зависимости периода колебаний от амплитуды, периодичности обоих колебаний и нарушении гармоничности при больших амплитудах (рис. 19).

На завершающем этапе ученического исследования собирается экспериментальная установка (рис. 20) с датчиками координат, и проводится

исследования колебаний при разной амплитуде. Результат этих исследований вполне соответствует предсказаниям теории (рис. 21).



Рис. 20. Исследование колебания математического маятника при малых и при больших углах отклонения. Вид установки

Наиболее полное описание возможностей цифровых измерительных комплексов в учебной исследовательской деятельности учащихся по физике и химии можно найти в работах [60, 69, 70].

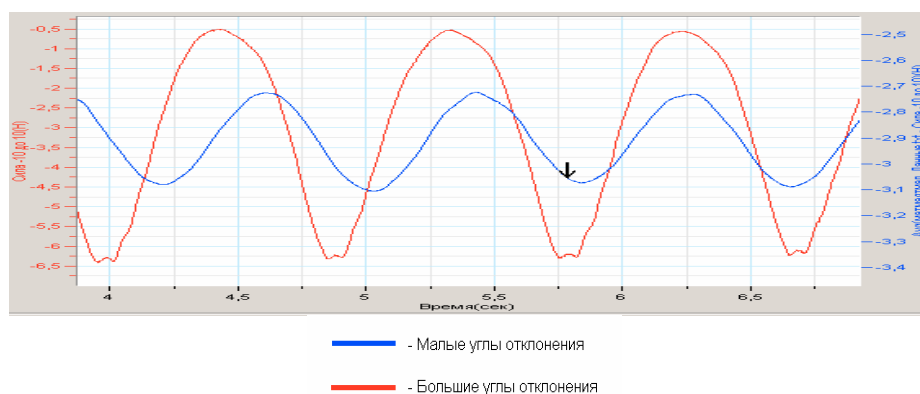


Рис. 21. Результат исследования колебаний маятника при малых и больших углах отклонения

### 3.3 Этапы выполнения индивидуального исследовательского естественнонаучного проекта

Исследовательская деятельность учащихся в учебной работе на уроке существенно ограничена объективной разницей в познавательных возможностях и необходимостью выдерживать программный темп прохождения учебного материала. Поэтому в течение еще длительного времени наибольшее значение настоящая учебно-исследовательская работа будет иметь индивидуальный, или групповой характер, переходя на уровень проектной деятельности. Эти индивидуальные, групповые проекты тесно связаны с учебным материалом предмета, но выполняются учащимися во внеурочное время, в том числе в системе элективных, факультативных, кружковых занятий, в работе научных обществ учащихся (НОУ) [52].

По логике развития предметных, учебных знаний и умений эти занятия близки к практикуму, в ходе которого происходит перенос полученных в систематическом курсе понятий, теорий, законов на новую предметную область, а практические умения применяются для решения неочевидных задач [77]. Несмотря на наличие развернутых описаний, эти работы несут существенный исследовательский элемент и могут и в настоящее время успешно применяться для выполнения основной массой учащихся элементарных учебно-исследовательских работ, в т.ч. и на уроке, как лабораторное классное исследование.

Рассмотрим в качестве примера несложную модификацию известной работы по определению емкости конденсатора. После изучения темы конденсатор ставится задача – разработать процедуру по определению емкости неизвестного конденсатора. Её можно найти из соотношения  $C = Q/U$ . Напряжение на конденсаторе определить просто – по показанию вольтметра, а как найти заряд, не прибегая к приведенной формуле?

Этот вопрос учащиеся разбирают дома самостоятельно, приводя, вероятно, несколько возможных решений. Учитель подводит их к простейшему способу, ограничив выбор набором доступного оборудования

– использование миллиамперметра как баллистического гальванометра. На индивидуальную работу можно дать поручение разобрать принцип такой работы, с глубоким повторением основ механики и электромагнетизма. Далее остается высказать гипотезу, что следует определить чувствительность прибора по отношению к заряду. Все остальное действие учащимся посилено в групповой исследовательской работе.

На этом примере мы считаем нужным показать несколько важных сторон исследовательской экспериментальной деятельности учащихся. Во-первых, выбор темы и проблематики работ вполне можно ограничить известными методическими источниками, важно сформулировать цель так, чтобы работа была основана на школьной физике, содержала бы элемент открытия нового знания или способа деятельности. В нашем примере есть и то и другое. Во-вторых, в отличие от бывшего школьного практикума, в работе есть элемент самостоятельного поиска учащимися новой важной информации. В-третьих, работа строится по описанному алгоритму исследовательской работы с включением этапа выдвижения гипотезы и её экспериментальной проверки в ходе выполнения работы. В-четвертых, постановка задачи имеет характер, типичный для проектного задания, с практическим значением полученного результата. Наконец, ход выполнения этой работы учитель может по-разному разделить между классной, домашней самостоятельной и групповой практической формами деятельности, проведя также дифференциацию заданий по силам и интересам учащихся.

В настоящее время все большее значение приобретает выполнение отдельными учащимися учебно-исследовательских работ в рамках НОУ, элективных курсов, в процессе участия в экспериментальных турах олимпиад и т.д. Мы высказываем категорическую точку зрения, что любая такая работа по естественным дисциплинам должна содержать экспериментальную часть, причем ход эксперимента должен полностью быть выполнен сами учащимся и им же должна быть создана (по возможности и разработана) экспериментальная установка. В этом случае предметная, научная основа



работы может уже существенно выходить за рамки школьной программы, однако все сделанное должно быть понято учащимся, а ход работы и её результаты могут быть им обоснованы и доказаны.

Первой проблемой при постановке таких работ является поиск задачи, которая удовлетворяет высказанным выше критериям. Однако придумать такую задачу по желанию учителя практически невозможно. Очень хорошо, если задача возникла из практической деятельности, рождена, например, образовательной практикой, или выросла из бытовой ситуации. Богатую пищу дает Интернет, к данным которого следует относиться, конечно, критически. В свое время мы обнаружили интересную дискуссию по поводу униполярного двигателя – выполняется ли для этого устройства закон сохранения момента импульса? Проблема видна при просмотре видеотрейлера: <http://www.youtube.com/watch?v=w2f6RD1hT6Q>, обнаруживается лишь одно вращающееся тело.

Как известно, для локальных участков проводников с током третий закон Ньютона не выполняется, что дает основание для не очень квалифицированной аудитории утверждать и нарушение закона сохранения момента количества движения в этой установке.

Понятно, что в оригинальной установке Е. Вараксиной и В.В. Майера момент импульса уносится проводником и далее штативом и т.д.[9] Однако на эксперименте в этой установке провести измерения невозможно. Возникла задача – создать такой вариант униполярного двигателя, в котором можно было бы явно выделить второе вращающееся тело, а затем измерить моменты количества движения обоих вращающихся тел.

Итак, выполнен первый этап - задача поставлена. Второй этап – поиск литературных данных, теоретических оснований для выполнения работы. Весьма важно было убедиться, что, несмотря на все сомнения в Интернете, для взаимодействия замкнутых проводников полный момент количества движения сохраняется [95]. Далее наши поиски привели к установке с

электролитом в качестве отводящего ток проводника, уносящего момент количества движения (рис. 22).

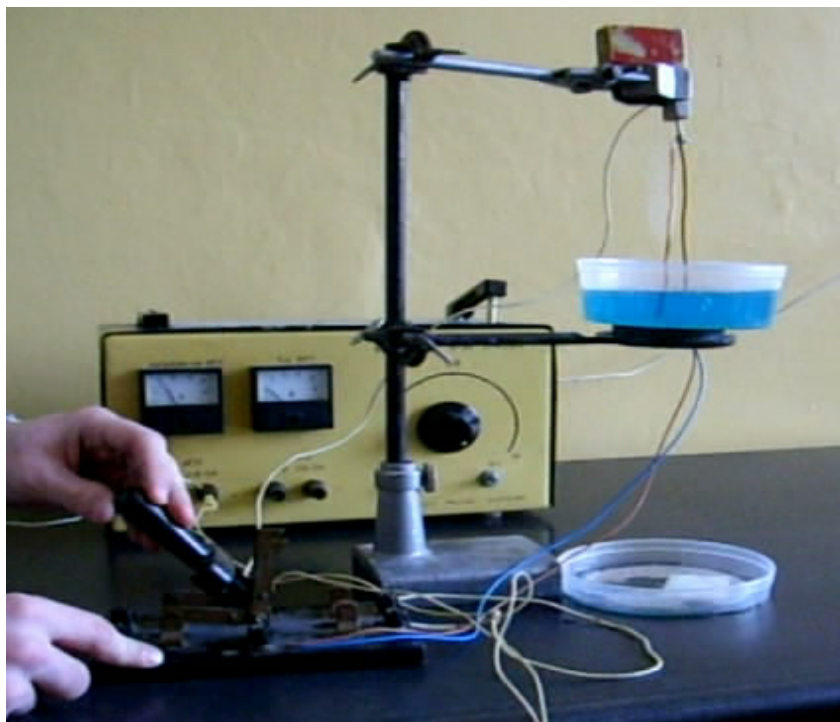


Рис. 22. Экспериментальная установка для проверки закона сохранения импульса в униполярном двигателе

На этом, третьем, этапе возникает гипотеза. При анализе динамики системы видно, что проводник с током и электролит должны вращаться в противоположные стороны (рис.23)

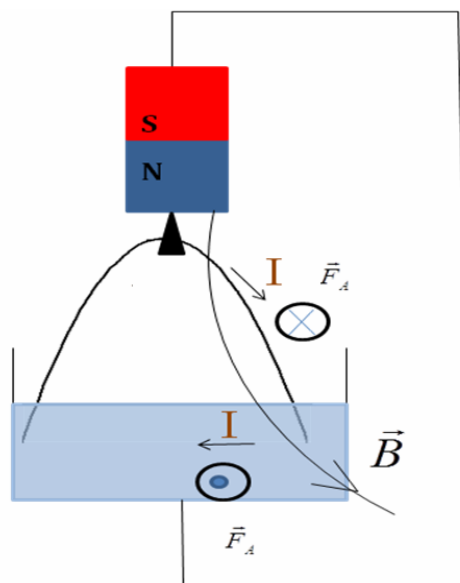


Рис. 23. Динамика униполярного двигателя с электролитом в качестве отводящего проводника

Поскольку наблюдения показывают, что электролит вращается в противоположную сторону по отношению к рамке с током, основной части установки униполярного двигателя, сумма моментов количества движения с учетом обоих вращающихся тел должна равняться нулю. Для проверки гипотезы был, во-первых, выполнен контроль за направлением вращения электролита и рамки с током при смене полярности. Удовлетворительный результат – смена направления вращения – позволяет продолжать исследование далее.

Следующий этап составляет собственно экспериментальная работа, результат которой представлен ниже. Условные обозначения на следующем рисунке (рис. 24).

Данные:

$$L = 0,15 \text{ м}$$

$$a = 0,08 \text{ м}$$

$$h = 0,023 \text{ м}$$

$$m = 0,0088 \text{ кг}$$

$$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$\omega_{\text{рамки}} = 1,26 \text{ с}^{-1}$$

$$\omega_{\text{жидкости}} = 0,87 \text{ с}^{-1}$$

Вычисление:

$$I_{\text{рамки}} \approx 4,21 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$$L_{\text{жидкости}} \approx \omega_{\text{жидкости}} \cdot I_{\text{жидкости}} \approx 6,1 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$$

$$L_{\text{рамки}} \approx \omega_{\text{рамки}} \cdot I_{\text{рамки}} \approx 5,3 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1},$$

$$\text{т.е. } L_{\text{жидкости}} \approx L_{\text{рамки}}$$

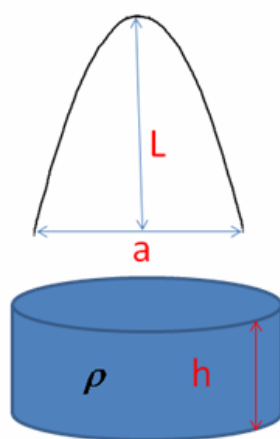


Рис. 24. К расчету моментов количества движения рамки и жидкости

Приведенные данные позволяют утверждать, что гипотеза нашего исследования подтверждена и закон сохранения момента количества движения выполняется для униполярного двигателя. Тем самым учебно-исследовательская работа учащегося завершена. В полученном результате,

разумеется, нет объективной научной новизны, однако участие школьников в околонуучной дискуссии в интернете придает в их глазах значимость выполненной работе.

Следует отметить, что сама по себе постановка вопроса о научной новизне школьных исследовательских работ, проводимых вне серьезных научных учреждений, в школьных условиях, кажется утопичной. Однако в ряде случаев удается получать результаты, представляющие научный интерес или имеющие прикладное значение. Например, в ходе одной из работ, выполненных под нашим руководством, удалось создать математическую модель такого сложного физического устройства, как паровой картезианский водолаз [19].

Наиболее поучителен случай с обнаружением эмиссионной компоненты тока накала люминесцентной лампы. Исследование началось с повторения известного опыта, аналога опыта Франка-Герца в люминесцентной лампе, вновь взятого нами из обычного методического

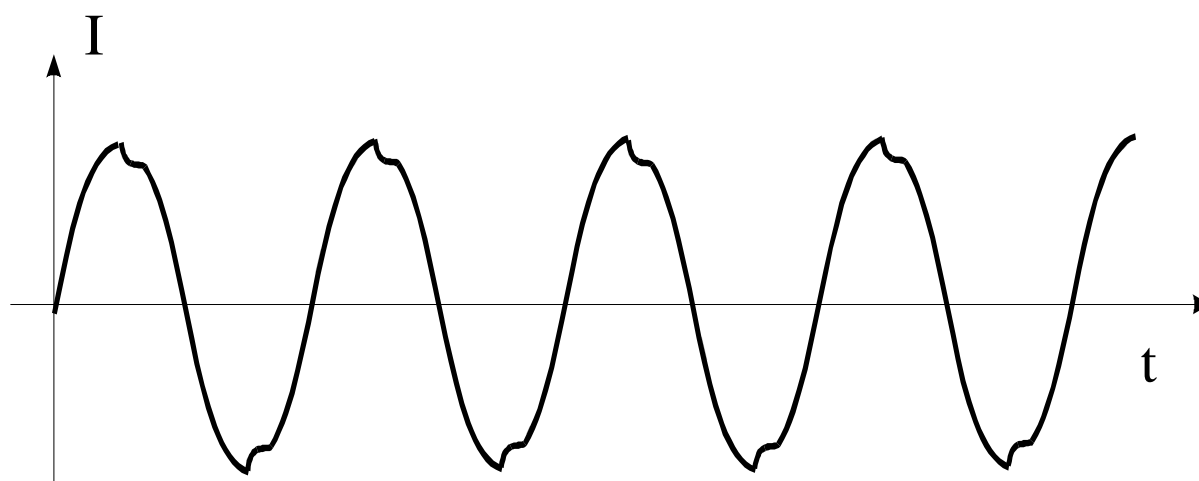


Рис. 25 Осциллограмма тока накала люминесцентной лампы при демонстрации опыта Франка-Герца

пособия [106]. Обнаружив провал на осциллограмме тока при наступлении неупругих столкновениях электронов с атомами ртути (рис. 25), мы задумались, раз эти провалы столь значительны, значит и величина тока,

связанного с движениями электронов не по металлическому катоду, а вдоль него в вакууме, существенна.

Это явление не было описано ранее в литературе. Принципиально важно, что «сопротивление» этой эмиссионной ветки тока совершенно по иному зависит от температуры, чем сопротивление металлического катода – оно экспоненциально уменьшается вследствие роста эмиссии электронов. В ходе выполнения экспериментальной части работы учащимся была подтверждена гипотеза, что эмиссионная компонента тока накала в люминесцентных лампах действительно достигает в рабочих температурных режимах 20% от общего тока (рис.26), что следует учитывать. например, при определении температуры катода по его омическому сопротивлению.

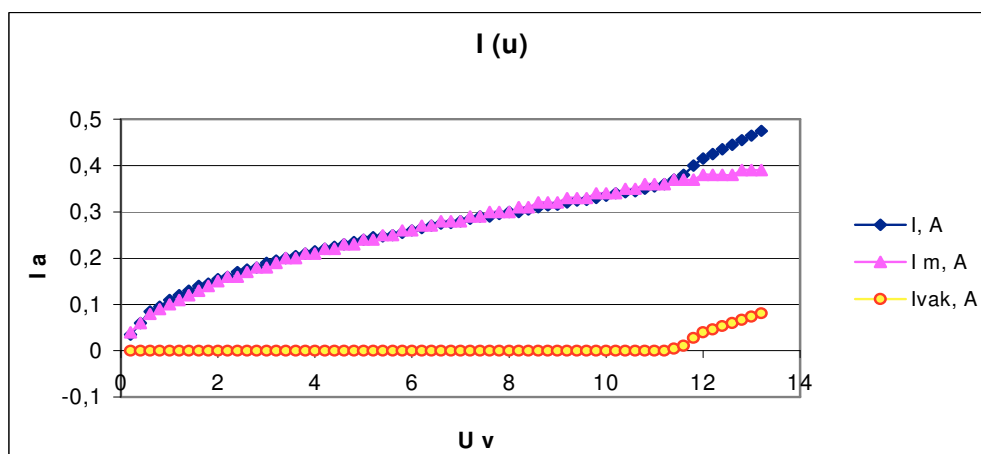


Рис. 26. Разделение компонентов тока накала люминесцентной лампы.  $I$  - общий ток,  $I_m$  – ток по металлическому катоду,  $I_{vak}$  - вакуумная компонента.

Опыт проведения исследований учащихся под руководством вузовских преподавателей и работников академических НИИ отражен в нескольких сериях сборников работ [94]. Методика организации исследовательских практикумов по физики и примеры полезных работ описаны в учебно-методическом пособии [18].

Несомненно, самый полезный источник для проведения ученических исследований это архивы журналов «Квант», «Потенциал», «Учебная физика», «1 Сентября».

## Литература

6. Августманова, Т.В. Педагогические условия развития исследовательской деятельности старшеклассников в инновационном образовательном учреждении: Автореферат дис. ... канд. пед. наук 13.00.01 / Т.В. Августманова. – Иркутск, 2003. -21 с.
7. Альникова, Т.В. Формирование проектно-исследовательской компетенции учащихся на элективных курсах по физике: Автореферат дисс... канд. пед. наук: 13.00.02 / Т.В. Альникова. – Томск, 2007. – 24 с.
8. Андреев В.И. Дидактические условия развития исследовательских способностей старшеклассников (в процессе обучения физике): Автореф. Дис. ... канд. пед. наук.-М.: 1972.-21с.
9. Асмолов А.Г. Формирование универсальных учебных действий в основной школе: от действия к мысли.- Москва. Просвещение, 2011. – 159 с.
10. Бабанский, Ю.К. Оптимизация процесса обучения. Общедидактический аспект / Ю.К. Бабанский. – М.: Педагогика, 1982. – 198 с.
11. Бойкова, А.Е. Экспериментальные задачи как средство формирования и развития исследовательских умений учащихся в процессе обучения физике: Дисс...канд. пед. наук: 13.00.02 / А.Е. Бойкова. - Санкт-Петербург, 2010. – 215 с.
12. Бокарев, М.Ю. Теория и практика профессионально-ориентированного процесса обучения в учебном комплексе «лицей-вуз»: Дисс... д-ра пед. наук: 13.00.08 / М.Ю. Бокарев. – Калининград: БГАРФ, 2001. – 287 с.
13. Брунер Д. и др. Исследование развития познавательной деятельности. М., 1971.
14. Вараксина Е.И. Учебные униполярные электродвигатели // Физика. - №15, 2009 г
15. Васильева, И.В. Проектная и исследовательская деятельность учащихся как средство реализации компетентностного подхода при обучении

- физике в основной школе: Автореферат дисс... канд. пед. наук: 13.00.02 / И.В. Васильева. – Москва, 2008. – 27с.
- 16.Высотская С.И., Краевский В.В. Дидактические основания конструирования процесса обучения // Новые исследования в педагогических науках. М.: Педагогика. 1986, № 1 (47). С.36-40
17. Городилова, Н.А. Личностно - ориентированное обучение с использованием интернет – ресурсов на уроках химии / Н.А. Городилова // Первое сентября, Химия. – 2005 - № 15. - С. 44 – 47.
- 18.Гребенев И.В., Лебедева О.В. Теоретические основания развития методической компетентности учителя // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2007. - № 4.- Н.Новгород: Изд-во ННГУ им. Н.И. Лобачевского. - С. 21 – 25
- 19.Гребенев И.В. Дидактика физики как основа конструирования учебного процесса: Монография. – Н.Новгород: Изд-во Ниж. Госуниверситета им. Н.И. Лобачевского, 2005. – 247 с.
- 20.Гребенев И.В. О предмете и метапредметности. Научные основы моделирования учебного процесса// Физика в школе, 2014, № 2 с.21-25
- 21.Гребенев И.В. Дидактика предмета как контекстно зависимая теория обучения // Педагогика, 2008, № 2, с. 27-31.
- 22.Гребенев И.В. Комплексная работа практикума по методике преподавания физики// Учебная физика. 2003. № 4. С. 47.
- 23.Гребенев И.В. Лебедева О.В., Полушкина С.В., Портнов В.Н. Практикум по физике для профильной школы. Учебно-методическое пособие. -Н.Новгород: ННГУ, 2014.-93с.
- 24.Гребенев И.В., Федосеев Д.В. Паровой картезианский водолаз: элементарная теория // Учебная физика. № 1. 2013. С. 17-21.
- 25.Груденов Я.И. Психолого-дидактические основы методики обучения математике . - -М.: Педагогика, 1987. - 160 с.
- 26.Данилов, Д.О. Формирование системного мышления учащихся в процессе обучения физике на основе исследовательского метода:

- Автореферат дисс... канд. пед. наук: 13.00.02 / Д.О. Данилов. – Томск, 2007. – 24 с.
27. Дементьева, Е.С. Формирование исследовательских экспериментальных умений учащихся основной школы при выполнении домашнего физического эксперимента: Автореферат дисс... канд. пед. наук: 13.00.02 / Е.С. Дементьева. – М. : МПГУ, 2010. – 26с.
28. Демонстрационный эксперимент по физике в старших классах средней школы. Т.1. Механика, теплота. Под ред. А.А. Покровского. Пособие для учителей. Изд. 2-е, испр. М., "Просвещение", 1971.
29. Дидактика средней школы: Некоторые проблемы соврем. дидактики. / Под ред. М.Н. Скаткина. – 2-е изд., перер. И доп.–М.: Просвещение, 1982.– 319 с.
30. Дорофеев, М.В. Новые направления информатизации школьного химического образования / М.В. Дорофеев // газ. «Первое сентября», Химия. – 2005. - №15. С. 6 – 21.
31. Ефимова, Е.В. Развитие исследовательской деятельности обучающихся в системе непрерывного образования «школа-вуз»: Автореферат дисс... канд. пед. наук: 13.00.01 / Е.В. Ефимова. – Уфа, 2005. – 22 с.
32. Захарова, Д.И. Педагогические условия организации исследовательской деятельности учащихся: Автореферат дисс... канд. пед. наук: 13.00.01 / Д.И. Захарова. – Якутск, 2002. – 17 с.
33. Зверева, Н.М. Практическая дидактика для учителя: Учебное пособие / Н.М. Зверева. – М.: Педагогическое сообщество России, 2001. – 256 с.
34. Зеленцов, В.В. Открытая химия: компакт – диск / В.В. Зеленцов. – ООО «Физикон», 2002. – 200 МБ
35. Ингекамп, К. Педагогическая диагностика: Пер. с нем. / К. Ингекамп – М.: Педагогика, 1991. – 240 с.
36. Карпей Ж., ван Урс Б. Дидактические модели: Проблема обучающей дискуссии // Вопр. психологии. 1993. № 4. С. 23—24.



- 37.Кларин М.В. Инновации в обучении. Метафоры и модели. Анализ зарубежного опыта. М.: "Наука", 1997.
- 38.Каменецкий, С. Е. Формы обучения физике: традиции, инновации / С.Е. Каменецкий, В.В. Михайлова. - Уфа: 2001. - 166 с.
- 39.Кикоть, Е.Н. Теоретические основы развития исследовательской деятельности учащихся в учебном комплексе «лицей-вуз»: Автореферат дисс... доктора пед. наук: 13.00.08 / Е.Н. Кикоть. – Калининград, 2000. – 42с.
- 40.Кодикова, Е.С. Формирование исследовательских экспериментальных умений учащихся основной школы при обучении физике: Дисс... канд. пед. наук: 13.00.02 / Е.С. Кодикова. – Москва, 2000. – 220 с.
- 41.Кожухова, М.Ю. Формирование исследовательских умений старшеклассников в научном обществе учащихся: Автореферат дисс... канд. пед. наук: 13.00.01 / М.Ю. Кожухова. – Москва, 2004. – 22 с.
- 42.Комаров Б.А., Шишкина М.Н. Методы научного познания в современном образовательном процессе: Учеб. пособие. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И.Герцена, 2008. – 195 с.
- 43.Котляров, В.А. Организация исследовательской деятельности учащихся при изучении физики в основной школе: Дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / В.А. Коляров. – Новосибирск, 2004. – 192 с.
- 44.Кошечева, Е.С. Развитие исследовательских умений учащихся на основе использования схемотехнического моделирования в процессе обучения физике : Дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Е.С. Кошечева. - Екатеринбург, 2003. - 219 с.
- 45.Коханов К.А.Э экспериментальные физические загадки.-М.: Чистые пруды. 2007. . Биб-ка «Первого сентября», серия «Физика. вып. 3(15)
- 46.Краевский В.В., Хуторской А.В. Основы обучения. Дидактика и методика. Учебное пособие для высших учебн. завед. М.: Академия. 2007.

47. Крутова, И.А. Обучение учащихся средних общеобразовательных учреждений эмпирическим методам познания физических явлений: Автореферат дисс... доктора пед. наук: 13.00.02 / И.А. Крутова. – Астрахань, 2007. – 40с.
48. Лабораторный практикум по теории и методике обучения физике в школе: Учебн. пособие. Под ред. С.Е. Каменецкого и С.В. Степанова. - М.: Издательский центр "Академия", 2002
49. Лагутина, А.А. Формирование исследовательских умений методического обеспечения эксперимента в физическом образовании: Автореферат дисс. ... канд пед наук: 13.00.02 / А.А. Лагутина. – Санкт-Петербург, 2006. – 17 с.
50. Лазарев В.С. Рекомендации по развитию исследовательских умений учащихся. – М., 2007. – С. 3-4.
51. Лазарев В.С. Критерии и уровни готовности педагога к исследовательской деятельности // Педагогика, 2006. - № 2. С. 51-58.
52. Лебедева О.В., Гребенев И.В. Проектирование и организация исследовательской деятельности учащихся в учебном процессе // Педагогика. – 2013. - № 8, С. 52-58
53. Лебедева О.В. Подготовка учителя к организации исследовательской деятельности учащихся на уроках физики // Школа будущего. – 2012. - № 3. – С. 50 – 55.
54. Лебедева О.В. Формирование методической компетентности учителя в области организации исследовательской деятельности // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. № 5. Часть 2. – Н.Новгород: Изд-во ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2010. - С.403 – 406
55. Лебедева О.В. Методическая подготовка учителя физики к реализации ФГОС // Нижегородское образование. № 3. 2013. С. 58-62.
56. Лебедева О.В., Марков К.А, Ким Е.Л., Фаддеев М.А. Непрерывное исследовательское обучение физике в системе "школа-вуз" // Вестник

- Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2013. - № 5(2).  
С. 113 - 118
57. Лебедева О.В. Организация исследовательской деятельности учащихся в системе уроков физики / Лебедева О.В. // Физика в школе. 2011. № 5. С. 12-17.
58. Леонова О.Н. Методика использования образовательных ресурсов на электронных носителях / О.Н.Леонова // 1 сентября. Химия, 2005, №8, с.13-21.
59. Леонтьев А.А. Что такое деятельностный подход в образовании? // Начальная школа: плюс-минус. – 2001.- № 1. – С.3-6.
60. Леонтович И.В. Об основных понятиях концепции развития исследовательской и проектной деятельности учащихся // Исследовательская работа школьников, 2003. - № 4. – С.12 – 17.
61. Леонтович, А.В. Проектирование исследовательской деятельности учащихся: Автореферат дисс... канд. психол. наук: 19.00.13 / А.В. Леонтович. – Москва, 2003. – 20 с.
62. Леонтович А.В. Концептуальные основания моделирования исследовательской деятельности учащихся // Школьные технологии, 2006. - № 5. – С.63-71
63. Лернер, И.Я. Процесс обучения как фактор конструирования содержания образования/ Теоретические основы содержания общего среднего образования / И.Я. Лернер. – М.: Педагогика, 1983.- 137 с.
64. Логвинов И.И. Дидактика: история и современные проблемы.- М.: Бинوم. Лаборатория знаний, 2007. – 205 с.
65. Львовская, Г.Ф. Возможности исследовательской работы школьников в рамках компьютерного моделирования. В сборнике МКО "Научно-исследовательская деятельность учащихся". Отв. ред. Л.Е. Курнешова. Центр "Школьная книга", М., 2001. с. 91-93.
66. Майер В.В. Элементы учебной физики как основа организации процесса научного познания в современной системе физического

- образования. :Дисс. ... доктора пед. наук, Москва, 2000.
67. Малафеев, Р.И. Проблемное обучение физике в средней школе: Книга для учителя / Р.И. Малафеев. – М.: Просвещение, 1993. – 127 с.
68. Мухамбетова А.Б. Методика развития исследовательских умений на уроках биологии раздела «Человек»: Автореферат дисс... канд. пед. наук: 13.00.02 / А.Б. Мухамбетова. – Астрахань, 2009. – 21 с.
69. Новожилова, М.М. Формирование культуры исследовательской деятельности старшеклассников в условиях профильного обучения: Автореферат дисс... канд. пед. наук: 13.00.01 / М.М. Новожилова. – Москва, 2008. – 24 с.
70. Обухов А.С. Исследовательская позиция и исследовательская деятельность: что и как развивать // Исследовательская деятельность школьников, 2003. - № 4. – С. 18 – 23.
71. Палжанова А. Ш. Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий при обучении химии и биологии [Текст] / А. Ш. Палжанова // Молодой ученый. — 2013. — №6. — С. 715-719.
72. Перевощикова, Е.Н. Формирование диагностической деятельности у будущих учителей математики: Монография / Е.Н. Перевощикова. – Н. Новгород: Изд-во НГПУ, 2000. – 371 с.
73. Плащевая, Е.В. Методика формирования исследовательских умений в проектной деятельности у учащихся основной школы при изучении физики: Автореферат дисс... канд. пед. наук: 13.00.02 / Е.В. Плащевая. – Москва, 2009. -
74. Поваляев О.А., Ханнанов Н.К., Хоменко С.В. Обучение школьников навыкам исследовательской деятельности // Физика в школе, 2013, № 6. С. 31-45.
75. Поваляев О.А., Ханнанов Н.К., Хоменко С.В. Исследовательская деятельность с использованием различных наборов от «Научных развлечений» // Физика для школьников, 2013, № 4. С. 45-51.

76. Познай самого себя: Практические работы и экспериментальные мини проекты: измерение параметров человека. 9-11 кл.- М.: Чистые пруды, 2009. . Биб-ка «Первого сентября», серия «Физика». вып. 26
77. Постников П.Г. Дидактика истории : (на пути к профессиональному мастерству) – Нижний Тагил : Нижнетагил. гос. пед. ин-т, 2003. – 151 с.
78. Поддъяков, А.Н. Развитие исследовательской инициативности в детском возрасте: Дисс... доктора психол. наук: 19.00.07 / А.Н. Поддъяков. – Москва, 2001. – 349 с.
79. Поддъяков, А.Н. Методологические основы изучения и развития исследовательской деятельности / А.Н. Поддъяков // Школьные технологии. – 2006. - № 3. – С. 85 – 89.
80. Проказова, О.Н. Организация исследовательской деятельности учащихся в школе: Автореферат дисс... канд. пед. наук: 13.00.01 / О.Н. Проказова. – Астрахань, 2010. – 23 с.
81. Практикум по физике в средней школе: Дидакт. материал: Пособие для учителя/ Л.И. Анциферов и др. М.: Просвещение, 1987 г. 192 с.
82. Практикум по физике в средней школе: Дидакт. материал: Пособие для учителя / Л.И. Анциферов, В.А. Буров, Ю.И. Дик и др. – М.: Просвещение, 1987
83. Разумовский В.Г. Физика в школе. Научный метод познания и обучение / В.Г. Разумовский, В.В. Майер. – М.: Гуманитар. изд. Центр ВЛАДОС, 2004. – 463 с.
84. Разумовский, В.Г. Проблема развития творческих способностей учащихся в процессе обучения физике Текст.: дис. . д-ра пед. наук /136. В. Г. Разумовский. М., 1972. - 507 с.
85. Райков Б.Е. Исследовательский метод в педагогической работе.- Л., 1924.
86. Репетитор. Химия. (1.0 а): компакт – диск. – ЗАО «1С: Образование», 2002. – 637 МБ.
87. Репетитор. Физика. (1.0 а): компакт – диск. – ЗАО «1С:

- Образование», 2003. – 665 МБ.
- 88.Рубинштейн М.М. Исследовательский метод в преподавании // Мир. - 1926. - № 5.
- 89.Савенков А.И. Психологические основы исследовательского подхода к обучению: Учебное пособие. - М.: «Ось-89», 2006. - 480 с.
- 90.Савенков А.И. Детское исследование как метод обучения старших дошкольников.- М.: Педагогический университет «Первое сентября» 2007.- 92 с.
91. Сауров Ю.А. Принцип цикличности в методике преподавания физике: Историко-методологический анализ: Монография / Ю.А. Сауров. – Киров: Изд-во КИПКИПРО, 2008. – 224 с.
- 92.Сауров Ю.А., Бутырский Г.А. Модели уроков. Электродинамика. -М.: Просвещение, 1984.
- 93.Семке А.И. Практические работы по физике с экологическим содержанием. Естественнонаучный профиль.9-11 кл.- М.: Чистые пруды, 2008. . Биб-ка «Первого сентября», серия «Физика. Вып. 22
- 94.Середенко П.В. Формирование готовности будущих педагогов к обучению учащихся исследовательским умениям и навыкам: Автореферат дис. ... д-ра пед. наук. М.: МПГУ, 2008. 37 с.
- 95.Скаткин, М.Н. Содержание общего среднего образования: Проблемы и перспективы / М.Н. Скаткин, В.В. Краевский. – М.: Знание, 1981. – 96 с.
- 96.Соколов, В.М. Проектирование и диагностика качества подготовки преподавателей: Монография / Л.Н. Захарова, В.В. Соколова, И.В. Гребенев – М., 1993. – 160с.
- 97.Старовиков, М.И. Формирование учебной исследовательской деятельности школьников в условиях информатизации процесса обучения (на материале курса физики) : Дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.02 / М.И. Старовиков. – Бийск, 2007. - 398 с.
- 98.Степаненко, П.Ю. Организационно-педагогические условия реализации стратегии исследовательского обучения одаренных старшеклассников:

- Автореферат дисс... канд. пед. наук: 13.00.01 / П.Ю. Степаненко. – Сургут, 2003. – 27 с.
99. Структура и свойства твердых тел. Сборник научных трудов учащихся, студентов и аспирантов. Н.Новгород. ННГУ. 2003-2013.
100. Тamm И.Е. Основы теории электричества. М.: Наука, 1989.
101. Талызина Н.Ф., Буткин Г.А. Володарская И.А. Усвоение научных понятий в школе: Учебное пособие. –М.: Полиграф-Сервис, -1999.- 112 с.
102. Талызина Н.Ф. Формирование познавательной деятельности учащихся. М.: Педагогика, 1983
103. Ушаков, А.А. Развитие исследовательской компетентности учащихся общеобразовательной школы в условиях профильного обучения: Автореферат дисс... канд. пед. наук: 13.00.01 / А.А. Ушаков. – Майкоп, 2008. – 28с.
104. Федеральные государственные стандарты основного общего образования <http://standart.edu.ru/catalog.aspx?CatalogId=2588> (дата обращения: 10.04.2014)
105. Федеральные государственные стандарты среднего (полного) общего образования <http://standart.edu.ru/catalog.aspx?catalogid=4100> (дата обращения: 10.04.2014)
106. Филипова И.Я. Методика применения цифровой лаборатории «Архимед» в преподавании физики в школе: Методическое пособие. Изд. 3-е, доп. и перераб. – СПб.: РЦОКОиИТ, 208. 65 с.
107. Философский энциклопедический словарь / Гл. редакция: Л.Ф. Ильичёв, П.Н. Федосеев, С.М. Ковалёв, В.Г. Панов — М.: Сов. Энциклопедия, 1983. — 840 с.
108. Хуторской А.В. Методика личностно-ориентированного обучения. Как обучать всех по-разному?: пособие для учителя/М.: Владос. 2005.

109. Цифровая лаборатория по физике. Методическое пособие. М.:ИНТ, 2008. 375 с.
110. Шамова, Т.И. Урок в современной школе и его педагогический анализ / Т.И. Шамова. – М.: МГПИ, 1987. – 84 с.
111. Шахмаев Н.М., Павлов Н.И., Тыщук В.И. Физический эксперимент в средней школе. Колебания и волны. Квантовая физика. М.: Просвещение. 1991. С.158.
112. Шиголев В.А. Исследовательский метод в работе учащихся. - М., 1926. 15.
113. Юлпатова, Е.А. Формирование исследовательских умений старшеклассников в системе профильного обучения: Автореферат дисс... канд. пед. наук: 13.00.01 / Е.А. Юлпатова. – Волгоград, 2007. – 23 с.
114. Ягодовский К.П. Исследовательский метод в преподавании естествознания. - Л., 1924.
115. Banchi, H. & Bell, R. (2008). The Many Levels of Inquiry. *Science and Children*, 46(2), 26-29, October 2008
116. Cockman J. A quick guide to inquiry-based physics laboratory reform. Dissertation for the degree of doctor of education. Appalachian State University. 2010.
117. Evans P.K. A narrative inquiry into teaching physics as inquiry: An examination of in-service exemplars. A Doctoral Thesis for the Degree Doctor of Education. Faculty of the College of Education University of Houston. 2011.
118. Inquiry and the National Science Education Standards. A Guide for Teaching and Learning. National Academy Press. -Washington, D.C. 2000
119. Kirschner, P. A., Sweller, J., and Clark, R. E. Why minimal guidance during instruction does not work: an analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching //



*Educational Psychologist*. - (2006). - № 41 (2): 75–86.  
[doi:10.1207/s15326985ep4102\\_1](https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_1).

120. Kolb D. *Experiential Learning*. Englewood Cliffs (N. J.), 1984.
121. Rutherford F.J. The role of inquiry in sciences teaching // *J. of Research in Science Teaching*. 1964. Vol. 2, № 3. P. 80—84.
122. Suchman J.R. *Developing inquiry: Inquiry development program in physical science*. Chicago, 1966.
123. Taba H. *The dynamics of education: A methodology of progressive educational thought / With an introd. by W. H. Kilpatrick*. N. Y., 1932.
124. Taba H., Brady E. H., Robinson J. T. *Intergroup education in public schools*. Wash. (D. C.). 1952.
125. Wenning C.J. Levels of inquiry: Using inquiry spectrum learning sequences to teach science // *J. Phys. Tchr. Educ. Online*, 5(3), Winter 2010. Department of Physics, Illinois State University, Normal, Illinois, USA,
126. <http://meyercreations.com/physics/>
127. <http://physicon.ru/docs/catalog2014.pdf>

## **Формирование элементов методологических знаний учащихся на первой ступени обучения физике в школе**

*Масленникова Ю.В.*, к.п.н, учитель физики гимназии № 2 г. Н.Новгорода

*Выделены основные аспекты авторской концепции создания образовательного пространства в гимназии, способствующего формированию элементов методологической культуры: 1) изучение физики с 5 класса; 2) изучение факультативного курса «Экспериментальное естествознание» в 7-8 классе, синхронизированного с курсом физики; 3) кружковая работа в начальной школе.*

В настоящее время формирование знаний, предусмотренных программой по физике, неразрывно связано с целенаправленным формированием методологической основы познания. Процесс обучения – это опосредованный процесс познания. Если научное познание предполагает раскрытие объективно новых связей и закономерностей, то процесс обучения – лишь субъективно новых. Однако ученическое «открытие» - это всегда «скачок» в умственном развитии [1]

В основе научного метода познания в физике лежит эксперимент. Учащиеся 5-7 классов проявляют повышенный интерес к экспериментальному виду деятельности [2-4]. Однако цели и задачи постановки учащимися экспериментов в 5 и 7 классе существенно отличаются. В методике преподавания физики 5 класса чрезвычайно важно то, что в своё время подчёркивал К.Д.Ушинский: «внутренняя занимательность преподавания основана на том законе, что мы внимательны ко всему тому, что ново для нас, но не настолько ново, чтобы быть совершенно незнакомым и потому непонятным; новое должно дополнять, развивать или противоречить старому, словом, быть интересным, благодаря

чему оно может войти в любую ассоциацию с тем, что уже известно» [5]. Стимулом развития интереса к физике и формирования методологической культуры является возможность видеть новые, более глубокие стороны в наблюдаемых явлениях.

Приведём пример, иллюстрирующий, процесс расширения содержания и развития понятий, доступных учащимся соответствующего возраста. Умело поставленные в ходе предварительной беседы с пятиклассниками вопросы помогут актуализации уже известных им знаний и позволят подготовить почву для дальнейших выводов. Например, материал, связанный с изучением условия плавания тел, должен опираться на знания учащихся о плотности вещества, полученные в начале изучения курса, а также их наблюдения в обыденной жизни. Новое знание формируется в ходе экспериментальной деятельности при анализе соотношения плотности тела (в том числе и несплошного) и плотности жидкости. На этом при изучении данной темы в 5 классе, следует остановиться. Н.И.Лобачевский в своё время писал: «Первые понятия, с которых начинается какая-нибудь наука, должны быть ясны, и приведены к самому меньшему числу. Только тогда они могут служить прочным и достаточным основанием учения».

Полученные знания закрепляются различными вариантами постановки эксперимента. В начале занятия анализируется поведение сплошных тел малой плотности (кусочков древесины и пробки) и тел большой плотности (металл и пластилин), по сравнению с плотностью воды. Затем ставится проблема: «Почему не тонут огромные корабли, изготовленные из металла?». Известное наблюдение позволит провести другой эксперимент, для которого имеется необходимый материал – пластилин [6]. Учащиеся, которые догадались, что из него можно изготовить лодочку, подтвердят свою гипотезу о том, что тело должно быть несплошное. Закрепить знания позволяют эксперименты со скрепляемыми полусферами (для опыта вполне подойдут элементы от игрушки «киндер – сюрприз»). Практика показывает, что учащиеся приводят множество примеров того как заставить данную

конструкцию плавать или тонуть. Например, зачерпнуть немного воды, наполнить водой целиком, разместив созданную конструкцию под водой, положить внутрь пластмассовый шарик, стальной шарик, пластилин, прикрепить пластилин снаружи и т. д. Пластмассовый шарик можно подобрать из материала такой плотности, чтобы конструкция плавала, практически полностью погрузившись в воду. Это позволит перейти ко второму этапу исследований, изменив плотность жидкости. Учащихся неизменно увлекают эксперименты с солёной водой различной плотности и картофелем, которые легко воспроизвести в домашних условиях, а также иллюстрации, опубликованные в их любимом журнале «Галилео», показывающие как человек может лежать на спине, на поверхности Мёртвого моря. Хорошим закреплением, полученных знаний будет обсуждение вопроса о том, как и почему плавают человек, рыба, подводная лодка, почему удерживается на поверхности воды водяной гиацинт. Демонстрация фрагмента DVD [7], иллюстрирующего то как, в послойно расположенных ртути, воде и керосине, расположатся тела разной плотности, позволяет проверить выдвигаемые учащимися гипотезы, касающиеся поведения тел. Комментарии диктора при этом лучше отключить.

В пособии [8] приводятся интересные рисунки-ассоциации, которые учащиеся по примеру приведённых в книге могут придумать сами и нарисовать или составить небольшую презентацию, включив в неё фотографии своих экспериментов. Опыт работы учителей Нижегородских школ, гимназий и лицеев говорит о том, что подобного экспериментальная деятельность может быть организована и в 3-4 классах начальной школы [9]. Кружок «Занимательная физика» привлекает многих учащихся и позволяет учителю на раннем этапе обучения выявить их способности.

В 7 классе рассматривается динамическая сторона вопроса. В отличие от 5 класса, обоснованно вводится понятие выталкивающей силы, обсуждается вопрос, при каких обстоятельствах она не возникает. В ходе выполнения двух лабораторных работ закрепляются знания о соотношении

силы тяжести, действующей на тело, выталкивающей силы и веса вытесняемой телом жидкости. Ознакомление учащихся с историей открытия закона Архимеда не только повышает интерес учащихся к изучаемой проблеме, но и способствует накоплению методологических знаний, так как закон Архимеда – первый, экспериментально установленный и математически обоснованный закон физики [10].

При изучении факультативного курса «Экспериментальное естествознание», дополняющего и расширяющего основной курс физики, учащимся предлагаются творческие экспериментальные задачи на определение плотности тела и жидкости, задачи, позволяющие подробнее рассмотреть условие плавания тела на границе двух жидкостей и т.д.

### **Творческая экспериментальная задача**

Определите плотность древесины, имея узкий цилиндрический сосуд, деревянный цилиндр и линейку.

В качестве узкого цилиндрического сосуда можно выбрать мензурку. Тогда линейка не понадобится. Если сосуд широкий, то тело может быть выбрано в виде параллелепипеда. Если найдётся сосуд прямоугольного сечения, тело может быть любой формы, так как можно рассчитать объём вытесненной воды

### **Задача №1**

Брусочек находится на границе двух жидкостей, имеющих плотность  $\rho_1$  и  $\rho_2$ , вытесняя объёмы  $V_1$  и  $V_2$  соответствующих жидкостей. Какова сила Архимеда, действующая на брусочек?

При решении данной задачи самый эффективный путь определения выталкивающей силы – сложение веса жидкостей, вытесняемых частями тела  $V_1$  и  $V_2$ .

### **Задача №2**

Льдинка плавает на границе между водой и керосином. Какая часть её объёма находится ниже границы раздела жидкостей, если керосин покрывает льдинку полностью?

Большой интерес у учащихся вызывают задачи – оценки, текст которых взят из литературных произведений.

### **Задача-оценка №1**

1) *Н.А. Некрасов. Дедушка - Мазай и зайцы.*

Мимо бревно суковатое плыло,

Сидя и стоя, и лёжа пластом,

Зайцев с десятков спасалось на нём.

«Взял бы я вас - да потопите лодку!»

Жаль их, однако, да жаль и находку.

Я зацепился багром за сучок

И за собою бревно поволок.

Оцените, при каком минимальном объёме бревна зайцы могли на нём «спасаться». Массу зайцев выберите самостоятельно.

### **Задача-оценка №2**

*С.Аксаков. Детские годы Багрова внука.*

На реке Белой начался ледоход. Мальчик «жадно следил глазами, как шла между неподвижных берегов огромная полоса синего, тёмного, а иногда и жёлтого льда... какая-то несчастная чёрная корова бегала по льдине, как безумная». Оцените площадь льдины, по которой корова сможет бегать? Массу и высоту льдины возьмите самостоятельно.

Полезно обратить внимание учащихся на вопрос: «Изменяется ли выталкивающая сила, действующая на корабль, переходящий из реки в море?». В большинстве случаев ученики отвечают, что она становится больше, мотивируя свой ответ тем, что солёная морская вода плотнее, забывая, при этом, что сила тяжести судна не изменилась. Это наглядный пример того, насколько хорошо они разобрались с динамической стороной вопроса. В курсе механики 9 класса необходимо вновь вернуться к данному примеру и рассмотреть его уже в контексте первого закона Ньютона.

Ещё одна форма работы, в рамках курса дополнительного образования – небольшие инсценировки сюжетов, взятых из истории науки. В данном

случае за основу может быть взят известный сюжет о короне Гиерона. История, изложенная в стихотворной форме, с определённой долей юмора, позволяет подросткам не только проявить все стороны своего таланта и до конца разобраться в сложном физическом материале[11].

Хорошим дополнением к знаниям и исследовательским навыкам, приобретаемым учащимися на уроке или занятии курса дополнительного образования, являются программы, созданные физиками Новосибирска - «Школьная физика в опытах и экспериментах» («Get@Class») [12]. Используя только подручные средства и оригинальные подходы к постановке эксперимента, авторы доступно излагают основные вопросы курса физики. Небольшие анимации и рисунки привлекают внимание учащихся, которые легко могут удержать внимание в течение 4-6 минут (формат сюжета). Доброжелательность и профессионализм, авторов у многих учащихся вызывает желание повторить эксперимент самостоятельно. Большинство сюжетов (или их небольшие фрагменты) доступны и пятиклассникам, так как в них практически не используется математический аппарат. Например, сюжет «Плавание тел» в свете рассматриваемых методологических приёмов, используемых при изучении данной темы, чётко делится на две части (первые 2 минуты – чистый эксперимент и вторые 3 минуты – его математическая обработка).

При введении понятия водоизмещения судна в качестве «судна» авторы используют часть прозрачной пластиковой бутылки, которая заполняется подкрашенной водой. Поскольку вода несжимаема, она вытесняется такого же объёма, каков объём влитой подкрашенной воды. Если вместо подкрашенной воды использовать грузы, их вес будет равен весу вытесненной воды, хотя объём грузов значительно меньше. Во второй части сюжета, даётся отличный от традиционного подхода, вариант вывода условия плавания тел. Такая вариативность способствует развитию логического мышления учащихся и позволяет закрепить представления о том, что физика говорит на языке математики. Кроме того, программы

«Get@Class» создают возможность активного сотрудничества учащихся и их родителей, заинтересованных в развитии исследовательских навыков детей, расширения их кругозора и формирования естественнонаучного мировоззрения

### *Литература*

1. Комров Б.А. Теория и практика согласованного обучения. Монография. С.Пб.: БАН.2006.
2. Тылец Н.Н. «Резонансный подход к построению обучения.// Физика в школе. 2007. №4.
3. Шулежко Е.М. Раннее изучение физики. //Физика. 2009.№2.
4. Степанова Г.Н. Раннее обучение физике.//Физика в школе. 2007. №4.
5. Ушинский К.Д. Проблемы педагогики. М.. 2002.
6. Мейяни А. Большая книга экспериментов по физике. М.: Росмэн. 2003. С.50-53.
7. Школьный физический эксперимент. Гидростатика. Современная гуманитарная академия. «Телекомпания СГУ ТВ». 2006.
8. Моя первая энциклопедия. Цветы и деревья. М.: Русич. 1992. С.75.
9. Программа конкурса учебно-исследовательских работ школьников «Юный исследователь». V фестиваль ННГУ «Путь в науку». Издательство Нижегородского госуниверситета. 2014. С.7.
10. Горелик Г. Кто изобрёл современную физику. От маятника Галилея до квантовой гравитации. М.: АСТ. 2013. С.13-15.
- 11.Ефимовский Е. След колесницы. История в стихах. М.: Детская литература, 1988.
- 12.www. «Get@Class».ru



## Исследовательские проекты при изучении курса географии

*Шанина В.Н., учитель географии школы № 113*

### **Проект: «Растительный мир города – одна из проблем урбоэкологии»**

Предмет: география.

Класс: 10 класс.

Характер проекта: междисциплинарный.

Разделы науки: картография, экология, информатика, биология.

Тип проекта: исследовательский.

Цель проекта: создание оптимальных городских ландшафтов с помощью озеленения, являющейся важнейшей проблемой урбоэкологии.

Задачи проекта:

1. Научиться собирать сведения по объекту в местной администрации и у жителей района
2. Научиться читать и трансформировать карты района
3. Уметь анализировать карту и статистические данные
4. Научиться описывать состояние объектов озеленения Канавинского района
5. Научиться оценивать экологическое и эстетическое состояние памятников природы по эстетическому восприятию и по жизнеустойчивости деревьев.

Исходные данные:

Памятники природы Канавинского района.

В пределах городской черты еще сохранились уголки природы, которые по праву считаются «памятниками». Памятники природы расположены во всех 8 районах, - на улицах, проспектах, скверах, во дворах домов, по склонам берегов рек, по городским границам и образуют сеть особо охраняемых природных территорий города. Памятники природы

благоприятно влияют на формирование и состояние экологической обстановки Нижнего Новгорода. Зеленые насаждения, объявленные памятниками природы выполняют противозерозионные и берего – укрепительные функции для рек Оки и Волги, имеют большое водоохранное значение для этих рек. Памятники природы имеют ценность и как место обитания птиц, других животных, очень велико рекреационное и оздоровительное назначение.

Памятники природы представляют научно – производственный и познавательный интерес. Взятые под охрану высоко возрастные деревья, местные флоры могут служить основанием для широкого внедрения этих пород деревьев в зеленое строительство города. Их цель: сохранить природу нашей планеты.

Проблема: диагностировать воздействие окружающей среды на участки озеленения и памятники природы Канавинского района.

Ход работы:

1. Найдите памятники природы Канавинского района.
2. Охарактеризуйте растительный мир города.
3. Определите местоположения объектов озеленения.
4. Соберите материал по объектам озеленения в местной администрации и у местных жителей.
5. Изучите состояние объектов озеленения Канавинского района.
6. Оцените экологическое и эстетическое состояние объектов озеленения природы по эстетическому восприятию и по жизнеустойчивости деревьев.
7. Сравните полученные данные и дать рекомендации по улучшению состояния исследуемых объектов.
8. Дайте заключение об отнесении озелененного участка к той или иной категории охраняемых территорий.
9. Предложите свой проект оптимального развития памятников природы Канавинского района.

**Проект: «Топонимика - вечно живая наука. Исследование топонимов  
Нижегородского и Советского района»**

Предмет: география.

Класс: 9 класс.

Характер проекта: междисциплинарный.

Разделы науки: картография, информатика, история, краеведение, этнография.

Тип проекта: исследовательский.

Цель проекта: изучение теории топонимики, происхождения названий улиц своей местности.

Задачи проекта:

1. Научиться собирать материал по теме проекта.
2. Уметь проводить социологический опрос
3. Научиться читать и создавать карты топонимов
4. Научиться обобщать, классифицировать, анализировать собранные материалы, выявлять причины и следствия изменения топонимов во времени.

Исходные данные:

Топонимика – наука, изучающая географические названия (топонимы). Географические названия – свидетельства исторических условий эпох, когда они возникли, формировались и распространялись. Географическая карта – это, прежде всего, источник знаний, справочник, где кроме изображенных объектов большую роль играют соответствующие надписи – символы. Топонимика позволяет восстановить черты исторического прошлого народов, определить границы их расселения, очертить области былого распространения языков, экономических центров, торговых путей.

Названия хранят в себе значительную часть истории и, правильно разгадав значение тех или иных топонимов, мы вносим большой вклад в изучение родного края.

Проблема: установить как менялись названия ваших улиц в разные исторические эпохи.

### Ход работы:

1. Соберите материал по топонимам Нижегородского края и улиц, на которых вы живете.
2. Выявите особенности топонимов вашей местности. Систематизируйте полученные данные.
3. Выявите влияние исторических эпох на топонимику улиц, на которых вы живете.
4. Нанесите на картосхему исследуемые топонимы.
5. Проведите социологический опрос среди одноклассников по исследуемой теме.
6. Дайте заключение результатов исследования топонимов в своей местности.
7. Предложите дополнительный критерий классификации топонимов.

### Список литературы

1. Федеральные государственные стандарты основного общего образования. – URL: <http://standart.eoln.ru/catalog.aspx>
2. Улицы Нижнего Новгорода <http://letopisi.ru/index.php/>
3. Баканина Ф. М., Лукина Е. Ф. Памятники природы города Нижнего Новгорода. Волго – Вятское книжное издательство 1995..
4. Воровшиков С. Г., Новожилова М. М. Школа должна учить мыслить, проектировать, исследовать. //Управленческий аспект: страницы написанные консультантом по управлению и директором школы. – М.: 5 за знания, 2006.
5. Гузеев В.В. Планирование результатов образования и образовательная технология .М.; народное образование , 2001.
6. Петрова Н. Н. География России. М., 2000
7. Савенков А. И. Психологические основы исследовательского подхода к обучению: Учебное пособие. М.: Ось – 89, 2006.

**Разработка уроков-исследований на уроках химии**

*Ломоносова М.С.*, учитель химии и биологии школы № 113 г. Н. Новгорода

**Биохимия почв**

(Урок в теме «Периодическая система химических элементов

Д. И. Менделеева»)

**Цель работы:** раскрыть роль периодического закона применительно к биологическим процессам, протекающим в природе.

**Материалы и оборудование:** химические стаканы, пробирки, хромат калия.

**Методика проведения:** Сначала учителем проводится краткий обзор темы. После небольшого экскурса в суть проблемы ребятам предлагается задание. Данная работа предполагает исследовательскую деятельность с использованием дополнительной литературы и проведение практических работ по химии и биологии.

Ученики разбиваются на 5 групп. Каждой группе выдается опережающее задание (за 2 недели до урока).

***1 и 2 группы*** – работа с дополнительной литературой.

Задание для 1 группы – доклад на тему: «Почва как составная часть биосферы. Компоненты почв». 2 группа: «Основные источники загрязнения почв. Последствия для живых организмов».

***Третья группа*** проводит исследование на тему: «*Экологическое исследование плотности заселения почв*» (за 1 неделю до указанного срока).

1. Метод банок-ловушек (на дно 0,5 л банки наливается вода на 3-5см от дна, затем она закапывается в почву, горлышко должно быть на уровне почвы).

2. Ловушки поставить на сутки в двух местах:

- с густой растительностью (в огороде, лесу).
- в местах с плохо развитой флорой (вблизи дорог, на песчаных почвах).

3. Определить активность насекомых по их количеству и видовому разнообразию в банках ловушек.

4. Сделать вывод о соотношении организмов и качестве почв, количестве произрастающих там растений.

**4 группа** – перед учащимися ставится проблема: дать характеристику магнию как элементу в периодической системе химических элементов

Д.И. Менделеева и основе зеленого пигмента хлорофилла. Выполнить задание:

«В питательной среде, на которой выращивается зеленое растение, отсутствуют ионы магния, вместо них присутствуют ионы кальция. Вызовет ли это какие-либо последствия? Если да, то какие и почему? Какие ещё можно привести примеры биологической взаимозаменяемости химических элементов, приводящих к серьёзным нарушениям в живых организмах. Биохимические основы».

**5 группа** проводит исследование на токсичность. Работа проводится после уроков. Токсичность элементов исследуется на примере действия солей свинца, накапливающихся в больших концентрациях вдоль автострад в почве. Проводится анализ образцов почв (вдоль автострады, во дворе, удаленных от автострады мест). Все образцы почв помещают в стаканы, добавляют воду (на 1 см почвы – 20-30мл воды). Почвенный раствор из образцов помещают в пробирки (около 1 мл) и добавляют раствор хромата калия – качественная реакция на ионы свинца. Работа проводится под руководством и в присутствии учителя ( $K_2CrO_7$  – яд!).

Урок начинается с доклада 1 группы (3-4минуты). Затем учащиеся 4 группы характеризуют положение магния и кальция в периодической системе и дают ответы на поставленные вопросы (5 минут).

5 группа сообщает о результатах своей работы, делает вывод о том, какой из образцов почв и, соответственно этот участок, содержит свинец; чем это опасно (3-4минуты).

Третья группа знакомит с результатами своих исследований, делает вывод о том, в каком районе больше живых организмов, с чем это связано (4 минуты). Завершает сообщения доклад второй группы (5 минут).

**Подведение итогов:** учащиеся сами обосновывают актуальность проблемы загрязнения почв: Как загрязненность почв и какие загрязняющие вещества влияют на жизнедеятельность почвенной флоры и фауны. Как человек своей деятельностью загрязняет почву. Чем опасно для природы и человека загрязнение почв, рекомендации по природоохранным мероприятиям.

## **Влияние ионов металлов на живые организмы**

(Урок в теме: «Металлы»)

**Цель работы:** закрепление полученных теоретических знаний по теме: «Металлы», раскрытие значения ионов металлов для живых организмов;

**Материалы и оборудование:** растения из аквариума, вода, железные гвозди, соединенные с кусочками свинца, цинка, меди, индикаторы (фенолфталеин, метиловый оранжевый).

**Методика проведения.**

Группе учащихся (5-6 человек) предлагается подготовить доклады (5-10 минут) о значении металлов для живых организмов, химической и электрохимической коррозии.

Вторая группа учащихся проводит эксперимент по влиянию продуктов коррозии на растительные организмы:

1. В 5 химических стаканов помещают воду и растение из аквариума.
2. Проведение анализа воды на запах, цвет, на кислотность среды, наличие ионов 2-х и 3-х валентного железа (качественная реакция с роданидом аммония и красной кровяной солью).
3. В 1-й стакан опустить железный гвоздь, во второй – железный гвоздь, соединенный с кусочком меди; в 3-й – железный гвоздь, соединенный с кусочком свинца; в 4-й – железный гвоздь, соединенный со свинцом.

4. Через 1 день в течение 6 дней берут пробы воды по тем же параметрам как указано в п. 2. По завершении опыта учащиеся оформляют результаты в виде таблицы.

Дата, № стакана	Цвет	Запах	РН	Наличие <u>ионов</u> железа
....2014 г. №1...				
№2				

На уроке-обобщении ученики из первой группы делают сообщения о значении ионов металлов для живых организмов и коррозии, на доске оформляются результаты исследований. После этого учащиеся делают выводы о влиянии коррозии на живые организмы и отвечают на вопросы. В конце урока подводится итог: коллективно оцениваются результаты работы, обсуждаются ответы на вопросы карточек и природоохранные меры.

### **Оксиды неметаллов**

(Урок в теме: «Неметаллы»)

Тема исследования - **“Основные загрязнители биосферы”**. Эта тема особенно актуальна в сегодняшнее время, т.к. усиливается загрязнение окружающей среды и становится сложной и нестабильной экологическая обстановка во многих регионах, в том числе и в городе Зима.

**Целью** данной работы является исследование загрязнения, его видов и источников.

**Материалы и оборудование:** колбы, пробирки, спиртовка, индикаторная бумага, магний, мрамор, сера, вода, кусочек яблока.

**Методика проведения:**

Сначала учителем проводится краткий обзор темы. Далее ребятам предлагается задание. Данная работа предполагает исследовательскую



деятельность с использованием дополнительной литературы и проведение практических работ по химии и биологии.

Учащиеся разбиваются на несколько групп для подготовки докладов на следующие темы: «Загрязнение окружающей среды. Виды загрязнений», «Газообразные вещества раздражающего действия», «Твердые и жидкие вещества раздражающего действия», «Классификация загрязнителей по механизму действия на ткань», «Кислотные осадки».

После прочтения докладов учащиеся отвечают на проблемные вопросы и предлагают пути их решения:

1. - Почему в биосфере происходит полная нейтрализация естественных загрязнителей, а с антропогенными (такими же) природа не справляется?
2. Можно ли бороться с попаданием в атмосферу оксидов азота, серы, углерода? Предложите пути выхода из этой проблемы.

Далее учителем проводится демонстрационный опыт, по прошествии которого дети делают вывод о действии кислотных осадков на объекты живой и неживой природы.

#### Демонстрация опыта №1

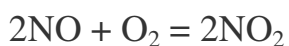
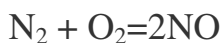
Отрезать кусочек кожуры яблока и положить в колбу. Сжечь серу в пламени спиртовки и внести в пустую колбу, горлышко закрыть стеклянной пластинкой. После образования дыма удалить ложечку, а остаток серы дымящей погасить каплями воды. В колбу с дымом добавить дистиллированной воды. Исследовать рН полученного раствора.

Из колбы отлить полученную жидкость в 2 пробирки и в колбу с кожурой яблока. В одну пробирку добавить ленту или порошок магнезия, а в другую кусочки мрамора. Далее провести наблюдения и сделать выводы о действии кислотных осадков на живые объекты, на металлы, на памятники архитектуры. **Выводы:** кислотные осадки разрушают живые организмы, усиливают коррозию металлов, губят памятники.

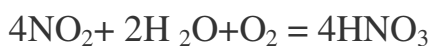
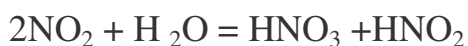
Оксиды азота поступают в атмосферу: а) естественным путем – грозой, или под действием почвенных бактерий; б) антропогенным - из-за деятельности

автотранспорта, теплоэнергетических установок, производства минеральных удобрений, азотной кислоты, нитросоединений, взрывных работ.

Предлагается записать уравнения реакций получения оксида азота (II) в атмосфере и окисления его до оксида азота (IV):



И записать уравнения реакций растворения оксида азота (IV) в воде с образованием азотной кислоты и азотистой и уравнение реакций до окисления оксида азота (IV) и взаимодействия с водой с образованием азотной кислоты.



Как видим, здесь происходят аналогичные процессы, как и при попадании оксидов серы в атмосферу.

### **Биоиндикация загрязнения воздуха по состоянию хвои сосны**

Считается, что для условий лесной полосы России наиболее чувствительны к загрязнению воздуха сосновые леса. Это обуславливает выбор сосны как важнейшего индикатора антропогенного влияния, принимаемого настоящее время за “эталон биодиагностики”. Информативными по техногенному загрязнению являются морфологические анатомические изменения, а также продолжительность жизни хвои. При хроническом загрязнении лесов диоксидом серы наблюдаются повреждения и преждевременное опадение хвои сосны. В зоне техногенного загрязнения отмечается снижение массы хвои 30-60%.

**Материалы и оборудование.** Хвоя из разных мест произрастания сосен, дистиллированная вода, пробирки, спиртовка.

**Методика работы.**

Учащиеся разбиваются на 3 группы.

1 группа собирает хвою с сосен, произрастающих около промышленных предприятий.

2 группа собирает хвою с сосен, произрастающих около автотрасс.

3 группа собирает хвою с сосен, произрастающих в лесу.

Чем выше содержится в атмосфере диоксида серы, тем больше накапливается на хвоинках сосны воска (защитная реакция).

Учащиеся помещают в пробирку по несколько хвоинок (одинаково для разных вариантов опыта). Хвоя заливается водой, кипятится в течение 5 минут. Помутнение воды пропорционально количеству воска на хвое.

Интенсивность помутнения воды учащиеся должны оценить по четырех балльной шкале и внести в таблицу.

интенсивность помутнения	варианты опыта		
	№1	№2	№3
	+++	++	-

### **Вода – основа жизни**

(Урок в теме: «Химия в быту»)

**Материалы:** образцы воды из различных источников, образец бытового фильтра для воды, химические стаканы (200 мл), индикаторная бумага.

**Методика проведения:**

На проведение работы отводится два урока (1 пара). Заранее трем-четырем учащимся предлагается написать доклады по темам: «Основные виды очистки воды», «Жесткость воды».

Урок начинается с того, что преподаватель проводит краткий обзор темы с целью углубления знаний учащихся о воде: её строении, свойствах, значении. Раскрывается роль воды на Земле, рассматривается круговорот воды в природе. Внимание учащихся акцентируется на негативных последствиях хозяйственной деятельности человека на источники воды и, как следствие, на качество питьевой воды.

Исследовательская работа проводится по двум направлениям:

1. Сравнение качества воды по некоторым параметрам: цвет, запах, прозрачность, кислотность, наличие осадка.

2. Сравнение воды различной степени жесткости.

Учащиеся разбиваются на 4 группы.

### Опыт №1. Сравнение качества воды

**Цель:** определить и сравнить качество питьевой воды из различных источников.

**Материалы:** образцы воды: из водоема (пруд), водопроводная вода, вода, прошедшая очистку через фильтр; химические стаканы, кольцо из проволоки, индикаторная бумага, цилиндр.

Ученики наливают в стаканы воду из различных источников, проводят исследования по плану:

1) Запах воды зависит от биологических и химических загрязнителей, его оценивают по шкале (табл. №1). Различают травянистый, болотный, гнилой, тухлый, затхлый, землистый запахи; запахи химических веществ: хлорный, горюче-смазочных материалов.

Таблица №1. Оценка запаха воды

Интенсивность запаха	Описательное определение	Балл
Нет	Отсутствие ощутимого запаха	0
Очень слабый	Запах ощущается опытным наблюдателем, не ощущается потребителем	1
Слабый	Обнаруживается, если обратить внимание	2
Заметный	Ощущается легко	3
Отчетливый	Запах обращает на себя внимание, делает воду неприятной для питья	4
Очень сильный	Настолько сильный, что вода совершенно непригодна для питья	5

2) Цвет и прозрачность: если видны изменения в цвете воды (стакан ставят на чистый лист белой бумаги), то их описывают словом: зеленоватый, светло-коричневый и т. д.

прозрачность зависит от количества взвешенных частиц органического и неорганического происхождения, определяется следующим образом: на дно цилиндра кладут кольцо из проволоки (или рисуют черным карандашом) и доливают воду до тех пор, пока кольцо видно. Высота столба воды (см), при которой кольцо становится невидимым, и является мерой прозрачности.

3) pH среды: для определения используют индикаторную бумагу. Цветность определяется в сравнении с эталоном чистой воды (после фильтрации).

Группа учащихся после проведения работы оформляет таблицу в тетрадях и 1 человек на доске (табл. №2).

Таблица №2.

Параметры/ образцы воды	Запах	Цвет	Прозрачность	pH среды
<i>Прудовая</i>				
<i>Водопроводная</i>				
<i>Прошедшая дополнительную очистку через фильтр</i>				

### Опыт №2. Сравнение жесткости различных образцов воды

**Цель**: определить и сравнить жесткость воды.

**Материалы**: образцы воды различной жесткости: водопроводная некипяченая и кипяченая, дождевая, кусочки хозяйственного мыла, пробирки.

**Ход работы**:

В три пробирки наливают 3 образца воды по 10-15 мл: 1 – водопроводная некипяченая, 2 – водопроводная кипяченая, 3 – дождевая или снеговая вода. В каждую пробирку бросают кусочек мыла и сильно встряхивают пробирку (около 5 минут). Дают, отстоятся и описывают внешний вид полученных растворов: есть ли осадок в виде хлопьев, много осадка или мало, раствор почти прозрачный и т. д. результаты заносят в таблицу (табл. №3), которую оформляют на доске и в тетрадях.

Таблица №3.

Образец воды	Характеристика полученного раствора
1. Некипяченая водопроводная вода. 2. Кипяченая водопроводная вода. 3. Дождевая/снеговая вода	

После проведения всей работы (около 25 минут) обсуждаются результаты опытов. Группа, проводившая опыт №1, кратко сообщает о результатах своей работы по таблице. Затем преподаватель говорит о требованиях по государственному стандарту к питьевой воде: запах - не более 2, прозрачность – не менее 30 см, бесцветна; кислотность – от 6,9 до 9,5 рН. Ребята делают вывод о том, какую воду из этих образцов можно пить, а какую нужно подвергать дополнительной очистке. Затем заслушивается доклад на тему: «Способы очистки воды». Учащиеся оценивают достоинства и недостатки хлорирования и озонирования, обсуждается необходимость применения дополнительной очистки с помощью бытовых фильтров. Необходимо обратить внимание ребят на степень загрязнения природного источника – пруда, обсудить в связи, с чем оно возникло, к чему уже привело и может привести в дальнейшем.

Заслушивается доклад о жесткости воды, в ходе которого учащиеся отвечают на вопросы (карточки на столах):

1. Что такое жесткость воды и от чего она зависит?
2. В какой воде лучше растворяется мыло?
3. Какую воду лучше всего использовать для стирки, умывания?
4. Почему в жесткой воде мыло плохо растворяется?
5. Как снизить жесткость воды доступными средствами?

Затем обсуждаются результаты работы группы. Ребята делают вывод о том, какая вода лучше подходит для мытья рук, стирки и т. д. Подводится общий итог: как можно определить доступными способами качество питьевой воды,

жесткость; что из проделанного на уроке можно применить на практике в своем доме. Учащиеся выдвигают предложения о том, как можно защитить водоемы от загрязнений, методы очистки.

**Исследовательская деятельность на уроках физики**

*Харитонова О.А.*, учитель физики гимназии № 50 г. Н.Новгорода

## Фрагмента урока «Определение плотности вещества»

Урок разработан в соответствии с программой физики Н.С. Пурышевой, Н.Е. Важеевской для 7 класса. На уроке учащиеся должны найти способ нахождения плотности вещества для жидкостей, твердых тел правильной и неправильной формы. В курсе физики 7 класса предусмотрена лабораторная работа по определению плотности, в которую мы предлагаем внести элементы исследовательской деятельности. Развивающей целью в данном случае является формирование умения планировать эксперимент.

Проведем анализ компонентов ориентировочной основы. Содержательный компонент ориентировочной основы для исследовательской деятельности на данном уроке составляют понятия массы, плотности, представления о молекулярном строении вещества.

Инструментально-деятельностная основа. Учащиеся умеют определять массу тел с помощью рычажных весов, объем жидкости с помощью мензурки, объем твердых тел как объем вытесненной жидкости в мензурке. Разработка плана решения исследовательской задачи – одно из исследовательских действий, которое формируется в процессе всего школьного курса физики, усложняя саму задачу. Для семиклассников выработать план самостоятельно достаточно сложно, поэтому на этом этапе происходит чередование групповой и фронтальной работы. Учащиеся в группах вырабатывают план эксперимента, позволяющего определить плотность вещества, а затем представляют выработанные планы на общее обсуждение. Важно, чтобы экспертами в этом случае выступают учащиеся других групп, которые задают вопросы и вносят коррективы, учитель должен направлять ход обсуждения, возможно, помогая наводящими вопросами, но не давать свое готовое решение.

Таким образом, проанализировав имеющуюся ориентировочную основу, приходим к выводу, что исследовательская деятельность может быть реализована эвристическим методом, что в таблице 3 соответствует п.2. Это значит, что выработку плана решения исследовательской задачи, выполнение эксперимента выполняют учащиеся самостоятельно. План фрагмента урока представлен в таблице.

Лабораторная работа №6  
«Измерение плотности вещества»

Этап урока		Время, мин						
Актуализация знаний	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое плотность?</li> <li>2. Как подсчитать плотность?</li> <li>3. В каких единицах выражается плотность?</li> <li>4. Что нужно знать, чтобы определить плотность вещества?</li> <li>5. Каковы причины различия между плотностями воды и масла, металлического цилиндра и деревянного бруска?</li> </ol>	3						
Постановка цели	<p>Можно ли определить плотность вещества экспериментально? Обсудите в своей группе, какой эксперимент вы сможете провести, чтобы определить плотность вещества, из которого изготовлено тело, находящегося на вашем столе?</p> <table border="1" data-bbox="459 1361 1326 1496"> <thead> <tr> <th data-bbox="459 1361 746 1420">1 группа</th> <th data-bbox="746 1361 1034 1420">2 группа</th> <th data-bbox="1034 1361 1326 1420">3 группа</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="459 1420 746 1496">Деревянный брусок</td> <td data-bbox="746 1420 1034 1496">Стакан с маслом</td> <td data-bbox="1034 1420 1326 1496">Цилиндр из алюминия</td> </tr> </tbody> </table> <p>Дается время на обсуждение плана эксперимента в группах. Проводится обсуждение плана эксперимента в группах.</p>	1 группа	2 группа	3 группа	Деревянный брусок	Стакан с маслом	Цилиндр из алюминия	5-7
1 группа	2 группа	3 группа						
Деревянный брусок	Стакан с маслом	Цилиндр из алюминия						
Планирование эксперимента	<p>Затем каждый эксперимент обсуждается всем классом под руководством учителя. Определяется, что каждая группа должна определить массу и объем тела. Каждая группа рассказывает свой план эксперимента, для чего он проводится, какие величины измеряются, хороший это эксперимент или нет, на что обратить внимание в ходе эксперимента, какие возможны погрешности и как зависят результаты опыта от его постановки и проведения.</p>	10						



	Другие группы тоже принимают участие в обсуждении.			
	1 группа	2 группа	3 группа	
	Должна предложить измерить : - Массу тела с помощью весов. - Объем тела определяется по формуле $V=a.b.c$ Длина, ширина и высота бруска измеряются с помощью линейки.	Должна предложить измерить: - Массу жидкости с помощью мензурки и весов. Необходимо взвесить мензурку пустую, а затем с маслом. Определить массу тела, как разницу масс мензурки пустой и с маслом. - Объем жидкости определяется при помощи мензурки.	Должна предложить измерить: - Массу цилиндра при помощи весов. - Объем цилиндра определяется с помощью мензурки с водой (по изменению объема воды при опускании в нее цилиндра).	
Проведение эксперимента	После обсуждения плана эксперимента, каждая группа проводит свой эксперимент и определяет плотность своего тела. Результаты оформляются в виде таблицы (заготовку которой каждая группа получает вместе с приборами). Измеряемые величины в таблицу каждая группа вписывает сама. Значение измеренной величины записываются на доске и обсуждается со всеми учащимися класса.			

### Урок «Электрическое взаимодействие. Два рода электрических зарядов»

Урок разработан в соответствии с программой физики Н.С. Пурышевой, Н.Е. Важеевской для 8 класса. Данный урок является первым в совершенно новой для учащихся теме, поэтому степень самостоятельности учащихся – минимальная. Однако и на этом содержании возможны элементы исследовательской деятельности и развитие исследовательских умений. Метод обучения – проблемный, что соответствует п.1 в таблице 3.

Этапы урока	Теоретическое обоснование, содержание урока	Время, мин
Организационный	Организация внимания учащихся	1

МОМЕНТ		
<p>Постановка проблемы</p>	<p>Эвристическая беседа</p> <p>Предложить каждому учащемуся выполнить опыт: расческой или ручкой провести несколько раз по сухим волосам и поднести ее к мелким кусочкам бумаги.</p> <p><u>Вопросы:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что вы наблюдаете?</li> <li>2. О каком физическом явлении идет речь?</li> <li>3. Когда еще, в окружающей жизни, вы наблюдали подобные явления?</li> </ol> <p>Примеры учащихся.</p> <p>Проведение демонстрационного опыта: предлагаем учащимся внимательно пронаблюдать за поведением подвешенной на нити гильзы из фольги (при приближении к гильзе наэлектризованной линейки из оргстекла, потертой о бумагу).</p> <p><b>Что вы наблюдаете?</b></p> <p><b>Можете ли вы объяснить наблюдаемое явление?</b></p> <p>Объяснить это явление действительно сложно и изучать это явление мы будем на протяжении нескольких уроков.</p> <p>Тема нашего сегодняшнего урока «Электрическое взаимодействие. Два рода электрических зарядов».</p> <p>Учащиеся записывают тему урока в тетрадь.</p> <p><i>Тела, которые в результате трения приобретают свойство притягивать к себе другие тела, называют наэлектризованными или заряженными. В этом случае говорят, что телам сообщен электрический заряд. Само явление называется электризацией.</i></p>	<p>35</p>
<p>Изучение нового материала</p>	<p><i>Способностью притягивать к себе легкие тела обладают многие тела, и замечали это еще с древних времен.</i></p> <p>Сообщение учащегося об истории возникновения электричества (задание по подготовке сообщения было дано учащемуся за неделю до урока).</p> <p><b>Давайте изучим взаимодействие</b></p> <p>Обсуждаем с учащимися, что значит «тела</p>	

	<p>взаимодействуют», выясняем, что значит «изучить взаимодействие», что именно они хотят узнать?</p> <p>Предложить учащимся провести эксперимент по изучению взаимодействия наэлектризованных тел (из предложенных предметов).</p> <p>На столах у учащихся штативы с подвешенными на нити (шелковой) кусочками пленки (маленькими), бумажные и полиэтиленовые ленты, лист бумаги, линейки деревянные и пластмассовые.</p> <p>Обсуждение плана проведения эксперимента в группах.</p> <p>Каждая группа презентует всему классу свой план.</p> <p>Обсуждение всем классом. Вырабатывается план эксперимента.</p> <p style="text-align: center;">Эксперимент 1.</p> <p>Наэлектризовать бумажную и полиэтиленовую ленты. На бумажную полоску положить полоску полиэтиленовой пленки (толстой). Сильно прижать их друг к другу. Развести их и поднести друг к другу. Они будут притягиваться. Поднести к подвешенному кусочку пленки сначала бумажную, а затем полиэтиленовую полоски. Пронаблюдать за их взаимодействиями.</p> <p>Проведение эксперимента.</p> <p>Обсуждение результатов. Что наблюдали?</p> <p><u>Вопросы:</u></p> <p>Как взаимодействуют полоски бумажная и полиэтиленовая между собой?</p> <p>Как взаимодействует каждая полоска с пленкой?</p> <p>Подвести учащихся к выводам:</p> <p><i>1. Наэлектризованные и заряженные тела взаимодействуют друг с другом.</i></p> <p><i>2. Характер их взаимодействия может быть разным: они либо притягиваются, либо отталкиваются (взаимодействуя при этом сильнее или слабее).</i></p> <p><b>Проверим наши выводы на опыте на других телах</b></p> <p>Проведение демонстрационного опыта.</p>	
--	---	--

Предлагаем учащимся внимательно пронаблюдать за поведением подвешенных на нити гильз из фольги (при приближении к одной гильзе наэлектризованной стеклянной палочки, а затем при приближении ко второй гильзе наэлектризованной эбонитовой палочки). Поднести гильзы друг к другу. Они притянутся.

Вопрос: Предположите, изменится ли характер взаимодействия наэлектризованных гильз, если их зарядить одной палочкой?

Проверка предположений опытом.

Вопрос: В чем было отличие в опыте?

Одной гильзы (правой) мы касались в обоих случаях стеклянной палочкой, а левой гильзы сначала стеклянной, а потом эбонитовой палочкой. Получается, что если гильзы мы касаемся эбонитовой палочкой, она приобретает одно свойство, а если стеклянной – другое!

*Причина разного характера взаимодействия наэлектризованных тел заключается в том, что в природе существует два рода электрических зарядов, имеющих противоположные знаки: положительный и отрицательный. Наши тела были наэлектризованы по-разному.*

*Приписывание заряду положительного и отрицательного значения условно. Просто договорились считать, что заряд, приобретенный эбонитовой палочкой, потертой о мех – отрицательный, а заряд, полученный на стеклянной палочке потертой о бумагу или шелк – положительный.*

Вернуться к опыту с гильзами, нужно еще раз показать и объяснить: как заряжаются гильзы в первом случае, во втором?

Вопрос:

Как взаимодействуют одноименно заряженные тела?

Как взаимодействуют разноименно заряженные тела?

Беседа с учащимися по результатам опытов.

*Опыты подтвердили, что тела, имеющие электрические*

	<p><b>заряды одного знака взаимно отталкиваются, а заряды противоположных знаков притягиваются.</b></p> <p><i>Историческая справка:</i></p> <p><i>Французский физик Шарль ДЮФЕ в 1730 г. изучил взаимодействие наэлектризованных тел. Он впервые заметил, что натертые шелком стеклянные палочки отталкиваются друг от друга, а к эбонитовой палочке притягиваются. А американский физик и политический деятель Бенджамин Франклин в 1778 г. изменил понятие «стеклянное» электричество на положительное, «смоляное» на отрицательное.</i></p> <p><b>Принцип действия электроскопа</b></p> <p><i>Давайте рассмотрим прибор, который перед нами и поймем, для чего он нужен.</i></p> <p><i>Демонстрация прибора и его действие (показать электроскоп, сначала передать ему маленький заряд, а потом большой. Обратить внимание на разную степень наэлектризованности тела).</i></p> <p><i>Объяснение принципа действия с привлечением ответов учащихся.</i></p> <p><i>На явлении отталкивания одноименно заряженных тел основан принцип действия прибора, который называется электроскоп. По углу расхождения листочков электроскопа можно судить о степени наэлектризованности тел.</i></p> <p><i>Требуется ввести физическую величину, отражающую степень наэлектризованности тел - <b>Электрический заряд</b>.</i></p> <p><i>Заряд принято обозначать буквой <math>q</math>. За единицу заряда принят кулон (Кл). Эта единица названа в честь французского физика Шарля Кулона, открывшего основной закон взаимодействия электрически заряженных тел.</i></p>	
<p>Закрепление материала</p>	<p>Обсуждение <u>вопросов</u>:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какой из опытов, проведенных на уроке, показывает, что оба тела, приведенных в контакт, электризуются?</li> <li>2. Какой опыт свидетельствует о том, что эл. заряд можно передать от одного тела к другому?</li> </ol>	<p>5-6</p>

	<p>3. Можно ли утверждать, что обязательное условие электризации – трение тел друг о друга?</p> <p>4. Сколько тел участвуют в процессе электризации?</p> <p>5. Примеры практического значения электризации.</p> <p><i>Вернемся к началу урока: мы ставили цель изучить и объяснить явление электризации. Можете ли вы объяснить механизм процессов, которые происходят при электризации? – Пока нет! Узнали мы что-то новое об этом явлении? – Да. Значит, на следующих уроках мы должны изучить процесс электризации «изнутри» и объяснить его.</i></p>	2
Домашнее задание	<p>§47(прочитать, ответить на вопросы).</p> <p>Задание 43(№2). Изготовить дома электроскоп (по желанию)</p> <p>№4 (эксперимент со струей воды).</p>	1

## **Применение цифровых лабораторий в исследовательской деятельности учащихся**

*Енюшкина Е.А.*, учитель физики МБОУ лицей № 8, г. Н. Новгород.

Одной из основных целей обучения на современном этапе можно назвать становление ученика как современно образованного компетентного человека, ориентированного на жизнь в открытом информационном пространстве, наделенного глубокими знаниями и способами их получения. Поэтому представляется весьма важной организация работы учащихся с цифровыми инструментами, т.к. для выполнения требований государственного стандарта общего образования по физике [1] выпускник школы должен овладеть основами научного метода познания и экспериментальными умениями и навыками, иметь представление научного подхода к исследованию явлений природы с использованием новых информационно-коммуникационных технологий. Поэтому без применения современных цифровых и компьютерных экспериментальных средств не представляется возможным в полной мере решать учебные и воспитательные задачи в современной школе.

Следует отметить, что приобщение учащихся к исследовательской деятельности, разработке проектов, выполнению творческих работ позволяет создать благоприятные условия для их самообразования и профессиональной ориентации.

Возможности использовать информационно-коммуникационных технологий в исследовательской деятельности проявляются в следующем:

- использовать и извлекать информацию из различных источников;
- представлять информацию в понятном виде и эффективно работать с ее различными видами;
- применять аналитические методы обработки информации;

– использовать различные технические устройства от телефона до персонального компьютера и компьютерных сетей.

Использование информационных технологий значительно расширяет возможности преподавателя и ученика. Хотя материально – техническая база школ в современных условиях достаточно слаба, процесс включения ИКТ в преподавание учебных предметов происходит все активнее.

Среди средств ИКТ, применяемых на современном этапе в преподавании естественных наук, можно выделить цифровые лаборатории. Исследовательская деятельность учащихся, проводимая с использованием цифровых лабораторий, как в ходе уроков, так и в организации внеурочной деятельности, является одним из направлений, способных совершенствовать и расширять круг общих учебных умений, навыков и способов деятельности школьников. Исследовательская деятельность связана с открытием новых для учащегося явлений, связей, закономерностей. ЦЛ позволяет выполнять естественнонаучные исследования на современном уровне, исследовать действительно интересующие учащихся объекты и явления, находить свои варианты решения.

Цифровая лаборатория представляет собой программно-аппаратный комплекс для проведения широкого спектра исследований, демонстраций и лабораторных работ по физике, биологии и химии [2]. В состав комплекта входят: регистратор данных, программное обеспечение для настольного компьютера, комплект датчиков, для измерения различных величин (датчик — устройство для измерения параметров опыта, преобразующее значение измеряемой величины в напряжение).

ЦЛ обеспечивает автоматизированный сбор и обработку данных, позволяет отображать ход эксперимента в виде графиков, таблиц, показаний приборов. Проведенные эксперименты могут сохраняться в реальном масштабе времени и воспроизводиться синхронно с их видеозаписью. Имеется возможность одновременного подключения от 4 до 8 датчиков, значит, в одном эксперименте можем измерять до 8 величин одновременно,



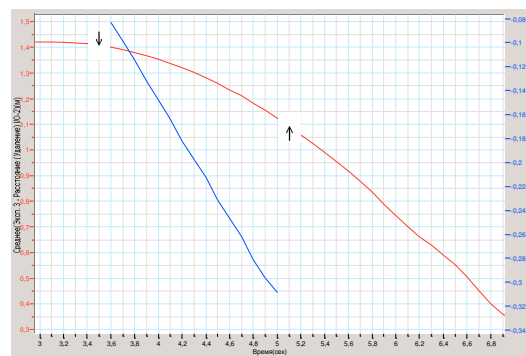
при чем, на новом уровне, приближая школьные физические эксперименты к уровню экспериментальных методов современной физической науки. Лаборатория дает возможность проводить лабораторные работы и учебные исследования, как в классе, так и в полевых условиях.

С цифровыми датчиками стандартные опыты и лабораторные работы можно автоматизировать, высвободить время для проведения обработки и анализа экспериментальных данных. Конечно, не во всех работах это полезно. Лабораторные работы, имеющие цель знакомства с лабораторным оборудованием и проведение прямых измерений лучше проводить на традиционным оборудованием. Например: измерение размеров малых тел методом рядов, измерение силы тока амперметром, сборка электромагнита и испытание его действия. На первом этапе изучения физики, цифровое оборудование следует применять очень осторожно и дозировано, чтобы не вызвать эффект «черного ящика».

Эксперимент с цифровыми лабораториями становится более наглядным. Одно из неоспоримых достоинств то, что изучаемое явление, сопровождается одновременным построением графика измеряемой датчиком величины от времени. А это очень важно, чтобы учащиеся овладели умением читать графики, анализировать их, получать максимум информации. Цифровая лаборатория позволяет существенно сократить время на организацию и проведение опытов. Позволяет минимизировать количество рутинных измерительных и вычислительных операций при этом повысить точность и наглядность экспериментов и извлекать максимум информации в процессе одного замера, предоставляет практически неограниченные возможности по обработке и анализу полученных данных, тем самым повысить эффективность работы [3].

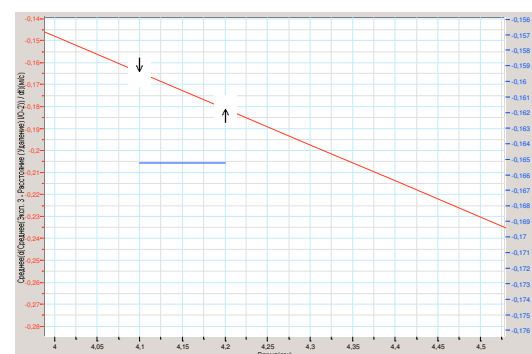


Например, при изучении механического движения, ставится эксперимент: движение тела по наклонной плоскости, с использованием датчика расстояния. Получая график изменения координаты движущегося тела от времени



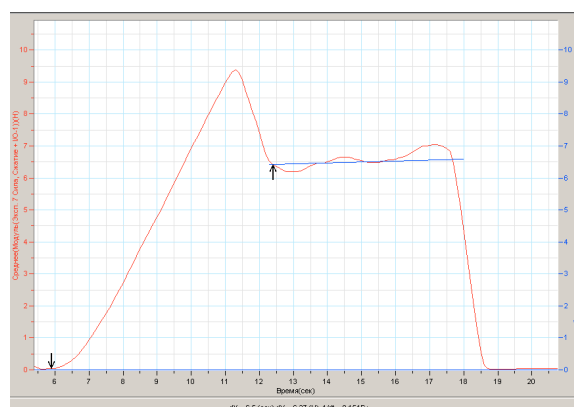
(наглядно видно ветвь параболы) из которого легко получить зависимость скорости от времени и ускорения от времени для данного движения. Изменяя наклон или, заменяя тележку на другие тела, проводим исследование зависимости скорости и ускорения от различных параметров.

При изучении темы тепловые явления опыт по построению графика плавления и кристаллизации твердого тела приобретает новый оттенок. Используя датчик температуры, получаем реальный график изменения температуры со временем [2].



Это очень удобно, так как если мы используем обычный термометр, его показания видят только несколько учеников, а используя цифровую лабораторию и проектор, показания датчика выводятся на экран в режиме реального времени, и их видят все. И горизонтальность участка, отражающего плавление (кристаллизацию), воспринимается как реальный экспериментальный факт, и после объяснения

переходит на уровень понимания. Как показывает практика момент постоянства температуры при фазовых переходах если ученики и воспринимают, то многие на уровне запоминания но, не понимая его. Появляется возможность рассмотреть и

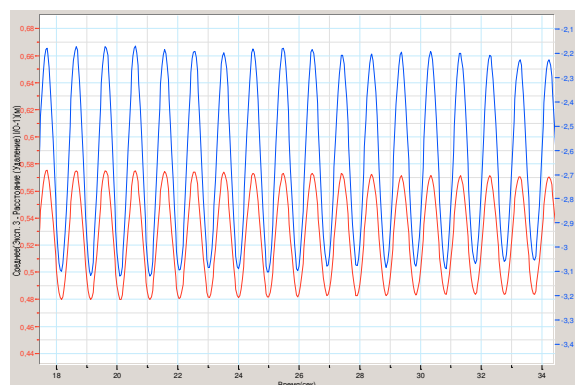


сравнить температуру плавления различных веществ, исследовать плавление некристаллических веществ.

Традиционная лабораторная работа может стать исследовательской. Например, работа по определению коэффициента трения скольжения, может быть расширена определением и коэффициента трения покоя и исследованием: «Какое тело труднее сдвинуть?» Используя традиционное оборудование, но вместо динамометра используется датчик силы и ЦЛ. Двигая брусок с помощью датчика силы, получаем график изменения приложенной силы от времени. И определяем не только силу трения скольжения, но и максимальную силу трения покоя, и, зная вес бруска и грузов, можем определить не только коэффициент трения скольжения, но возникает возможность определить максимальный коэффициент трения покоя и сравнить их. Выполняя лабораторную работу, учащиеся сами приходят к выводу, что коэффициент трения скольжения несколько меньше коэффициента трения покоя, то есть неподвижно стоящее тело труднее сдвинуть с места, чем затем равномерно перемещать по поверхности.

Удобно использовать ЦЛ в работах по исследованию зависимости одной физической величины от другой. Например, лабораторная работа «Изучение зависимости периода свободных колебаний пружинного маятника от массы груза». В данном эксперименте исследуется движение груза на пружине, колеблющегося в вертикальном направлении с грузами разной массы. Графики зависимости координаты от времени, полученные с использованием датчика расстояния, во-первых, показывают гармоничность малых колебаний, во-вторых, позволяют быстро определить период свободных колебаний пружины с разными грузами и выявить искомую зависимость.

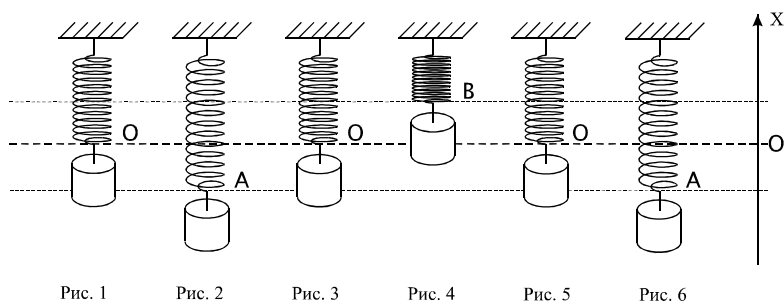
При использовании двух датчиков, можно обратить внимание учащихся на



следующий факт: из полученных графиков видно, что сила, с которой груз действует на датчик силы и расстояние от датчика до груза изменяются с течением времени синфазно, что позволяет использовать для регистрации механических колебаний одну из этих физических величин. В некоторых работах и опытах, вместо датчика расстояния можно будет использовать датчик силы. Датчик расстояния измеряет смещение, и использование его было бы более правильным с точки зрения физических законов, но для его использования предъявляются особые требования к размеру груза.

Данный опыт, позволяет рассмотреть и проанализировать характер изменения координаты и силы в процессе колебания, определить период и амплитуду колебаний.

Анализируя полученный график и используя рисунок, можно предложить учащимся заполнить таблицу, в которой отметить, как изменялись в процессе колебания: смещение, скорость, сила, действующая на груз, ускорение. В качестве актуализации знаний для дальнейшего рассмотрения темы к таблице можно добавить строки об изменении потенциальной и кинетической энергии.



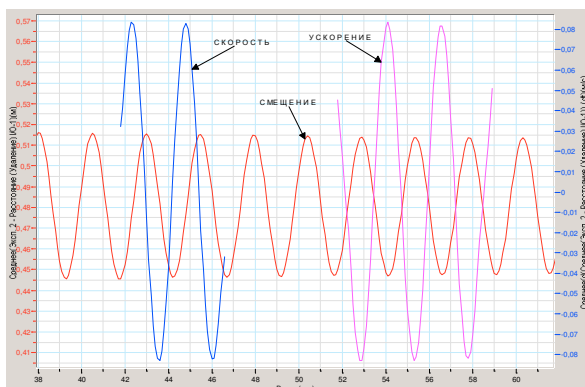
Задание к рисунку:  
закончить рисунки 1—6,  
указав на каждом:

- а) вектор скорости;
- б) вектор ускорения;

в) вектор силы, возвращающей маятник в положение равновесия.

ха	1	1	2	2	3	3	4	4	5
X									
V									
a									
F									
E									
E									

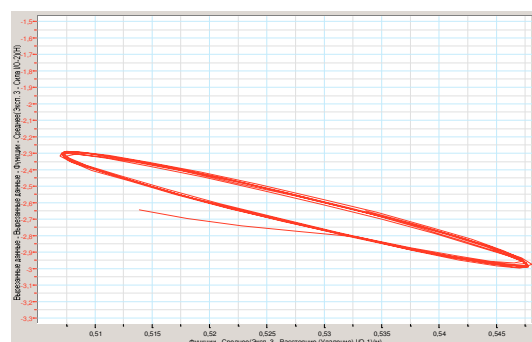
Есть возможность определить фазовые соотношения между смещением, скоростью и ускорением движения груза пружинного маятника. С помощью



двух курсоров необходимо выделить область для математической обработки и провести операцию дифференцирования, для выбранного участка получаем график скорости. Выбрав другой участок графика, и проведя

дифференцирования два раза, получим график ускорения для выбранного участка. Используя полученные графики смещения, скорости и ускорения на одном рисунке, легко показать фазовые соотношения трех характеристик колебательного движения. Полученные

графики дают возможность сделать материал понятным и очевидным для учащихся. По графикам  $x(t)$  и  $v_x(t)$  можно проверить выполнение формулы связи между максимальной скоростью и



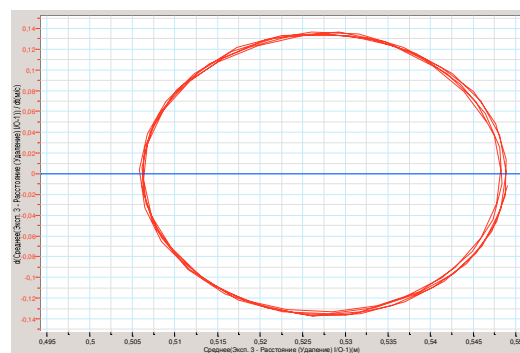
амплитудой:  $v_{\max} = (2\pi/T)x_{\max}$

Используя функцию «свойства графика» можно построить график зависимости силы от расстояния  $F = F(x)$  и скорости от расстояния  $v_x = v_x(x)$ .

Проводя измерения длительное время (0,5 – 1 мин) можно увидеть уменьшение амплитуды колебаний.

Рассматриваем характер изменения амплитуды колебания. Можно построить огибающую графика расстояния (с помощью функций «Мастер анализа»).

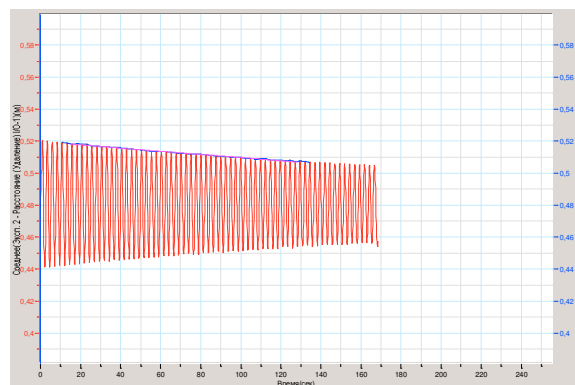
Получив график зависимости амплитуды



от времени можно определить коэффициент затухания. На маятник действует сила сопротивления  $F_{сопр} = -bv$ , где  $v$  – скорость маятника,  $b$ - коэффициент сопротивления.

Амплитуда затухающих колебаний  $x_{max} = x_{max_0} e^{-\beta t}$ , где  $\beta$  - коэффициент затухания, равный  $\beta = b/2m$ .

Амплитуда затухающих колебаний уменьшается с течением времени тем быстрее, чем больше коэффициент затухания.



**Аналогичные этапы анализа могут быть проведены для колебаний математического маятника, колебания которого фиксируются с помощью датчика расстояния.**

Можно предложить следующие лабораторные работы:

в качестве фронтальных

1. Измерение периода колебаний тела на пружине
2. Изучение зависимости периода свободных колебаний пружинного маятника от жесткости пружины
3. Изучение зависимости периода колебаний от параметров системы (на примере математического маятника)
4. Определение ускорения свободного падения при помощи математического маятника

в качестве работ физического практикума

5. Изучение зависимости коэффициента затухания свободных колебаний пружинного маятника от площади поверхности тела
6. Изучение зависимости коэффициента затухания свободных колебаний пружинного маятника от плотности среды
7. Изучение зависимости коэффициента затухания свободных колебаний пружинного маятника от массы тела

Применение лаборатории позволяет осуществить дифференцированный подход и развить у учащихся интерес к самостоятельной исследовательской

деятельности. С цифровыми лабораториями можно проводить работы, как входящие в школьную программу, так и совершенно новые исследования.

Исследовательская деятельность связана с открытием новых для учащегося явлений, связей, закономерностей. Например, проектная работа для учащихся 10 класса, которую можно провести параллельно с изучением законов механики [4]. Для этого необходимо организовать группы из нескольких учеников. Каждая группа получает индивидуальное задание, включающее в себя несколько этапов. Первый этап – съемка короткого видеofilmа, демонстрирующего плоское движение (движение тела по наклонной плоскости, свободно падающего, брошенного горизонтально или под углом к горизонту и т.д.). Этап второй – результат видеозаписи представить в формате QuickTime (\*.mov, \*.avi). Третий этап – обработка полученных видеofilmов в программе MultiLab: получение графиков движения  $x(t)$  и  $y(t)$  и их математическая обработка для получения информации о скорости и ускорении, получение траектории движения. Завершающий этап – подготовить доклад об особенностях изученного движения, о выполнении законов сохранения, о проявлении сил сопротивления среды (каждой группе задачу можно конкретизировать).

Выполняя научные эксперименты в ходе проектных и исследовательских работ, создаются условия для приобретения учащимися навыков научного анализа явлений природы, осмыслению взаимодействия общества и природы, осознанию значимости своей практической помощи природе.

Примеры некоторых исследовательских работ

«Изучение колебаний струны»

Применяются датчик силы и микрофонный датчик. Изучается зависимость основной резонансной частоты струны от силы натяжения и её длины. Определяются гармоники колебаний при фиксированной длине и силе натяжения струны.

«Обычный шум и необычные звуки»

Используются датчик шума и звуковой датчик. Можно оценить уровень шума по амплитуде и частоте на разных участках исследуемой территории и составить собственную характеристику шумового загрязнения.

*«Изучение колебаний освещенности»*

Используется датчик освещенности. Измеряются колебания освещенности от разных источников света. Составляется собственная характеристика колебания освещенности. Проверяется соответствие освещенности помещения санитарно-гигиеническим нормам. Определяем, как создать для себя экологически комфортные условия жизни.

*«Измерение параметров микроклимата в помещении образовательного учреждения» (рассмотрим более подробно)*

**Цель:** Проверить соответствие параметров влажности, температуры и освещенности в учебных кабинетах санитарно-гигиеническим нормам.

***Теоретические основы.***

**Что такое микроклимат помещения? Описание термина.**

Состояние внутренней среды помещения, характеризуемое следующими показателями: температура воздуха помещения; радиационная температура помещения; скорость движения воздуха в помещении; относительная влажность воздуха в помещении.

***Вопросы для теоретического обоснования исследования.***

1. Какие параметры микроклимата помещения в школе соответствуют санитарно-гигиеническим нормам.

2. Что такое влажность воздуха. Какое влияние на организм и жизнедеятельность человека оказывает повышенная (пониженная) влажность воздуха.

3. Какое влияние на организм человека могут оказывать: а) низкая температура и высокая влажность воздуха; б) высокая температура и высокая влажность воздуха.

4. Какое соотношение температуры и влажности воздуха наиболее благоприятны и почему.



5. Какие действия и какое оборудование применяют для устранения неблагоприятного влияния влажности воздуха в помещениях.

6. Что такое освещенность? Какой должна быть оптимальная освещенность в помещениях, чтобы не ухудшалось зрение.

### ***Оборудование:***

Цифровая лаборатория, датчики: освещенности, температуры, влажности, счетчик Гейгера-Мюллера (датчик радиоактивности).

### ***Порядок проведения эксперимента***

1. Провести измерения параметров: у окна, у доски, у стены, в центре кабинета. Желательно проводить измерения в течение одного дня, после уроков и в темное время суток. Изучаются учебные помещения, в которых проводятся занятия.

2. Записать в виде комментария порядок помещений, в которых выполнялись измерения.

3. Сохранить результат эксперимента.

### ***Обработка и анализ результатов***

1. Экспортировать полученные данные в электронные таблицы.

2. Отсортировать полученные данные по номерам кабинетов или по возрастанию (убыванию) параметров, постройте гистограмму по полученным данным.

3. Распечатать таблицы с названиями помещений и соответствующими значениями параметров. Выделить в таблицах названия помещений, обладающими наибольшими и наименьшими значениями, а также помещений, в которых значения не достигают необходимой нормы.

4. Сделайте выводы. Составить рекомендации для кабинетов, в которых обнаружилось несоответствие параметров.

Мобильность цифрового оборудования позволяет применять его в исследовательских работах за пределами школьной лаборатории на прогулке, в поездке на природу, в походе. Например, экологическое исследование реки

(озера, родника).

Работа начинается задолго до самого похода учащимся, под руководством преподавателей, необходимо заранее продумывать программу исследований, в зависимости от того куда, когда и на какое время запланирован поход. Точно распределить обязанности, кто за какие исследования будет отвечать. Еще до выхода в поход дети должны получить навыки работы с используемым оборудованием. Важно точно продумать и составить список оборудования, с которым будут проводиться исследования, с учетом условий похода. Если поход многодневный, то нужно еще продумать условия работы этого оборудования, т.е. не испортится ли в плохих погодных условиях, как менять или заряжать источники питания.

На маршруте нужно следить за графиком выполнения работ, так как в походе возникает много отвлекающих моментов, а также за сбором и хранением полученных исследовательских материалов. В этом плане, конечно, очень удобны портативные компьютеры. Они автоматически записывают и запоминают полученные данные в цифровом виде, фиксируют дату и время проведения опыта, позволяют вести сопроводительные записи.

После похода весь полученный материал нужно разобрать, упорядочить, составить отчет по проведенным исследованиям, с использованием фото и видео материалов, собранных в процессе похода.

Учащихся в походе можно разделить на возрастные группы.

#### Первая группа – учащиеся 5-6 класса

Задача: знакомство с цифровой лабораторией, освоение методов прикладных исследований в полевых условиях.

- измерение температуры воздуха и воды в течение дня;
- изучение походного оборудования

а) Сравнение палаток: выбрать несколько палаток одного цвета, в которых несколько раз за день измерялась температура и влажность

б) Сравнение теплоизоляционных свойств походной одежды: непрерывно измерять температуру и влажности внутри, например,

дождевика в течение 10 минут в покое и после 20 приседаний. Полученные графики в дальнейшем будут сравниваться. Структура ткани дождевиков может быть изучена с помощью цифрового микроскопа.

В итоге может быть составлена сравнительная таблица различных видов походного оборудования с указанием фирм-производителей.

#### Вторая группа – учащиеся 7-9 классов

Задача: закрепление полученных на уроках физики знаний, при решении некоторых практических задач.

1. Определение теплового эффекта горения топлива, например, определить какое количество топлива (древесины) необходимо сжечь, чтобы нагреть на костре до кипения воду в котелке объемом 10 литров, определить КПД костра.
2. Проверка зависимости давления воды от глубины погружения.
3. Изучение микроклимата реки, в том числе определение радиационного фона по маршруту экспедиции.

#### Третья группа – учащиеся 9-10 классов

Задача: расширение и углубление знаний в области естествознания.

1. Изучение магнитного поля Земли. Зарегистрировать магнитное поле; определить наклон силовых линий. Определена величина и направление вектора магнитной индукции магнитного поля.
2. Изучение физико-химических свойств природных вод. Цель работы: Оценить качество воды по физико-химическим свойствам, используя датчики рН, проводимости, кислорода, мутности.
3. Исследования по определению индекса чистоты реки и её притоков в разных местах
4. С помощью электронного микроскопа более детально изучить морфологические особенности некоторых животных. Производя фото и видео съемку, отловленных особей, с целью дальнейшего использования полученного материала в качестве наглядных пособий при изучении зоологии в школе.

5. Если экспедиция длительная, то было бы интересно провести мониторинг физического здоровья школьников под влиянием физических нагрузок.

В процессе подобных экспедиций у учащихся происходит накопление опыта исследовательской работы и ее анализа, формирование способностей принимать самостоятельные решения при организации эксперимента.

Итак, усовершенствование средств обучения меняет характер труда и место человека в образовательном пространстве. Использование средств ИКТ целесообразно для активизации процесса познания. На сегодня практически нет барьеров на пути информатизации учебного процесса. Компьютерные технологии обучения в области естествознания имеют большие возможности использования. Они видоизменяют учебную деятельность школьника, расширяя возможности профильного обучения.

### **Литература**

1. Сборник нормативных документов. Физика/Сост. Э.Д. Днепров, А.Г. Аркадьев. – М.: Дрофа, 2007. – 107 с.
2. Цифровая лаборатория по физике. Методическое пособие. М.:ИИТ, 2008. 375 с.
3. Федорова Ю. В. Использование цифровых лабораторий «Архимед» в школе <http://methodist.lbz.ru/authors/physics/6/>
4. Филиппова И.Я. Методика применения цифровой лаборатории «Архимед» в преподавании физики в школе: Методическое пособие. Изд. 3-е, доп. и перераб. – СПб.: РЦОКОиИТ, 65 с.

## Содержание

<b>Предисловие</b> .....	3
<b>Глава 1.</b> Введение в теорию исследовательского обучения.....	6
1.2. Понятия «учебное исследование», «исследовательская деятельность учащихся», «исследовательские умения».....	6
1.3. Исследовательское обучение: история и современность.....	16
1.4. Исследовательская деятельность учащихся как способ построения деятельностного содержания образования.....	40
1.5. Требования к профессиональной компетентности учителя – руководителя учебно-исследовательской деятельности.....	43
<b>Глава 2.</b> Дидактические основания проектирования и организации исследовательской деятельности учащихся.....	52
2.1 Принципы и закономерности исследовательского обучения.....	52
2.2 Проектирование исследовательской деятельности в системе уроков: выбор форм, методов, средств обучения.....	59
2.3 Внеурочные формы исследовательского обучения, уровневая модель формирования исследовательских умений .....	80
2.4 Диагностика исследовательских умений, УУД.....	87
<b>Глава 3.</b> Методические особенности организации исследовательской деятельности при изучении предметов естественнонаучного цикла.....	98
3.1 Роль эксперимента в усвоении содержания обучения и формировании умений и навыков исследовательской деятельности.....	98
3.2 Информационно-коммуникационные технологии в организации исследовательской деятельности.....	135
3.3 Этапы выполнения индивидуального исследовательского естественнонаучного проекта.....	155
Литература.....	162
Приложения.....	174
1. Масленникова Ю.В. Формирование элементов методологических знаний учащихся на первой ступени обучения физике в школе.....	174

2. Шанина В.Н. Исследовательские проекты при изучении курса географии .....	181
3. Ломоносова М.С. Разработка уроков-исследований по химии.....	185
4. Харитонова О.А. Исследовательская деятельность на уроках физики.....	195
5. Енюшкина Е.А. Применение цифровых лабораторий в исследовательской деятельности учащихся.....	203

Лебедева Ольга Васильевна,  
Гребенев Игорь Васильевич

ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
УЧАЩИХСЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ПРЕДМЕТОВ  
ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОГО ЦИКЛА

Учебно-методическое пособие