

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

На правах рукописи

ЛЕБЕДЕВА ОЛЬГА ВАСИЛЬЕВНА

**ПОДГОТОВКА УЧИТЕЛЯ ФИЗИКИ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ И
ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
УЧАЩИХСЯ**

Специальность 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания
(физика)

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени доктора педагогических наук

Научный консультант:
доктор педагогических наук,
профессор
Гребенев Игорь Васильевич

Нижний Новгород
2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6-23
ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ.....	24-277
Глава 1. Состояние проблемы подготовки учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся.....	24-79
1.1. Проблема проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся	24-52
1.1.1. Сущность понятия «учебно-исследовательская деятельность учащихся»	24-38
1.1.2. Проблема организации учебно-исследовательской деятельности учащихся в психолого-педагогических исследованиях.....	38-52
1.2. Теоретические предпосылки подготовки учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся.....	52-67
1.3 Состояние проблемы подготовки учителя физики к организации учебно-исследовательской деятельности учащихся в российской педагогической практике.....	68-77
Выводы по первой главе	77-79
Глава 2. Моделирование процессов проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике в школе.....	80-127
2.1 Принципы и закономерности проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике в школе	81-91
2.2 Модель процессов проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике в школе.....	91-100

2.3 Алгоритм проектирования учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике в школе.....	100-125
Выводы по второй главе.....	125-127
Глава 3. Теоретические основы подготовки учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся.....	128-162
3.1 Концепция методической системы подготовки учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся.....	128-135
3.2 Модель методической системы подготовки учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся.....	135-142
3.3 Понятие готовности учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся: структура, критерии, средства диагностики.....	142-160
Выводы по третьей главе.....	160-162
Глава 4. Методическая система подготовки учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся.....	163-236
4.1 Организация процесса подготовки учителей физики к проектированию учебно-исследовательской деятельности при обучении в вузе и в постдипломный период	163-174
4.2 Проектирование и организация учебно-исследовательской деятельности учащихся на основе физического эксперимента.....	175-195
4.3 Применение цифровых технологий в организации учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике	195-203
4.4 Диагностическая деятельность учителя в проектировании и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся	204-210
4.5 Особенности организации учебно-исследовательской	

деятельности учащихся во внеурочных формах обучения.....	211-234
Выводы по четвертой главе.....	234-236
Глава 5. Педагогический эксперимент и его результаты.....	237-276
5.1 Общая характеристика педагогического эксперимента.	
Результаты констатирующего и поискового этапов	237-248
5.2 Результаты формирующего педагогического эксперимента...	248-276
Выводы по пятой главе.....	276-277
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	278-280
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ....	281
СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ.....	282-283
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	284-329
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	330-381
Приложение 1. Анкета для учителей физики «Организация учебно-исследовательской деятельности учащихся в учебном процессе»	330-331
Приложение 2. Учебный план подготовки по программе магистратуры направление подготовки «Физика», направленность (профиль) магистерской программы: «Методика преподавания физики»	332-333
Приложение 3. Аннотация рабочей программы дисциплины «Организация исследовательской деятельности учащихся»	334-336
Приложение 4. Учебно-тематический план программы повышения квалификации учителей физики «Организация исследовательской деятельности учащихся при изучении физики в школе в условиях введения ФГОС»	337-339
Приложение 5. Проект урока на тему «Колебания математического маятника», 7 класс	340-344
Приложение 6. Исследовательские задачи для факультативных занятий в 8 классе.....	345-346
Приложение 7. Инструкция к лабораторной работе «Изучение	

движения конического маятника»	347-348
Приложение 8. Методические рекомендации для учителя по проведению работы физического практикума «Исследование трения нити о неподвижный цилиндр»	349-360
Приложение 9. Диагностические материалы для исследования уровня развития УУД учащихся седьмых и восьмых классов на содержании школьного курса физики.....	361-381

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. В настоящее время в мире происходят стремительные технологические изменения, касающиеся всех сфер жизни. Современное производство требует высококвалифицированных кадров всех уровней, готовых к постоянному технологическому прогрессу, непрерывному обновлению своих знаний и навыков, решению исследовательских задач в профессиональной деятельности. Соответственно вызовам времени изменяются требования к результатам освоения профессиональных образовательных программ, одно из которых – способность выполнять исследовательскую деятельность в профессиональной области. Для реализации этих задач на уровне высшего и среднего профессионального образования нужны абитуриенты, которые еще в школе приобрели опыт учебно-исследовательской деятельности, позволяющий освоить программы профессионального образования и продолжить профессиональную деятельность в высокотехнологичных сферах.

В Федеральные государственные стандарты общего образования (ФГОС ООО и СОО) включены требования формирования опыта исследовательской деятельности обучающихся: на уровне основного общего образования – формирование основ культуры исследовательской деятельности, на уровне среднего общего образования – формирование системных представлений и опыта применения методов, технологий и форм организации учебно-исследовательской деятельности. Соответствующие требования Стандарты предъявляют к подготовке учителя, у которого должны быть сформированы основные компетенции, в том числе «организовывать и сопровождать учебно-исследовательскую и проектную деятельность обучающихся, выполнение ими индивидуального проекта».¹ В профессиональном стандарте «Педагог

¹ Федеральные государственные стандарты среднего (полного) общего образования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.edu.gov.ru/document/bf0ceabdc94110049a583890956abbfa/> (дата обращения: 30.08.2019).

(педагогическая деятельность в дошкольном, начальном общем, основном общем, среднем общем образовании) (воспитатель, учитель)» педагогическая деятельность по проектированию и реализации образовательного процесса определена как основная обобщенная трудовая функция учителя, в том числе учитель должен уметь проектировать и организовывать учебно-исследовательскую деятельность обучающихся.

В современных условиях вариативного учебного процесса, разноплановости условий обучения физике невозможно вооружить учителя готовыми «рецептами» деятельности, передать готовые проекты уроков, учитель должен выполнять операцию проектирования учебно-исследовательской деятельности учащихся с учетом конкретной дидактической ситуации. Эта педагогическая задача обладает значительной новизной, требует разработки новых теоретических подходов к подготовке учителя физики, моделей и алгоритмов проектирования образовательного процесса.

Констатирующий эксперимент, в котором приняли участие 69 учителей физики Нижегородской области, показал, что учителя испытывают серьезные затруднения в проектировании и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся и нуждаются в дополнительной подготовке в этой области. В результате систематически организуют учебно-исследовательскую деятельность на уроках лишь 15%, на внеклассных занятиях (факультативах, кружках) – 26% учителей физики, принимавших участие в эксперименте. Как результат создавшейся ситуации, уровень исследовательских умений выпускников школ недостаточен для организации исследовательского обучения на этапе высшего образования, что показал входной контроль этих умений у первокурсников физического факультета ННГУ.

Недостаточный уровень сформированности умений российских школьников применять методы естественнонаучного исследования показывает международное мониторинговое исследование Programme for International Student Assessment (PISA). Российские школьники наиболее успешно справляются с заданиями на воспроизведение знаний, но испытывают

затруднения при выполнении заданий на научное объяснение явлений, применение методов естественнонаучного исследования, интерпретацию данных и использование доказательств для получения выводов. Научиться применять методы естественнонаучного исследования школьники могут только в учебно-исследовательской деятельности, однако мониторинговое исследование PISA-2015 показало, что применяемые учителями практики на основе исследовательской деятельности в большинстве случаев имеют отрицательную связь с естественнонаучной грамотностью учащихся: «при активном их использовании результаты российских учащихся снижаются»². Полученные данные говорят о том, что учителя не умеют конструировать учебный процесс, в основе которого лежит учебно-исследовательская деятельность учащихся, в результате чего организуемая учебно-исследовательская деятельность учащихся становится малоэффективной. Исследователи, анализирующие особенности образования в России в ракурсе международных мониторинговых исследований, важнейшим фактором повышения естественнонаучной грамотности российских школьников считают разработку методик преподавания естественнонаучных предметов (в первую очередь, физики), ориентированных на применение знаний и освоение способов действий, присущих естественным наукам: исследовательских действий и научной аргументации, и подготовку учителя к их реализации.

Проблема организации учебно-исследовательской деятельности учащихся, формирования исследовательских умений была объектом внимания ряда исследований. Психологические основания развития исследовательской деятельности учащихся разработаны в трудах А. В. Леонтовича, А. С. Обухова, А. Н. Поддьякова, А. И. Савенкова и др. В работах рассмотрена психология исследовательского поведения, модели развития исследовательских способностей, подходы к их диагностике, механизмы развития и саморазвития

² Ковалева, Г. С. Успешная школа и эффективная система образования: какие факторы помогают приблизиться к идеалу? (По данным исследования PISA-2015) / Г. С. Ковалева, О. Б. Логинова // Педагогические измерения. – 2017. – №2. – С. 56-62.

исследовательской инициативности и исследовательской позиции, психологические условия комплексного социокультурного проектирования исследовательской деятельности учащихся.

В ряде работ обоснованы педагогические условия организации учебно-исследовательской деятельности в школе (Т. В. Августманова, Д. И. Захарова, Е. Ю. Кравцова, М. М. Новожилова, О. Н. Проказова, П. Ю. Степаненко и др.).

В методике обучения физике рассмотрены вопросы развития мышления учащихся, обучения эмпирическим и теоретическим методам получения физических знаний (Г. М. Анохина, Н. Е. Важеевская, Р. В. Гурина, Ч. Кизовски, И. А. Крутова, В. В. Майер, Н. И. Одинцова, Н. С. Пурышева, В. Г. Разумовский, Е. А. Румбешта, Ю. А. Сауров, А. А. Синявина, Г. П. Стефанова и др.). Изучены различные аспекты формирования исследовательских умений при обучении физике в школе (Р. А. Абдулов, В. И. Андреев, А. Е. Бойкова, Е. С. Дементьева, В. А. Львовский, Е. С. Кодикова, В. А. Котляров, Е. С. Кошечева, Е. В. Плащевая, А. И. Слепцов, М. И. Старовиков, А. В. Усова и др.).

Проблема подготовки педагогических кадров к организации исследовательской деятельности, развитию исследовательских умений учащихся поднимается в работах В. А. Белянина, А. С. Бычковой, В. И. Вагановой, И. В. Васильевой, Л. В. Дубицкой, В. С. Лазарева, Л. А. Прояненко, П. В. Середенко, Н. В. Сычковой и др. Исследователи выделяют компетентность педагога в области исследовательской деятельности как отдельную составляющую профессиональной компетентности (В. А. Белянин, В. С. Лазарев, П. В. Середенко, Н. Н. Ставринова). В работах Н. В. Сычковой, И. И. Хинича рассмотрена подготовка учителя к собственной исследовательской деятельности.

Различные аспекты педагогического проектирования как профессиональной деятельности учителя рассмотрены в работах А. М. Горнова, И. В. Гребенева, П. Карпиньчика, В. В. Краевского, И. А. Колесниковой, Г. Е. Муравьевой, Г. А. Монаховой, А. М. Новикова др. Теоретические основы

подготовки учителя физики к педагогическому проектированию образовательного процесса разработаны в трудах Г. И. Китайгородской, А. А. Шаповалова.

Анализ практики зарубежного образования показывает, что наиболее высокий уровень по результатам международных мониторинговых исследований PISA проявляют школьники тех стран, где естественнонаучное образование базируется на Inquiry-Based Learning – исследовательском обучении. Inquiry-based science является активно развивающимся с 90-х годов прошлого столетия разделом педагогической науки, который в настоящее время имеет серьезное методическое обоснование (Н. Banchi, J. A. Cockman, P. K. Evans, C. J. Wenning и др.). В зарубежных исследованиях разрабатываются вопросы подготовки учителя физики к реализации исследовательского обучения (B. Avalos, M. Cochran-Smith, L. Darling-Hammond, P. A. Kirschner, M. Voet, C. J. Wenning и др.). Однако специфика российской образовательной среды, научно-педагогической школы и методических традиций требует пересмотра основных положений Inquiry-Based Learning и подготовки учителя к его реализации с учетом условий современной российской школы.

ФГОС основного и среднего общего образования требуют такой организации образовательного процесса, чтобы каждый обучающийся имел возможность овладеть исследовательскими умениями и получить опыт учебно-исследовательской деятельности. Однако практика обучения физике, анализ методической литературы показывает, что реализация обучения физике в школе еще весьма далека от требований стандартов. Причину этого мы видим в том, что отсутствует методическая система подготовки учителя физики, обеспечивающая его готовность к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся в образовательном процессе и эффективность этой деятельности. Методическая система должна учитывать специфику подготовки будущих учителей физики в вузе и учителей физики в постдипломном образовании.

Таким образом, можно утверждать, что существуют **противоречия**:

- между востребованностью обществом выпускников школ с высоким уровнем исследовательских умений и существующим недостаточным уровнем сформированности этих умений у большинства выпускников;
- между необходимостью осуществления учителем физики процессов проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся и существующим в педагогической практике уровнем решения этой профессиональной задачи;
- между требованиями нормативных документов к подготовке учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся и степенью разработанности теоретических моделей, обеспечивающих выполнение этих требований.

Существование указанных противоречий обуславливает **актуальность** нашего исследования и позволяет сформулировать его **проблему**: какой должна быть методическая система подготовки учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся, позволяющая обеспечить готовность учителя физики к осуществлению этих процессов и повысить эффективность организуемой учебно-исследовательской деятельности учащихся.

Эффективность обучения определяют по качеству достигаемого результата за контрольный промежуток времени при рациональном использовании среды, в которой происходит процесс обучения. Применительно к нашему исследованию качество результата определяется уровнем сформированности исследовательских умений учащихся.

Объект исследования: процесс методической подготовки учителя физики.

Предмет исследования: методическая система подготовки учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся.

Цель исследования: теоретическое обоснование, разработка и внедрение методической системы подготовки учителя физики к проектированию и

организации учебно-исследовательской деятельности учащихся, обеспечивающей готовность учителя физики к осуществлению этих процессов и эффективность организуемой учебно-исследовательской деятельности учащихся.

Гипотеза исследования представляет собой предположение о том, что подготовка учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся обеспечит его готовность к осуществлению этих процессов и повышение эффективности организуемой учебно-исследовательской деятельности учащихся, **если:**

- положенная в её основу модель процессов проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике в школе будет учитывать специфику содержания физики как учебной дисциплины, а также нормы и методы исследовательской деятельности, характерные для физики как науки,

- подготовка учителя физики будет включать совокупность последовательных этапов: теоретическое моделирование деятельности учителя по проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике → проектирование на основе ситуаций, моделирующих профессиональную деятельность учителя → проектирование реального учебного процесса с учетом конкретной дидактической ситуации → реализация созданного проекта в практической деятельности → рефлексия, поскольку в условиях вариативного учебного процесса учитель физики проектирует учебно-исследовательскую деятельность учащихся и реализует разработанный проект с учетом теоретических основ и конкретной дидактической ситуации.

Задачи исследования:

1. Выявить состояние проблемы проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике в школе и подготовки учителя физики к осуществлению этих процессов.

2. Разработать концепцию методической системы подготовки учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся и на ее основе построить модель методической системы такой подготовки.

3. Разработать модель процессов проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике в школе, обеспечивающую эффективное формирование исследовательских умений учащихся.

4. На основании модели процессов проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся описать алгоритм проектирования учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике в школе как основу проектировочной деятельности учителя.

5. На основе модели разработать методическую систему подготовки учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся.

6. Определить понятие готовности учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся, его структуру, критерии готовности и показатели их проявления на уровневой основе.

7. Провести опытно-экспериментальную проверку выдвинутой гипотезы и результативности разработанной методической системы.

Методологические основы исследования:

– культурно-исторический системно-деятельностный подход в обучении (С. Л. Рубинштейн, А. Н. Леонтьев, Л. С. Выготский, В. В. Давыдов, П. Я. Гальперин, Д. Б. Эльконин и др.);

– концепция и модели личностно-ориентированного образования (Н. А. Алексеев, Е. В. Бондаревская, А. А. Плигин, В. В. Сериков, И. С. Якиманская и др.);

– методологические основания научного исследования (П. В. Копнин, В. В. Краевский, И. В. Кузнецов, А. М. Новиков, В. А. Штофф и др.).

Теоретические основы исследования:

- психологические аспекты исследовательского подхода к обучению (А. В. Леонтович, А. С. Обухов, А. Н. Поддьяков, А. И. Савенков и др.);
- разработанный в дидактике категориальный аппарат принципов обучения, содержания, целей, методов, форм и средств обучения (С. Е. Каменецкий, И. Я. Лернер, М. Н. Махмутов, Н. С. Пурышева, В. Г. Разумовский, Н. М. Шахмаев, И. М. Чередов и др.);
- разработанные в теории и методике обучения физике подходы к развитию мышления учащихся, обучения эмпирическим и теоретическим методам получения физических знаний (Г. М. Анохина, Н. Е. Важеевская, И. А. Крутова, В. В. Майер, Н. И. Одинцова, В. Г. Разумовский, Е. А. Румбешта, Ю. А. Сауров, М. И. Старовиков и др.);
- теоретические основы подготовки учителя к педагогическому проектированию образовательного процесса (И. В. Гребенев, П. Карпиньчик, Г. И. Китайгородская, И. А. Колесникова, Г. А. Монахова, Г. Е. Муравьева, А. М. Новиков и др.);
- теоретические основы подготовки учителя к организации учебно-исследовательской деятельности и развитию исследовательских умений учащихся (В. А. Белянин, В. И. Ваганова, В. С. Лазарев, Л. А. Прояненкова, П. В. Середенко, Н. В. Сычкова и др.).

В ходе исследования использованы следующие **методы**.

Теоретические:

- анализ нормативных документов в сфере школьного образования, научно-методической литературы по проблеме исследования;
- моделирование процессов проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике в школе и методической системы подготовки учителя физики к осуществлению этих процессов.

Экспериментальные:

- проведение констатирующего, поискового и формирующего педагогического эксперимента, в процессе которых применялись анкетирование и интервьюирование учителей физики, выполнение учителями заданий, моделирующих профессиональную деятельность, наблюдение за деятельностью учителя и учащихся на уроках физики и внеурочных занятиях, личное преподавание, проведение контрольных работ, экспертная оценка;
- математические методы обработки результатов эксперимента.

Исследование проводилось в несколько этапов, в период 2005–2019 гг.

На первом этапе исследования, 2005–2008 гг., проведен анализ нормативных документов в сфере школьного образования, научно-методической и психолого-педагогической литературы по проблеме проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся и подготовки учителя к осуществлению этих процессов; изучен отечественный и зарубежный опыт организации учебно-исследовательской деятельности учащихся в школе и подготовки учителя к решению этой профессиональной задачи; определена проблема исследования, его цели и задачи.

На втором этапе исследования, 2009–2014 гг., разработаны модель процессов проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике в школе; сформулирована гипотеза исследования; разработана концепция и на ее основе построена модель методической системы подготовки учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся; созданы методические материалы для учителя по реализации разработанной модели; разработаны учебные пособия по отдельным разделам физики, физическому практикуму для учащихся; определено содержание подготовки учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике на уроке и во внеурочных формах организации обучения.

На третьем этапе исследования, 2015–2019 гг., проведена апробация результатов исследования, обработка результатов формирующего педагогического эксперимента, проводилось оформление результатов исследования в виде монографии и диссертации, определялись перспективы и направления дальнейшего развития исследования.

Научная новизна исследования состоит в следующем.

1. Разработана концепция методической системы подготовки учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся, включающая основание, теоретический блок и блок практических приложений. Основные положения концепции формулируются следующим образом.

– Готовность учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся представляет собой интегративное состояние личности, проявляющееся в стремлении и способности осуществлять процессы проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся и обеспечивающее эффективность этой деятельности. В структуре готовности учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся мы выделяем три взаимосвязанных компонента: мотивационный, проектировочный и деятельностный компоненты.

– Процесс подготовки учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся реализуется через последовательность выделенных нами этапов: теоретическое моделирование деятельности учителя по проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике → проектирование на основе ситуаций, моделирующих профессиональную деятельность учителя → проектирование реального учебного процесса с учетом конкретной дидактической ситуации → реализация созданного проекта в практической деятельности → рефлексия.

– Проектирование учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике осуществляется учителем с учетом конкретной дидактической ситуации на основе разработанного алгоритма. Алгоритм проектирования учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике определяет закономерную связь отобранного содержания, методов обучения и форм его организации с уровнем проектируемой учебно-исследовательской деятельности учащихся и формируемыми исследовательскими умениями.

2. **Предложены** модель методической системы подготовки учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся и модель процессов проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике в школе. Вторая модель входит в теоретический блок первой модели, поскольку на ее основе происходит подготовка учителя физики.

3. **Описан** алгоритм проектирования учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике в школе, отражающий закономерную связь отобранного содержания, методов обучения физике и форм его организации с уровнем проектируемой учебно-исследовательской деятельности учащихся и формируемыми исследовательскими умениями.

4. **Выделены** основные исследовательские умения, соответствующие каждому этапу учебно-исследовательской деятельности, формируемые на каждом этапе обучения физике в школе, и требуемые уровни их сформированности (начальный, основной, высокий) на основании степени самостоятельности учащихся при выполнении учебно-исследовательской деятельности.

5. **Определено** понятие «готовность учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся», разработана его структура, предложены критерии готовности и показатели их проявления на уровневой основе.

6. **Разработана** методическая система подготовки учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся, включающая две линии реализации: в подготовке будущих учителей физики на этапе получения высшего образования и учителей физики в постдипломный период. Выделены специфические для каждой линии реализации формы и методы обучения.

Теоретическая значимость исследования состоит в том, что его результаты вносят вклад в развитие теории и методики обучения физике, в частности, теоретических основ методической подготовки учителя физики за счёт:

- выделения системы дидактических принципов и закономерностей, обеспечивающих эффективность учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике с учетом специфики физики как учебного предмета, и специфики норм и методов исследовательской деятельности, характерных для физики как науки;

- разработки теоретических основ проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике в школе в виде модели и алгоритма деятельности учителя, отражающих закономерную связь содержания, методов обучения физике, форм его организации со степенью самостоятельности учащихся в организуемой учебно-исследовательской деятельности;

- введения понятия «готовность учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся», разработки его структуры, предложены критерии готовности и показателей их проявления на уровневой основе, что расширяет критериальную базу оценки качества методической подготовки учителя физики;

- разработки модели подготовки учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся, основанная на последовательном переходе «теоретическое моделирование – нормативное моделирование – проектирование – реализация в практической деятельности»,

которая может быть положена в основу подготовки учителя физики к решению других профессиональных задач.

Практическая значимость исследования заключается в том, что разработаны и апробированы:

- учебно-методические пособия «Организация исследовательской деятельности учащихся при изучении предметов естественнонаучного цикла», «Школьный физический эксперимент в исследовательском и проектном обучении», «Практикум по физике для профильной школы», «Проектирование и организация учебно-исследовательской деятельности при обучении физике», которые дают возможность учителю физики проектировать и организовывать учебно-исследовательскую деятельность учащихся в единстве урочной и внеурочной форм обучения;

- программа повышения квалификации «Организация исследовательской деятельности учащихся при изучении физики в школе в условиях введения ФГОС», которая может быть использована в системе повышения квалификации учителей физики для формирования готовности учителя проектировать и организовывать учебно-исследовательскую деятельность учащихся;

- рабочая программа курса «Организация учебно-исследовательской деятельности учащихся» и фонд оценочных средств, разработанный как приложение к ней, позволяющих организовать подготовку будущих учителей физики при обучении в вузе к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся;

- учебные пособия для учащихся по отдельным разделам физики «Механика материальной точки», «Молекулярная физика», «Электричество и магнетизм», которые могут быть использованы учителями физики для дополнительной подготовки учащихся к проведению учебных исследований.

На защиту выносятся следующие положения.

1. Готовность учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся представляет собой интегративное состояние личности, проявляющееся в стремлении и способности осуществлять процессы проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся и обеспечивающее эффективность этой деятельности. Структура готовности учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся включает три взаимосвязанных компонента: мотивационный (стремление осуществлять процессы проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике); проектировочный (способность проектировать учебно-исследовательскую деятельность учащихся при обучении физике); организационный (способность организовывать учебно-исследовательскую деятельность учащихся при обучении физике).

2. В процессе подготовки учителя к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся должна быть реализована последовательность этапов: теоретическое моделирование деятельности учителя по проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике; проектирование на основе ситуаций, моделирующих профессиональную деятельность учителя; проектирование реального учебного процесса с учетом конкретной дидактической ситуации; реализация созданного проекта в практической деятельности; рефлексия. Указанная последовательность этапов подготовки обеспечивает развитие способности учителя физики проектировать учебно-исследовательскую деятельность на теоретической основе с учетом конкретной дидактической ситуации в условиях вариативности учебного процесса и реализовывать разработанный проект.

3. Модель методической системы подготовки учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся представляет собой структуру взаимосвязанных элементов: цель,

содержание, методы, формы обучения, методы и средства диагностики. Содержание подготовки определяется задачами организации исследовательской деятельности учащихся, предусматривает усвоение алгоритма проектирования исследовательской деятельности, использование специфических для обучения физике видов учебной деятельности: исследования на основе учебного эксперимента, применение цифровых технологий в учебно-исследовательской деятельности учащихся.

4. Учебно-исследовательская деятельность учащихся, организуемая при обучении физике в школе, будет эффективной, если она проектируется учителем физики на основе модели и алгоритма с учетом конкретной дидактической ситуации. Модель процессов проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся построена на основе выделенной в ходе исследования системы дидактических принципов и закономерностей, обеспечивающих эффективность этой деятельности, учитывает специфику физики как учебного предмета, и специфику норм и методов исследовательской деятельности, характерных для физики как науки.

5. Алгоритм проектирования учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике в школе отражает закономерную связь отобранного содержания, методов обучения и форм его организации с уровнем проектируемой учебно-исследовательской деятельности учащихся и формируемыми исследовательскими умениями. Каждому этапу обучения физике в школе соответствует определенный уровень сформированности исследовательских умений учащихся (начальный, основной, высокий), отражающий степень их самостоятельности при выполнении учебно-исследовательской деятельности.

Апробация и внедрение результатов исследования.

Результаты исследования отражены в публикациях и выступлениях на конференциях различного уровня:

– международных – г. Москва, МПГУ, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012 гг. («Физическое образование: проблемы и перспективы»); г. Москва, МПГУ,

2017, 2018, 2019 («Физико-математическое и технологическое образование: проблемы и перспективы развития»); г. Санкт-Петербург, 2009, 2013, 2014 гг. («Герценовские чтения»); г. Санкт-Петербург, 2009, 2015 г. («Физика в системе современного образования»); г. Лондон, 2015 («2nd International Conference on Creative Education»); г. Минск, 2010 г. («Введение федеральных стандартов второго поколения: реалии и перспективы»);

– всероссийских – г. Киров, 2010, 2013, 2016 гг. («Модели и моделирование в методике обучения физике»); г. Глазов, 2012, 2014, 2015, 2018, 2019 гг. («Учебный физический эксперимент: Актуальные проблемы. Современные решения»); г. Н. Новгород, 2011 г. (Роль инновационных университетов в реализации Национальной образовательной инициативы «Наша новая школа»); г. Нижний Новгород, 2012 г. («Введение федеральных стандартов второго поколения: реалии и перспективы»); г. Н. Новгород, 2013 г. («Новые педагогические технологии: содержание, управление, методика»); г. Н. Новгород, 2017 г. («Преподавание физико-математических и естественных наук в школе. Традиции и инновации»).

Результаты исследования были апробированы на курсах повышения квалификации учителей физики на факультете повышения квалификации и профессиональной переподготовки ННГУ им. Н.И. Лобачевского, Нижегородского института развития образования и ЧУ ДПО «Нижегородский центр непрерывного образования»; в работе педагогической мастерской учителей физики на физическом факультете ННГУ; положены в основу дисциплины «Организация исследовательской деятельности учащихся», реализуемой в учебном процессе магистратуры по направлению подготовки «Физика» по профилю «Методика преподавания физики» на физическом факультете ННГУ им. Н.И. Лобачевского. Разработанная модель процессов проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике в школе была апробирована учителями физики, прошедшими подготовку, в учебном процессе гимназий №1, 2, 13, 50, лицеев №40, 180, школ №9, 21, 33, 43, 66, 113, 119, 128, 178 г. Н. Новгород, №4 г.

Чкаловск, №1 г. Богородск Нижегородской области, специализированной физико-математической школы при физическом факультете ННГУ им. Н.И. Лобачевского.

Полученные в работе результаты отражены в материалах выполненных НИР: «Теория организации исследовательского обучения физике в профильной школе» (2012–2013 гг.), «Методическое обеспечение реализации образовательных стандартов нового поколения в школе и вузе» (2012 г.), «Разработка и внедрение теории исследовательского обучения естественнонаучным предметам в школе» (2014-2016 гг.), «Разработка современной модели школьного физического образования» (2017-2019 гг.).

Структура диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы, приложений. Общий объем диссертационной работы составляет 381 страницы. Он включает основной текст объемом 254 страницы, содержащий 23 таблицы и 53 рисунка, список сокращений и условных обозначений, словарь терминов, 9 приложений, список литературы 408 наименований.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

ГЛАВА 1

СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ПОДГОТОВКИ УЧИТЕЛЯ ФИЗИКИ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ И ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНО- ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ

1.1. Проблема проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся

1.1.1 Сущность понятия «учебно-исследовательская деятельность учащихся»

В педагогической литературе по отношению к учебно-исследовательской деятельности учащихся существуют различные подходы, исследователи по-разному определяют само понятие, место этой деятельности в учебном процессе, ее цели. Часто отождествляются понятия: организация учебно-исследовательской деятельности учащихся и применение исследовательских методов в обучении, учебно-исследовательской и проектной деятельности. Считаем необходимым провести анализ существующих подходов к определению понятия учебно-исследовательской деятельности учащихся.

Сначала дадим определение понятия исследования, сложившееся в науке: «Исследование научное – процесс выработки новых знаний, один из видов познавательной деятельности. Исследование характеризуется объективностью, воспроизводимостью, доказательностью и точностью» [348, с. 226].

С точки зрения деятельностного подхода важно определить исследование как особый вид деятельности. В словаре, составленном Е. А. Шашенковой, дается следующее определение: «Исследовательская деятельность – это специфическая человеческая деятельность, которая регулируется сознанием и активностью личности, направлена на удовлетворение познавательных

интеллектуальных потребностей, продуктом которой является новое знание, полученное в соответствии с поставленной целью и в соответствии с объективными законами и наличными обстоятельствами, определяющими реальность и достижимость цели» [98, с. 24].

А. И. Савенков, разрабатывая психологические основы исследовательского обучения, отмечает, что исследовательская деятельность осуществляется на базе исследовательского поведения в результате функционирования поисковой активности [301]. Исследовательское поведение – «поведение, направленное на поиск и приобретение новой информации; одна из фундаментальных форм взаимодействия живых существ с реальным миром, направленная на его познание; сущностная характеристика деятельности человека» [261]. Поисковая активность – это тип реагирования, «необходимый в ситуациях неопределенности, в условиях полного отсутствия или частичной невозможности построения прогноза развития ситуации» [301, с. 29].

Исследование научное и учебное имеют как общие черты, так и различия. Большое внимание сравнению научного и учебного исследования уделил С. Т. Шацкий [363; 364]. Общее, по мнению С. Т. Шацкого, состоит в том, что научное и учебное исследование проходят через одни и те же этапы. В работах С. Т. Шацкого выделено три вида учебных исследований в естественных науках в зависимости от целей: раскрыть существенные признаки предмета или явления (констатирующие исследования); выявить причинно-следственные связи (умозаключающие исследования); понять закономерности процессов и явлений (обобщающие исследования).

М. М. Рубинштейн выделяет элементы, присущие любому исследованию: «проблема, метод и система в разрешении ее и стремление к объективному итогу» [298, с. 11] и указывает на особенность ученического исследования, имеющего субъективную новизну (проверочное исследование): учащиеся «научаются вопрошать окружающую жизнь и наблюдать ее» [298, с. 13].

В работах М. В. Кларина указано, что учебное исследование является моделью процесса научного исследования, в ходе которого учащийся способен

овладеть подходом к решению проблем. В идеале такое обучение предполагает самостоятельность обучающегося на всех этапах: от постановки разрешаемой проблемы до формулировки выводов [109].

Научное и учебное исследования реализуются одними и теми же методами – теоретическими (идеализация, моделирование, мысленный эксперимент, аналогия) и эмпирическими (наблюдение, эксперимент) [130; 135; 241; 368]. К теоретическим методам некоторые исследователи относят и общелогические методы (анализ и синтез, индукция и дедукция, абстрагирование и обобщение, конкретизация и обобщение) [241].

Существуют и другие классификации методов исследования, например, Б. М. Кедров выделяет следующие методы познания:

- общие (философские);
- особенные (соотносимые с одной из форм движения материи и применяемые во многих науках);
- частные (применяемые в отдельной области наук) [110].

В процессе научного познания, по мнению Б. М. Кларины, отдельные методы могут переходить в более высокую категорию: частные могут стать особенными, т.е. применяться в смежных науках, особенные могут стать общими.

П. В. Копнин разделил все методы на философские и специальные, пожив в основу деления теоретические системы, в которых эти методы возникли [122].

Важно отметить, что при проведении учебного исследования используются методы, аналогичные тем, которые используются в соответствующей области науки, процесс исследования научного и учебного включает ту же последовательность этапов: «...умственная деятельность везде является той же самой, на переднем ли фронте науки или в третьем классе школы. Школьник, изучающий физику, является физиком, и для него легче изучать науку, действуя подобно ученому-физику» [31].

Отметив общие черты научного и учебного исследования, подчеркнем различия. Сравним цели научного и учебного исследований. В словаре

Е. А. Шашенковой цель исследования определяется как «выявление причинно-следственных связей» [98, с. 57]. В научном исследовании необходимо получить результаты, обладающие объективной научной новизной. В учебном исследовании учащийся получает новые для себя знания, т.е. результат обладает субъективной новизной. Учебное исследование проводится ради «приобретения 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, являющихся новыми и личностно значимыми для конкретного учащегося)» [199, с. 14].

Учебное исследование – «вид интеллектуально-эвристической деятельности учащихся, который предполагает творческую самостоятельность в поисках субъективной новизны теоретических и экспериментальных знаний» [326, с. 50].

А. С. Обухов в основе понятия исследовательской деятельности учащихся видит взаимодействие учителя и ученика в ней, приводящее к трансляции норм исследования как культурной ценности: «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» [247, с. 21].

Исследователи выделяют еще одно отличие учебного и научного исследования: научное имеет смысл, только если выполнено в полном объеме, от начала до конца, а в учебном исследовании может быть поставлен акцент на отдельных его этапах, не реализуя полный цикл [9; 143]. В. С. Лазарев предлагает термин «квазиисследовательская деятельность» [143], т.е. через формирование отдельных действий, в итоге учащиеся осваивают весь цикл

исследования: «в процессе поиска ответа на неожиданно заинтересовавший вопрос осваивать те или иные способы исследования» [247, с. 22].

В настоящее время существуют различные точки зрения на определение понятия «учебно-исследовательская деятельность», в частности, в работе [46] М. С. Галишева и П. В. Зувев провели анализ 32 определений этого понятия, предложенных девятнадцатью авторами. Построив структурную модель учебно-исследовательской деятельности, авторы дали свое определение: «активный сознательный и творческий процесс получения учащимся нового для него знания об окружающем мире путем применения научного метода под руководством педагога, в результате которого происходит формирование личностных структур, в том числе, научного мышления, научного мировоззрения и опыта исследовательской деятельности» [46, с. 16].

М. И. Старовиков, исходя из того, что учебная и учебно-исследовательская деятельности связаны отношением «род – вид» дает следующее определение: «Учебно-исследовательской деятельностью школьника назовем его учебную деятельность, нацеленную на овладение субъективно новым знанием наиболее характерными и продуктивными для данной предметной области методами его получения, осуществляемую в соответствии с логико-методологическими нормами научного познания» [319, с. 44-45]. Данное определение положено в основу нашего исследования, поскольку, рассматривая учебно-исследовательскую деятельность как вид учебной деятельности, дает возможность применить к проектированию этой деятельности в учебном процессе системно-деятельностный подход, определить процессуальную сторону ее проектирования и организации с учетом специфики предмета. Для понимания сущности учебно-исследовательской деятельности как вида деятельности учебной, рассмотрим основные положения системно-деятельностного подхода.

ФГОС всех уровней образования в школе основаны на положениях системно-деятельностного подхода [197], согласно которым процесс учения осуществляется через учебную деятельность обучающихся, одним из видов

которой является учебно-исследовательская деятельность. Основные положения культурно-исторической теории были разработаны в трудах Л. С. Выготского в 20-30 е годы XX века. Согласно оригинальной гипотезе Л. С. Выготского источником развития ребенка является обучение как общение и сотрудничество с взрослыми и сверстниками. Для развития необходима правильная организация коммуникации и создание зон ближайшего развития, затем перевод психической функции в план самостоятельного осуществления: «Всякая высшая психическая функция в развитии ребенка появляется на сцене дважды – сперва как деятельность коллективная, социальная, второй раз как деятельность индивидуальная, как внутренний способ мышления ребенка» [44, с. 387]. Смысл понятия «зона ближайшего развития», введенного в психологию Л. С. Выготским, состоит в том, что в коллективной деятельности ребенок осваивает то, что не входило до сих пор в пределы его собственных возможностей, и затем он выполнит это самостоятельно. Зона ближайшего развития помогает определить «завтрашний день ребенка, динамическое состояние его развития, учитывающее не только уже достигнутое, но и находящееся в процессе созревания» [44, с. 385].

Согласно теории Л. С. Выготского, развитие человека в процессах обучения и воспитания происходит только в деятельности. Теория деятельности получила развитие в трудах С. Л. Рубинштейна и А. Н. Леонтьева, положив начало «деятельностному подходу» в психологии. С точки зрения деятельностного подхода, процесс развития психики – это развитие предметного содержания деятельности [198]. Разработана структура деятельности, включающая операциональный (деятельность – действия – операции – психофизиологические функции) и мотивационный блоки (мотив – цель – условия). Блоки содержат многоуровневые связи: деятельность побуждается и направляется мотивом; для осуществления действия нужна цель; для выполнения операции необходим способ ее осуществления.

Дальнейшее развитие деятельностного подхода в образовании происходит в трудах П. Я. Гальперина, В. В. Давыдова, Д. В. Эльконина.

В частности, формулируется понятие «учебная деятельность», для чего были определены ее компоненты, содержание ее конечного продукта. Авторы подчеркивают, что далеко не всегда в учебном процессе можно говорить об учебной деятельности школьников: «В тех условиях, когда дети должны усваивать некоторые уже сформулированные для них знания, предлагаемые им в готовом виде, учебная деятельность детей осуществляться не может, хотя они выполняют некоторую «учебную работу»» [67, с. 17].

Носителями учебной деятельности являются ее субъекты – учащиеся, школьник как субъект осуществляет учебную деятельность сначала вместе с другими учениками и с помощью учителя, затем самостоятельно. «На первых этапах формирования учебной деятельности она выполняется коллективным субъектом. Но постепенно эту деятельность начинает осуществлять каждый ребенок, становящийся индивидуальным ее субъектом» [68, с. 37].

В. В. Давыдовым разработана деятельностная теория человеческого мышления, в которой выделено два типа мышления – эмпирическое и теоретическое (системное), различающиеся по характеру решаемых задач и по типу соответствующей им деятельности. Теоретическое мышление значительно превосходит эмпирическое по возможностям изучения действительности. Развитие теоретического мышления возможно у детей с самых ранних этапов развития при взаимодействии детей и взрослых по построению теоретических понятий. В. В. Давыдов предлагал разработать новые способы построения учебных предметов, которые способствовали бы развитию теоретического мышления [69].

В теории выделены следующие элементы в отношении учебной деятельности: потребность; учебная задача; мотивы; учебные действия и операции. Для усвоения знаний учащийся должен иметь потребность (желание), которое можно удовлетворить в решении учебных задач. Учебная задача дает возможность освоить не частный способ ее решения, но открыть общий способ решения целого класса однородных частных задач.

Согласно теории В. В. Давыдова, формирование умственных действий происходит в процессе присвоения человеком соответствующего понятия. Исходным пунктом генезиса умственного действия является выявление противоречия в способе выполнения предметного действия. Соответственно обязательным условием является рефлексия способа действия. Действие может быть сформировано только путем активности субъекта [70].

Учебные действия можно совершить, реализуя различные учебные операции. Овладение способом выполнения учебного действия предполагает на первом этапе его выполнение развернутых операций, входящих в его состав, материально – материализовано – свернуто.

Система развивающего обучения В. В. Давыдова, Д. Б. Эльконина, стержневой идеей которой является приобщение ребенка к теоретическим формам мышления, наиболее полно реализована в начальной школе. Существуют попытки перенести эту систему на уровень основного и среднего образования. В частности, в рамках проекта «Подростковая школа в системе Д. Б. Эльконина – В. В. Давыдова» происходит разработка деятельностного курса физики [114; 208; 209]. Организацию учебного исследования на основе деятельностного подхода разрабатывает Д. А. Ивашкина [95].

Е. А. Румбешта на основе деятельностного подхода предложила экспериментально-деятельностную модель обучения физике в основной школе [300]. По мнению автора, «деятельностная направленность в обучении физике в основной школе может осуществляться на основе системы физического эксперимента, включающего демонстрации учителя, связанные с ним домашние и классные опыты учащихся, а также экспериментальные задания для учащихся по элективным курсам» [300, с. 13]. Автор выделяет умения, формируемые в результате применения экспериментально-деятельностной модели при обучении физике в основной школе: экспериментальные, деятельностные, проблемные и информационные. К деятельностным умения Е. А. Румбешта относит такие умения, как «совместно выполнять задание; распределять обязанности в группе; оценить вклад каждого в совместную

работу; слушать других и договариваться; представлять результаты; выявлять затруднения при организации работы в группе» [300, с. 17]. Под деятельностными умениями, как правило, понимают умения выполнять ту или иную деятельность, в данном случае – экспериментальную.

Культурно-исторический системно-деятельностный подход и учение о структуре и динамике психологического возраста (Л. С. Выготский), определяющее возрастные психологические особенности развития личности и познания (Д. Б. Эльконин), положены в основу создания стандартов основного и среднего общего образования [16]. Принципиальным отличием новых стандартов, как отмечают его авторы, является их ориентация на результат образования «как развитие личности учащегося на основе изучения универсальных способов познания и освоения мира» [15].

А. В. Хуторской отмечает, что любая образовательная система или технология предполагает системно-деятельностный подход, поскольку «в любом типе обучения выделяются определённые деятельности, и эти деятельности, как правило, задаются, организуются и реализуются с помощью той или иной системы». Новые стандарты обучения подвержены критике А. В. Хуторским в части излишнего «психологизма» и вытеснения педагогических, дидактических и методических оснований. Автор отмечает, что это затруднит реализацию стандартов учителями. Для внедрения стандартов в практику образования научной школой А. В. Хуторского предложено выделить определенные системы деятельностей, соответствующих определённым формам обучения и занятий; для каждого вида деятельности выделить систему действий; установить структуру действий в форме операций; разработать методику реализации универсальных учебных деятельностей, включающую систему контроля и оценки уровня их сформированности [353; 354].

Мы согласны с предложенной последовательностью методической деятельности по сопровождению стандартов и постарались воплотить ее в отношении учебно-исследовательской деятельности.

Еще одной важной идеей является необходимость разделения деятельности субъектов образовательного процесса (методист, учитель, ученик), высказанная Ю. А. Сауровым [304; 305]. «Любая деятельность включает усвоение (воспроизводство) норм и их реализацию на практике (построение реальности)» [305, с. 96]. На уровне методистов реализация норм – разработка методических проектов и образцов деятельности; для учителей методические проекты являются нормой деятельности, которую они реализуют при проектировании учебного процесса и реализации его на практике; на уровне школьников происходит освоение норм деятельности и реализация их в учении. Мы опираемся на эту схему, выстраивая концепцию организации учебно-исследовательской деятельности. В ходе нашего исследования разрабатывается модель процессов проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся. Разработанная модель воспринимается учителем как норма собственной деятельности, на основе которой проектируется учебный процесс и учебно-исследовательская деятельность учащихся в нем. При реализации разработанных проектов на практике учитель транслирует, а учащиеся осваивают нормы исследовательской деятельности.

Психологический словарь дает следующее определение понятия умение: «освоенный субъектом способ выполнения действия, обеспечиваемый совокупностью приобретенных знаний и навыков» [279, с. 414]. А. В. Усова определила умение как «готовность личности к определенным действиям или операциям в соответствии с поставленной целью, на основе имеющихся знаний и навыков» [334, с.4].

В словаре Е. А. Шашенковой исследовательские умения – «сознательное владение совокупностью операций, являющихся способами осуществления умственных и практических действий (в том числе творческих исследовательских действий), составляющих исследовательскую деятельность, успешность формирования и выполнения которых зависит от ранее приобретенных умений» [98, с. 25].

Единой точки зрения на классификацию исследовательских умений не существует. В некоторых исследованиях исследовательские умения описывают как отдельные этапы исследовательской деятельности: сбор информации, постановка задачи, выдвижение гипотезы и т.д. Е. С. Кодикова вводит термин «исследовательские экспериментальные умения и определяет их так: «способность ученика выполнять самостоятельно в ходе экспериментальной деятельности умственные и практические действия, соответствующие научно-исследовательской деятельности и подчиняющиеся логике научного исследования» [116, с. 40]. Е. С. Дементьева разделяет исследовательские экспериментальные умения на два вида: интеллектуальные и практические [74]. Интеллектуальные исследовательские экспериментальные умения представляют собой знание норм исследовательской деятельности, например, выдвигать гипотезу исследования, определять его цель, составлять план [74, с. 74]. Практические исследовательские экспериментальные умения позволяют обучающимся проводить эксперимент: собирать установку, проводить измерения и т.п.

Исследовательские умения могут проявляться на разном уровне. Предлагают следующие основания для выделения уровней сформированности исследовательских умений: степень самостоятельности учащихся при проведении исследования, сложность и новизна исследовательской задачи [74; 116; 376]. Количество уровней сформированности умений в исследованиях различно, например, А.В. Усова выделяла четыре уровня: репродуктивный, адаптационный, высокий, высший [334]. В рамках нашего исследования, взяв за основу выделения уровней степень самостоятельности учащихся в исследовании, целесообразно принять уровни сформированности исследовательских умений, предложенные в исследовании Е. С. Дементьевой: 1-й уровень – «начальный (репродуктивный), предполагает прямое запоминание отдельных знаний; требуемых программой. На этом уровне формирования исследовательских экспериментальных умений используются задания, требующие репродуктивной деятельности. Их выполнение опирается в

основном на память» [74, с. 77]; на втором уровне происходит частично-поисковая деятельность, т.е. выполнение основных шагов учащимися при поддержке учителя не только на основе памяти, но и на основе осмысления; на третьем уровне учащиеся самостоятельно выполняют действия, это, собственно, и есть учебное исследование [74, с. 78].

Уровневые модели исследовательского обучения существуют и за рубежом. В частности, предложены три уровня на основании самостоятельности учащихся на отдельных этапах исследования: 1) учащиеся самостоятельно только реализуют предложенный план; 2) учащиеся ищут способ решения (возможно в группах) и воплощают его на практике; 3) все этапы исследования выполняются учениками самостоятельно [400].

Некоторые исследователи говорят о формировании не только исследовательских умений, но и навыков. Соотношение умений и навыков в психологии и педагогике рассматривается по-разному. В психологии придерживаются точки зрения, что умения опираются на ранее сформированные навыки выполнения отдельных операций. Существует и другая точка зрения, которой мы придерживаемся в нашем исследовании, что на определенной стадии формирования умение может превратиться в навык: «Навык – действие, сформированное путем повторения, характеризующееся высокой степенью усвоения и отсутствием поэлементной сознательной регуляции и контроля» [279, с. 227].

Достаточно часто в педагогических работах, посвященных организации учебно-исследовательской деятельности встречаются термины – исследовательская культура учащихся, учебно-исследовательская культура, в частности – в нормативных документах [342]. Считаем целесообразным уточнить понимание этих терминов.

Наиболее полно понятие учебно-исследовательской культуры учащихся исследовано в работах Г. В. Макортовой [215; 216]. Приведем определение автора: «Учебно-исследовательская культура учащегося представляет собой интегративное качество личности, характеризующееся единством знаний

целостной картины мира, умениями и навыками научного познания, наличием ценностного отношения к результатам обучения и стремления к творческому саморазвитию» [216, с. 36].

Н. Н. Новожилова предложила следующее определение культуры исследовательской деятельности старшеклассника как «индивидуальный уровень владения системой знаний, умений, процедур творческой деятельности, ценностных ориентации, позволяющих корректно осуществлять учебное исследование» [245, с. 18]. На наш взгляд, это определение можно отнести в целом к учебно-исследовательской деятельности учащихся.

В работе О. В. Алиевой формирование учебно-исследовательской культуры учащихся основной школы рассматривается как средство предпрофильной подготовки [6]. Автор обосновывает педагогические условия формирования учебно-исследовательской культуры учащихся основной школы, в числе которых интеграция урочной и внеурочной форм организации исследовательской деятельности учащихся и «формирование научно-методической готовности педагога к руководству учебно-исследовательской деятельностью обучающихся».

Важно разграничить понятия учебно-исследовательской и проектной деятельности учащихся, имеющих как черты сходства, так и существенные отличия: «проектирование и исследование – изначально разные по направленности, смыслу и содержанию деятельности» [302, с.230]. В проекте (в отличие от исследования) важно получить конечный продукт, который заранее определен на первом этапе выполнения. В исследовании результат заранее неизвестен, самоценно получаемое новое знание об объекте. А. И. Савенков отмечает общие черты проектирования и исследования в обучении «проектирование и исследование тесно связаны с прогнозированием, а потому могут служить эффективным инструментом развития интеллекта и креативности ребенка в обучении» [302, с. 229]. Однако и здесь есть различия, связанные с соотношением трех составляющих (детерминированной, вероятностной и случайной). Проектирование развивается в большей степени в

рамках детерминированной составляющей, в меньшей степени в рамках вероятностной составляющей (дивергентное мышление, выдвижение гипотез). Исследовательская деятельность развивается в рамках вероятностной составляющей и случайной составляющей прогнозирования (интуиция) [302, с. 229-230].

Отличается проектная и учебно-исследовательская деятельность и в этапах, которыми они реализуются. Основные этапы учебно-исследовательской деятельности показаны на рисунке 1а, проектной деятельности – на рисунке 1б.

Согласно принципу цикличности, на последнем этапе исследовательской деятельности могут быть получены результаты, с которых начинается новый цикл исследования [291; 304].



Рис. 1. Основные этапы: а) исследования; б) проекта

Проектная и учебно-исследовательская деятельность в обучении может находиться в различных соотношениях: в процессе учебного исследования может выполняться проект (например, по разработке экспериментальной установки), с другой стороны, исследование может быть частью большого проекта.

1.1.2. Проблема организации учебно-исследовательской деятельности учащихся в психолого-педагогических исследованиях

Идея исследовательского обучения не является чем-то новым в педагогике, начало обучения через собственные открытия новых знаний следует связать с «сократическими беседами». Именно Сократ впервые предложил не давать знания в готовом виде, а добиваться получения новых знаний в процессе познавательной деятельности. В дальнейшем в той или иной мере эвристический метод в образовании применяли Платон и Аристотель. Идеи обучения через исследования продолжают развиваться, начиная с эпохи Возрождения и до настоящего времени.

В отечественной науке впервые разрабатывает обучение в исследованиях Б. Е. Райков, давший определение исследовательскому методу преподавания и выделявший в нем четыре этапа [290]. Нужно отметить работы С. Т. Шацкого [363; 364] и В. А. Шиголева [365], развивавших исследовательский метод в обучении.

Важным этапом в развитии идей исследовательского обучения является разработка направления, получившего название проблемное обучение (60-80 –е годы прошлого века). Ключевое понятие в этом направлении – учебная проблема, т.е. умышленно созданная учителем ситуация, в которой наблюдается противоречие между имеющимися у школьников знаниями и

новыми фактами, которые невозможно объяснить без изучения нового содержания. Проблема должна мотивировать учащихся к поиску новых знаний.

Интересными с точки зрения развития учебно-исследовательской деятельности на естественнонаучном содержании, являются работы Д. Колба, впервые предложившего циклическую модель обучения [392]. Цикл, состоящий из четырех фаз, изображен на рисунке 2.

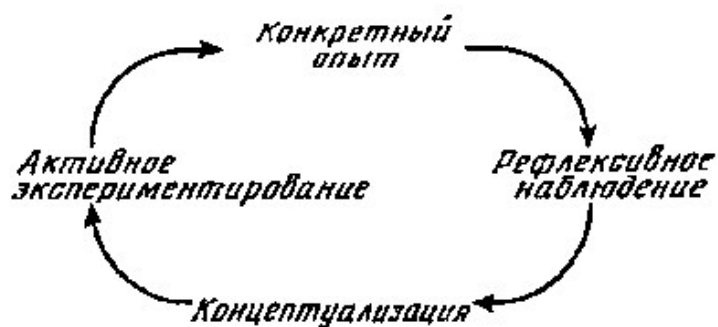


Рис. 2. Цикл обучения, предложенный Д. Колбом

Можно отметить полную аналогию с принципом цикличности В. Г. Разумовского, предложившего на основе цикла научного исследования «факт – обобщение – гипотеза – новые проверяемые факты» развивать творческие качества личности в учении [291; 292]. Роль активного экспериментирования в циклическом процессе познания показана в работах Ю. А. Саурова [304; 305].

Анализ современного состояния исследовательского обучения показывает, что при изучении естественнонаучных дисциплин предлагаются различные модели учебного исследования [109]. Интересным в контексте проблемы нашего исследования является направление Inquiry-based learning (IBL), зародившееся в 1960-е годы, а в настоящее время широко распространённое в зарубежной образовательной практике [399; 397; 404; 405]. На Inquiry-based science основаны стандарты естественнонаучного обучения в США, принятые впервые в 1996 году и обновленные в 2012 году. В стандартах сделан акцент на освоении методов познания: «стандарты стремятся сформировать у учащихся понимание того, как мы узнаем, что мы знаем, и какие доказательства подтверждают то, что мы знаем» [388, с. 13]. Inquiry-based

learning нацелено на овладение методов научного познания в процессе обучения (получения новых знаний в активной познавательной деятельности, организуемой преподавателем) [398; 407]. По результатам международных мониторинговых исследований (PISA и TIMSS) последних лет самые высокие результаты показывают школьники Сингапура, где естественнонаучное образование базируется на IBL. Цикл, лежащий в основе IBL, изображен на рисунке 3.



Рис. 3. Цикл обучения Inquiry-based learning

Это именно цикл, т.к. на этапе обсуждения результатов может оказаться, что задача не решена, тогда после уточнения задачи цикл повторяется. Если же цель достигнута, но появились результаты, требующего нового исследования, то запускается новый цикл. Мы уже встречали цикличность и в зарубежных работах (Д. Колб), и в отечественных педагогических исследованиях (В. Г. Разумовский, Ю. А. Сауров). Кроме того, возможны сценарии, в которых акцентируется внимание только на отдельных этапах [391].

В исследованиях, посвященных IBL, предлагается уровневая модель исследовательского обучения [380]. Обучение реализуется по выбору учителя на одном из четырех уровней (рисунок 4).

Выделенные нами в предлагаемом исследовании уровни (параграф 2.2) и уровни, предложенные Н. Banchi и R. Bell, совпадают в степени самостоятельности учащихся, которая возрастает от первого уровня (минимальная степень самостоятельности, максимальная руководящая роль учителя) к четвертому (максимальная степень самостоятельности, открытое

исследование). Однако есть и отличие: мы считаем, что в условиях урока построение обобщений и формулировка итоговых выводов происходит всегда совместно с учителем, под его руководством.

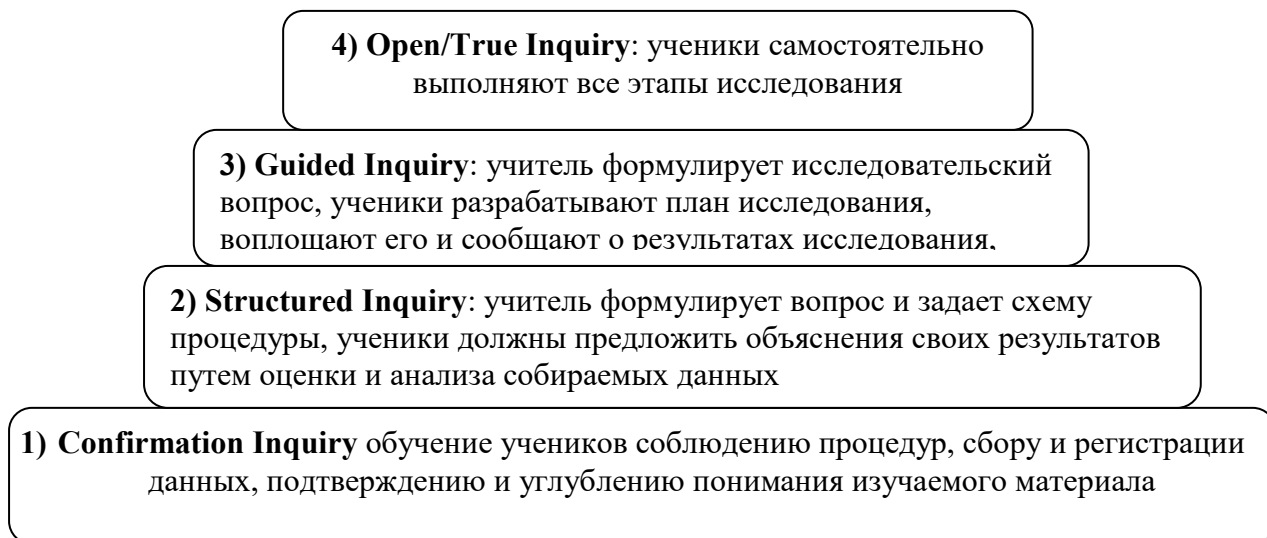


Рис. 4. Уровни обучения Inquiry-based learning

Мы полностью согласны с разработчиками IBL в том, что самый высокий уровень (открытое исследование) может быть эффективным только в случае, «если студенты мотивированы внутренними интересами и, если они обладают навыками, необходимыми для проведения собственного исследования» [380].

Представление уровневой модели при организации учебного исследования осуществляется во многих исследованиях, например, уровни исследовательского обучения соответствуют разным видам работы, включая различные виды исследовательского эксперимента (демонстрационный эксперимент, фронтальные работы) [407]. Предложенная модель полностью соответствует уровням содержания обучения, предложенным в российской дидактике И. Я. Лернером, М. В. Скаткиным, – от практических навыков к теоретическим обобщениям и выводам, следствиям и приложениям [78].

Как конкретизацию предложенной модели, автор приводит пример вариантов изучения закона Ома и его приложений. На первом уровне (обучение открытиям) ученики осваивают навыки сборки электрических цепей, с помощью учителя в процессе последовательных ответов на вопросы учителя

усваивают основные понятия – сила тока, напряжение, электрическое сопротивление. На уровне интерактивных демонстраций обучение также ведется в форме эвристической беседы на основе эксперимента, предложена аналогия с гидродинамикой. На уровне «урок-исследование» в пособии предлагается вывод закона Ома для участка цепи в ходе эвристической беседы на основе демонстрационного эксперимента. На четвертом уровне предлагается исследовательская лабораторная работа в малых группах, цель которой вывести законы параллельного и последовательного соединений проводников.

На уровне практических приложений используется не только закон Ома для участка цепи, но и закон Джоуля-Ленца для теплового действия тока, и закон сохранения электрического заряда. Учащимся предлагается проанализировать схемы цепей и рассчитать токи и падения напряжений на всех ее элементах. Кроме того, ученикам предлагается в течение месяца наблюдать за показаниями счетчика электрической энергии и проанализировать потребление электрической энергии при работе различных бытовых электрических приборов.

На самом высоком, как считает автор, уровне гипотетического исследования учащиеся должны объяснить, почему сопротивление цепи увеличивается, если элементы цепи ставить последовательно, и почему сопротивление цепи уменьшается, если ее элементы поставить параллельно. В своей работе кроме закона Ома и формулы электрического сопротивления для однородного цилиндрического проводника учащиеся используют закон сохранения энергии и закон сохранения электрического заряда. На прикладном уровне гипотетических исследований учащимся предлагают разветвленные электрические цепи для анализа, как головоломки. Фактически учитель приводит учеников к формулированию и применению законов Кирхгофа для разветвленных цепей постоянного электрического тока. В указанных выше примерах ценным является вариативность: учитель может оценить свою сложившуюся ситуацию, и выбрать тот или иной вариант, усиленный для освоения своим ученикам.

В теории обучения давно сформулировано противоречие между жестко определенным в стандартах и программах содержанием обучения и желанием организовать вариативный учебный процесс [313]. Анализ публикаций показывает, что эффективное обучение представляет собой обучение на основе учебно-исследовательской деятельности с уровнем самостоятельности, отвечающим уровню подготовки учеников и в России, и в США [327; 381].

Под руководством Х. Табы в первой половине XX века были созданы модели исследовательского обучения [402; 403]. Работы основаны на анализе содержания исследовательской деятельности учащихся в структуре физической теории «основание – ядро – следствие». Этот анализ позволяет выделить дедуктивный и индуктивный этапы в учебной деятельности.

На этапе формирования новых понятий анализируются и обобщаются эмпирические факты, работает индуктивное мышление. Х. Таба описывает модель формирования индуктивного мышления по образу и подобию деятельности ученого-исследователя (рисунок 5).



Рис. 5. Модель формирования индуктивного мышления

Однако на последнем этапе, в применении правил и принципов развивается дедуктивное мышление (от общего к частному), содержание этого этапа представлено на рисунке 6.

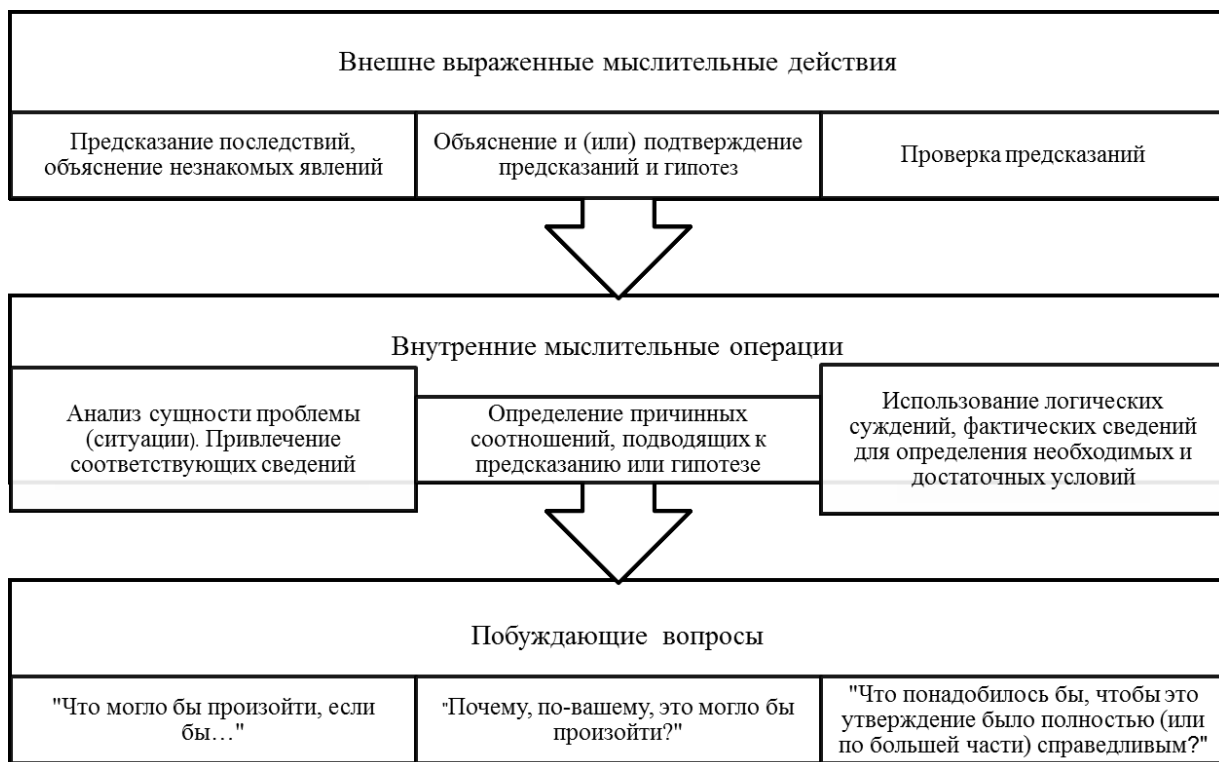


Рис. 6. Применение правил и принципов – дедуктивное мышление

Зачастую в работах исследовательское обучение противопоставляется так называемому традиционному обучению. Противопоставление традиционного обучения и исследовательского обучения продолжается много лет, при этом традиционным считается учебный процесс на основе репродуктивных методов, суть которого в передаче информации и формировании умений под руководством преподавателя. Но разрабатывая методики организации учебно-исследовательской деятельности, нельзя совсем отбрасывать репродуктивные методы, которые в некоторых случаях просто необходимы. Передовые практики обучения, в том числе уровневые модели, представленные выше, показывают, что обучение наиболее эффективно при умелом сочетании

исследовательских и репродуктивных методов в зависимости от содержания обучения.

М. В. Кларин провел сравнительный анализ традиционного и исследовательского обучения [109, с.114]. Из этого анализа следует, что в традиционном обучении подразумевается передача знаний от учителя к ученику: задача учителя передать структурированную информацию; при выполнении лабораторных работ учащиеся должны строго соблюдать инструкции и наблюдать иллюстрацию полученной от учителя информации. При исследовательском же обучении наблюдается другая крайность: ученик ничего не получает в готовом виде, все ведущие понятия постигает сам, при выполнении лабораторных работ ученику не дают никаких инструкций, он сам планирует и проводит исследование и интерпретирует полученные результаты.

Существуют также противопоставление обучения «теоретического» и «экспериментального»: в одном случае учащийся только читает, слышит, говорит или пишет об областях действительности, не соприкасаясь с ними в ходе обучения, в другом случае имеет возможность исследовать их в экспериментальной деятельности [384; 390; 408]. В классической отечественной дидактике указанное противоречие снимается в теории поэтапного формирования умственных действий П. Я. Гальперина – Н. Ф. Талызиной, согласно которой формирование любого умственного действия проходит этапы материального и материализованного действия учащегося [327].

Новый виток развития исследовательского обучения в нашей стране происходит с конца прошлого века. В трудах психологов А. В. Леонтовича, А. С. Обухова, А. Н. Поддьякова, А. И. Савенкова заложены психологические основания развития исследовательской деятельности учащихся [199; 200; 201; 247; 248; 263; 264; 301; 302; 303]. В работах рассмотрена психология исследовательского поведения, модели развития исследовательских способностей, подходы к их диагностике [301-304], механизмы развития и

саморазвития исследовательской инициативности [263; 264] и исследовательской позиции [248; 249].

Особый интерес для нас представляют работы А. В. Леонтовича, в которых рассмотрены психологические условия проектирования исследовательской деятельности учащихся [199-201]. В работах А. В. Леонтовича предлагается исследовательскую деятельность учащихся включать в учебный процесс путем проектирования многопозиционной комплексной развивающей образовательной среды, главными компонентами которой являются спецкурсы, экспедиции и конференции. Такая среда, по мнению автора, может быть создана как среда образовательного учреждения общего образования, так и среда дополнительного образования. К сожалению, А. В. Леонтович не рассматривает проектирование исследовательской деятельности учащихся в учебной деятельности, реализуемой на уроках.

Учебно-исследовательская деятельность является предметом многих педагогических исследований. В ряде работ обоснованы педагогические условия развития исследовательской деятельности в школе (Т. В. Августманова [3], Д. И. Захарова [89], Е. Ю. Кравцова [128], М. М. Новожилова [245], О. Н. Проказова [274], П. Ю. Степаненко [320]). В основном исследователи указывают на необходимость создания внутришкольной среды, способствующей последовательному формированию опыта исследовательской деятельности учащихся, важная роль отводится созданию системы управления развития исследовательской деятельности в школе, призванной обеспечить целостность процесса.

В работах Е. В. Ефимовой [85], М. Ю. Кожуховой [117], А. А. Ушакова [335], Е. А. Юлпатовой [376] поднимаются вопросы организации исследовательской деятельности старшеклассников в условиях профильной школы, в том числе через участие учащихся в работе научных обществ (НОУ).

Развитие исследовательской деятельности учащихся в системе «школа-вуз» изучено в работах М. Ю. Бокарева [28], Е. В. Ефимовой [85], Е. Н. Кикоть [112], В. Л. Чудова [356]. Е. В. Ефимова рассматривает исследовательскую

деятельность как фактор интеграции учебных процессов школы и вуза и предлагает последовательные переходы от учебного исследования к учебно-профессиональному и научно-исследовательской деятельности [85]. В работах М. Ю. Бокарева, Е. Н. Кикоть рассмотрены формы организации учебно-исследовательской деятельности в системе «лицей-вуз», обеспечивающие профессиональную ориентацию учащихся: кружки, лаборатории, конференции школьников [28; 112]. В. Л. Чудов предложил систему «лицей-вуз-производство», в которой ведущим звеном является вуз [356]. В предложенных системах «школа-вуз» в учебно-исследовательскую деятельность вовлечены только учащиеся старших классов, причем, как правило, во внеурочных формах обучения.

Существует мнение, что исследовательское обучение можно применять только для отдельных категорий учащихся, которых принято называть «одаренными» детьми [107; 108]. Авторы предлагают разработку особых исследовательских программ обучения, формирование групп перспективных учащихся и создание особой материально-технической базы для их обучения. Говоря о подготовке «группы молодых людей, особо перспективных для инновационного развития страны» в школьный период, А. О. Карпов предлагает её реализацию, как в специализированных образовательных учреждениях, так и в традиционных массовых школах. Согласимся с автором в том, что «в этом плане хороший учитель в массовой школе может сделать гораздо больше, чем самое идеальное специализированное учреждение» [108, с.102]. Однако в последнем случае, наш взгляд, необходимым условием является специальная подготовка учителя к реализации исследовательского обучения.

В исследовании О. А. Ивашедкиной [96] показаны возможности развития умений, необходимых для выполнения учебного исследования, в рамках интегрированного курса «Естествознание», предложена методика организации учителем проектно-исследовательской деятельности школьников при изучении курса «Естествознание». Автор уточняет понятие «проектно-исследовательская

деятельность» с учетом контекста интегрированного курса «Естествознание»: «проектно-исследовательская деятельность – это специально организованная учебно-познавательная деятельность по проектированию учебного исследования, направленная на освоение учащимися методологии научного познания» [96, с.11].

В методике обучения физике рассмотрены аспекты организации учебно-исследовательской деятельности обучающихся в учебном процессе: экспериментальные задачи как средство развития исследовательских умений (А. Е. Бойкова [27]); формирование исследовательских экспериментальных умений при выполнении домашнего эксперимента (Е. С. Дементьева [74]); обучение эмпирическим методам познания физических явлений (И. А. Крутова [132], А. А. Лагутина [139]); обучение школьников выдвижению и экспериментальной проверке гипотез (В. И. Гриценко [62]); развитие исследовательских умений на основе использования компьютерных технологий (Е. С. Кошечев [125], М. И. Старовиков [319]); формирование научного мышления на основе исследовательского метода обучения (Д. О. Данилов [72], В. А. Котляров [124]).

Предложены методики формирования исследовательских умений учащихся основной школы в проектной деятельности на содержании физики (И. В. Васильева [41], В. В. Грудина [64], Д. В. Макарова [214], Е. В. Плащевая [261]). Проектная деятельность в исследованиях рассматривается, как правило, во внеурочной деятельности. Однако, некоторые этапы проектов (определение темы проекта, целей и задач, презентация проекта) могут быть выполнены на уроках и способствуют как освоению предметного содержания, так и исследовательских умений [214]. В работе Е. Ю. Барковой [19] предложена методика подготовки учащихся к проектной деятельности на уроках физики 7–11-х классов «через формирование обобщенных методов создания нового практически значимого продукта (НПЗП), технологии его получения и отдельных действий, входящих в содержание данных методов» [19, с. 10].

Т. В. Альникова предлагает систему элективных курсов по физике для 9-х классов в предпрофильной подготовке и 10-х классах физико-математического профиля, направленных на развитие умений проектной и исследовательской деятельности [7]. В. И. Слепцов с учетом специфики обучения в условиях малокомплектных сельских школ разработал технологию обучения учащихся исследовательской деятельности по физике [315]. Р. В. Гурина, рассматривая подготовку учащихся физико-математических классов к профессиональной деятельности в области физики, поднимает проблему приобретения опыта исследовательской деятельности и творчества [65]. А. А. Семенов рассматривает организацию самостоятельных исследований учащихся по физике «как средство индивидуализации обучения в основной школе» [307].

А. С. Бычкова выделяет варианты включения учебно-исследовательской деятельности учащихся в учебном процессе: организация проблемных уроков; творческие домашние задания; самостоятельные экспериментальные работы; организация уроков-исследований; организация проектной деятельности; организация конференций; организация элективных курсов [34, с. 109-111]. На наш взгляд, перечисленные варианты можно разделить на три группы по возрастанию степени сложности и самостоятельности деятельности: учебно-исследовательская деятельность на уроке, коллективная внеурочная учебно-исследовательская деятельность, индивидуальная учебно-исследовательская деятельность, о чем более подробно изложено в главе 2.

В. В. Майером разрабатывается направление в методике преподавания физики, называемое «учебной физикой»: область науки, которая «допускает возможность получения новых результатов учащимися и учителем» [210, с. 5]. Исследовательская деятельность учащихся организуется при изучении физических явлений ноосферы. «Ноосфера – это все, что окружает современного учащегося дома, в школе, на природе, – все, что он может наблюдать и исследовать» [210, с. 104]. Выполненное исследование посвящено созданию новых элементов учебной физики как основы организации процесса научного познания учащимися в современной системе физического

образования. Учащиеся приобщаются к процессу научного познания при обучении их физике при создании новых элементов и разделов учебной физики и внедрении их в существующую систему физического образования. В основу разработанной дидактической модели положен принцип цикличности.

Модель учебного процесса по физике, нацеленная на усвоение учащимися теоретических методов познания на основе деятельностного подхода, предложена Н. И. Одинцовой [250]. Автор указывает, что целью учебного процесса с точки зрения деятельностного подхода является не ознакомление учеников с методами научного познания, а усвоение их в собственной учебной деятельности. Условиями овладения учащимися обобщенными способами деятельности является многократное применение способов в учебной деятельности и рефлексия выполненных действий и их последовательности [250, с. 10].

В работе [111] проблема развития мышления учащихся при обучении физике решается с точки зрения общей теории управления. Автор выделяет отдельные познавательные умения, многие из которых лежат в основе исследовательской деятельности и могут быть названы исследовательскими. Ч. Кизовски предложил в качестве средства развития мышления решение задач (задача понимается в широком смысле), при этом используется специальная методика управления деятельностью учащихся со стороны учителя.

Большой вклад в развитие проблемы освоения школьниками методов научного познания при изучении физики внесла работа Н. Е. Важеевской [36], в которой обосновано включение гносеологических знаний в содержание обучения физике. Автор обосновывает методику изучения гносеологических основ науки в школьном курсе физики и последовательность введения гносеологических структурных компонентов. «Формирование представлений об эмпирических методах познания – наблюдении и эксперименте – начинается с самых первых уроков физики, и овладение этими элементами должно быть завершено уже в основной школе» [36, с. 339]. Представления о модели как

форме знания и моделировании как методе познания могут быть сформированы уже в старших классах.

В работе Н. В. Кочергиной, посвященной формированию методологических знаний при обучении физике в школе, отмечается, что методологические знания отражаются в содержании обучения физике «в явном виде при усвоении опыта творческой деятельности в виде методов проблемного обучения и соответствующей им исследовательской деятельности» [127, с. 216].

Г. М. Анохина, разрабатывая методику реализации личностно адаптированной, развивающей системы обучения физике в средней школе, в качестве основной формы занятия предложила занятие – поиск [12]. «В технологии занятий-поисков центральное место занимает личностная ситуация, стимулирующая учащихся к постановке как можно большего числа вопросов, а затем осуществляющих индивидуально-коллективный поиск оптимального количества вариантов решений» [12, с. 132]. Однако занятие – поиск не является способом усвоения норм учебно-исследовательской деятельности. Основная цель предлагаемой системы, по-видимому, активизировать познавательную деятельность ученика за счет создания личностно значимых ситуаций.

Личностно-ориентированный подход к обучению физики в школе развивает в своем исследовании С.В. Бубликов [32]. Автор отмечает, что исследовательский подход в обучении «является необходимым условием развития индивидуальности учащихся при работе над учебным материалом вариативного ряда» [32, с. 188]. Учебное исследование, проводимое группой учащихся, дает возможность самореализации учащимся «с различными доминирующими в их познавательной деятельности методами и уровнями методологии физики» [32, с. 188].

В ряде исследований (Л. А. Бурылова [33], М. Д. Даммер [71], Ю. В. Масленникова [61], М. В. Потапова [267], Н. В. Ромашкина [297], Е. М. Шулежко [369]) рассматривается обучение физике в школе на раннем

этапе (5-6 классы) на основе экспериментальных исследований. Во всех случаях основу учебного процесса составляет физический эксперимент, как демонстрационный, так и фронтальный. Авторы рассматривают формирование представлений учащихся 5-6 класса об исследовательской деятельности, развитие экспериментальных умений. Для организации познавательной деятельности учащихся подготовлены специальные пособия и рабочие тетради [223; 224; 370; 371].

1.2. Теоретические предпосылки подготовки учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся

Проектировочная деятельность в настоящее время признается основой профессиональной деятельности учителя, что отражено как в профессиональном стандарте «Педагог (педагогическая деятельность в дошкольном, начальном общем, основном общем, среднем общем образовании) (воспитатель, учитель)» [276], так и в федеральных государственных стандартах высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки «Педагогическое образование» [340; 341]. В профессиональном стандарте определены обобщенные трудовые функции педагога: «педагогическая деятельность по проектированию и реализации образовательного процесса в образовательных организациях» и «педагогическая деятельность по проектированию и реализации основных общеобразовательных программ» [276]. ФГОС ВО по направлению подготовки «Педагогическое образование» как на уровне бакалавриата (44.03.01), так и на уровне магистратуры (44.04.01) выделяют в качестве одного из видов деятельности, к которому готовятся будущие педагоги, проектную деятельность [340; 341]. Выпускники бакалавриата и магистратуры по направлению «Педагогическое образование»

должны уметь проектировать содержание образовательных программ и индивидуальные образовательные маршруты учащихся, а также траектории своего профессионального роста. Магистры педагогического образования, кроме того, должны уметь проектировать содержание учебных дисциплин, форм и методов контроля, образовательные среды, обеспечивающие качество образовательного процесса [341]. Считаем необходимым рассмотреть ключевые для нашей работы понятия «проектирование образовательного процесса» и «проектировочная деятельность учителя».

Термин «проектирование» пришел в педагогику из технических наук, как особый вид деятельности (*projectus* (лат.) – брошенный вперед). Традиционно в технике проектом считали «совокупность документов (расчетов, чертежей и др.) для создания какого-либо сооружения или изделия», а деятельность по разработке и созданию этой совокупности документов является проектированием: «процесс создания проекта – прототипа, прообраза предполагаемого или возможного объекта, состояния» [29]. Постепенно складывались отдельные направления проектирования в социальной сфере, в том числе педагогическое проектирование. В связи с расширением сферы деятельности изменилось содержание понятия «проектирование»: «мыслительная деятельность, определяющая будущий процесс и результат преобразования действительности с учетом природных и социальных законов, на основе выбора и принятия решений» [237, с. 21].

Педагогическое проектирование рассматривается во многих педагогических исследованиях [50; 106; 113; 118; 131; 234; 237; 243; 360], причем взгляды исследователей на сущность и структуру процесса различаются.

А. М. Новиков под педагогическим проектированием понимает первую фазу выполнения проекта (как завершенного цикла деятельности): «Завершенность цикла деятельности (проекта) определяется тремя фазами:

1. фаза проектирования, результатом которой является построенная модель создаваемой педагогической (образовательной) системы и план ее реализации;
2. технологическая фаза, результатом которой является реализация системы;
3. рефлексивная фаза, результатом которой является оценка реализованной системы и определение необходимости либо ее дальнейшей коррекции, либо «запуска» нового проекта» [243, с. 5].

Объектом педагогического проектирования А. М. Новиков считает педагогическую систему, рассматривая ее «как единство системы целей образования и всех факторов педагогического процесса, способствующих достижению этих целей» [243, с. 23]. Педагогические системы автор предлагает рассматривать на разных уровнях: образовательного учреждения, отдельного учителя (преподавателя), отдельной учебной дисциплины, раздела, занятия и т.д. [242].

Педагогическое проектирование в психолого-педагогических исследованиях рассматривается в двух аспектах: социально-педагогическом и дидактическом. Как отмечает в своей работе И. А. Колесникова, социально-педагогическое проектирование направлено на изменение социокультурной среды и решение социальных проблем педагогическими средствами [118].

Дидактический аспект проектирования образовательного процесса в школе (теоретические основы и технология проектирования) рассмотрен в работе Г. Е. Муравьевой [237]. Автор дает определение понятия проектированию образовательного процесса – «это вид профессиональной деятельности учителя, в котором определяется будущий процесс и результат целенаправленного развития (преобразования) учащихся с учетом природных и социальных законов, на основе выбора и принятия решений, в течение определенного промежутка времени» [237, с. 121].

В исследовании Г. А. Монаховой раскрывается технологический аспект проектирования учебного процесса на примере обучения физике [234]. Автор

предлагает при проектировании учебного процесса разрабатывать технологическую карту, имеющую следующую структуру: «целеполагание, диагностика, домашняя самостоятельная деятельность, логическая структура учебного курса, коррекция» [234, с. 107-108]. Коррекционную деятельность автор рассматривает в двух направлениях: «информационное представление о педагогическом браке, т.е. учениках, не прошедших диагностику, и о содержании методических путей проекта»; улучшение непосредственно проекта [234, с. 108].

В докторской диссертации П. Карпиньчика отождествляются термины «проектирование» и «планирование» применительно к учебному процессу. Достоинством данной работы, на наш взгляд, что проектирование учебного процесса осуществляется на основе деятельностного подхода (на примере обучения физике) [106, с 9].

С. М. Марковой выделены три уровня исследования проектировочной деятельности педагога: методологический, общепедагогический и технологический, на котором «осуществляется сам процесс проектирования: цели, этапы, способы и средства проектирования» [221, с. 20]. В работе представлена технологическая цепочка, элементами которой должен владеть любой преподаватель, начиная с постановки целей и задач педагогического проектирования, заканчивая осознанием проектировочной деятельности.

В исследованиях по-разному выделяются объекты педагогического проектирования. На наш взгляд, наиболее точно и полно выделяет объекты и субъекты педагогического проектирования в своем исследовании Г. И. Китайгородская: субъектом педагогического проектирования выступает учитель, а объектами педагогического проектирования являются «различные объекты педагогической действительности: педагогические системы, процессы, явления, ситуации и их компоненты: образовательные системы разного масштаба и их отдельные компоненты; педагогические процессы всех видов, их отдельные компоненты и качество педагогических объектов (процессов); педагогические ситуации; образовательное и информационно-

коммуникативное пространство и среда; все виды педагогической деятельности, и др.» [113, с. 169].

В исследованиях предлагается различная последовательность этапов педагогического проектирования и различное количество самих этапов. Г. Е. Муравьева подчеркивает, что проектирование включает мыслительную деятельность по разработке проекта, но не включает деятельность по его реализации, т.е. «реализация проекта и оценка результатов его осуществления не являются компонентами проектирования, так как проектирование есть интеллектуальная деятельность, а не материальная» [237, с. 59]. Существуют и другие точки зрения на структуру педагогического проектирования, многие исследователи включают в деятельность проектирования и этап реализации проекта, и этап рефлексии [5; 118; 234].

Рассмотрим последовательность стадий и этапов процесса проектирования, предлагаемую А. М. Новиковым (рисунок 7) [243, с. 25].



Рис. 7. Стадии и этапы фазы педагогического проектирования (по А. М. Новикову)

Этапы стадии технологической подготовки автор не указывает, т.к. «технологическая подготовка процесса реализации системы целиком определяется его конкретным содержанием и в каждом конкретном случае она специфична, подробно описать эту стадию в общем виде вряд ли возможно» [243, с. 61].

В. В. Краевский при проектировании процесса обучения говорит о «последовательности переходов от теоретических (специально-научных) моделей обучения к нормативным, от последних – к конкретным проектам деятельности и далее – к конструированию в самом процессе обучения» [131, с. 30]. Соответственно, В. В. Краевский выделяет уровни проектирования:

- общенаучный уровень методологии (общее содержание, принципы и методы обучения);
- уровень учебного предмета (нормативное описание правил обучения конкретному учебному предмету);
- уровень учебного материала (совокупность материальных и идеальных средств обучения предмету: учебники, учебные пособия, сборники задач и т.п.).

Н. А. Алексеев рассматривает педагогическое проектирование личностно-ориентированного обучения, в основе которого лежит «реализация педагогом обобщенного алгоритма авторской педагогической технологии, включающей в себя: целеполагание, ориентировку, диагностику исходного состояния педагогической системы, рефлексию, прогнозирование, моделирование, экстраполирующий контроль, внедрение, оценивание, коррекцию» [5, с. 13].

Г. И. Китайгородская в своей докторской диссертации основывает процесс педагогического проектирования на системном подходе как «самостоятельный вид профессиональной деятельности учителя по осмыслению и созданию объектов педагогической действительности как систем» [113, с. 179]. Учитель физики в процессе системного педагогического проектирования учебного процесса проходит три этапа: ориентировочно-подготовительный (анализ ориентировочной основы); аналитический

(определение сущности объекта проектирования); синтетический (собственно процесс системного проектирования объекта) [113, с. 180].

Подводя некоторый итог, можно сделать вывод, что в исследованиях процесс педагогического проектирования показан как различная последовательность стадий, этапов, фаз, процедур. На наш взгляд, это обусловлено специфическими особенностями объектов проектирования, их разнообразием.

Говоря об учебно-исследовательской деятельности учащихся как объекте проектирования, предлагаем за основу взять последовательность, предложенную В. В Краевским: моделирование теоретическое – моделирование нормативное – проектирование – конструирование в реальном учебном процессе [131, с. 30]. Нашей задачей является разработка моделей: теоретической модели деятельности учителя по проектированию учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике в школе с учетом специфики предмета; на ее основе построение алгоритма проектирования учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике как нормативную модель для учителя физики. Следующие этапы (проектирование учебно-исследовательской деятельности учащихся и воплощение проекта в реальном образовательном процессе) осуществляются учителем физики. Соответственно, учителю физики необходима соответствующая подготовка к этой деятельности.

ФГОС образования в школе, в числе основных компетенций учителя выделяют способность «организовывать и сопровождать учебно-исследовательскую и проектную деятельность учащихся, выполнение ими индивидуального проекта» [343]. «На первый план выходит фигура педагога, на плечи которого ложится практически всё тяжкое бремя реализации любой реформы. Следовательно, каждая реформа должна начинаться с подготовки педагога» [26, с. 10].

В педагогических исследованиях, как отечественных, так и зарубежных, рассматриваются аспекты подготовки учителя к проектированию учебного

процесса в целом и к организации исследовательской деятельности учащихся в нём, в частности.

В параграфе 1.2 говорилось о исследовательском обучении Inquiry-based learning (IBL) [406]. Внедрение IBL в практику начиналось с переподготовки учителей, целесообразно изучить этот опыт.

При внедрении новых форм и методов обучения в США возникают проблемы, аналогичные тем, которые возникают в отечественном образовании. Программы переподготовки учителей в США базируются на базе университетов, вот мнение одного из преподавателей, руководивших повышением квалификации педагогов: «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» [406, с.17-18].

В отечественной педагогике в составе профессиональной компетентности учителя выделяют исследовательскую компетентность, как готовность учителя выполнять исследовательскую деятельность при решении профессиональных задач [22; 145; 309; 318]. Для решения проблемы подготовки педагогических кадров важно «признать готовность педагога к развитию исследовательских умений и навыков у школьников одним из компонентов профессиональной компетентности учителя» [309, с. 4].

Н. Н. Ставринова в своей работе, посвященной формированию готовности будущих педагогов к исследовательской деятельности, дает определение понятия этой готовности с позиций деятельностного подхода: «как особую функциональную систему психики и связанную с ней целостную совокупность качеств человека, обеспечивающих ему возможность быть эффективным субъектом этой деятельности» [318, с. 92]. В результате такой

подготовки будущий педагог сможет выполнять исследование в процессе решения профессиональных задач.

Некоторые аспекты исследовательского обучения физике в подготовке педагогических кадров рассмотрены в исследовании И. И. Хинич [351]. Автор предполагает, что у будущих педагогов важно сформировать умения и опыт самостоятельной исследовательской деятельности. По мнению автора, обеспечению целостности исследовательской подготовки педагогических кадров отвечает содержание физических основ твердотельной электроники, которые изучаются как в курсе общей физики, так и при изучении дисциплин вариативной части учебного плана.

Подготовку будущих учителей физики к организации учебно-исследовательской деятельности на уровне бакалавриата и магистратуры педагогического вуза рассматривает А.С. Бычкова [34]. На первом этапе, при обучении в бакалавриате, студенты знакомятся с основами учебно-исследовательской деятельности учащихся, моделируют ее организацию на уроке в рамках дисциплины «Теория и методика обучения физике». На втором этапе, при обучении в магистратуре при изучении «Инновационные технологии в преподавании физики» и в рамках научно-исследовательского семинара, будущие учителя проектируют и проводят уроки-исследования, разрабатывают элективные курсы, проектируют и руководят индивидуальными ученическими исследованиями по физике.

Ряд исследователей, рассматривая подготовку учителей (будущих учителей) на базе классического университета, отмечают возможность формирования исследовательских умений самих педагогов и их готовности организовывать учебно-исследовательскую деятельность учащихся [35; 54; 324]. В работе Н. В. Сычковой поднимается проблема формирования исследовательских умений студентов – будущих учителей при обучении в классическом университете: «сознательное владение способами и приемами исследовательской деятельности, позволяющими проникнуть в суть предложенного решения проблемы и на этой основе конструировать и

продуктивно решать научно-педагогические задачи» [324, с. 16]. В работе И. К. Кондауровой при подготовке будущих учителей к работе с одаренными детьми, отмечается, что важным элементом является организация учебно-исследовательской работы самих студентов – будущих учителей [120].

В. И. Ваганова в структуре методической компетентности учителя физики выделяет исследовательский компонент, включающий систему исследовательских знаний и умений [35, с. 86]. Для определения уровня сформированности методической компетентности будущего учителя физики автором разработана система критериев и показателей, в том числе исследовательский критерий, определяющий «уровень овладения исследовательскими знаниями и умениями, необходимыми для организации собственной исследовательской деятельности и исследовательской деятельности учащихся» [35, с. 87].

Рассматривая подготовку учителей естествознания, Л. В. Дубицкая разработала модуль, в результате освоения которого студенты должны научиться включению «широкого спектра проблемных, исследовательских, поисковых методов, ориентированных на реальный практический результат, а именно, наличие значимой в исследовательском, творческом плане проблемы (задачи, требующей интегрированного знания, исследовательского поиска для ее решения)» [82].

Подготовку будущих учителей физики к организации учебно-исследовательской деятельности учащихся при изучении курса общей физики разработал В. А. Белянин [23]. Автор вводит понятие «предметная исследовательская компетентность будущего учителя физики» как совокупности «личностных качеств обучаемого (ценностно-смысловых ориентации, знаний, умений, навыков, способностей), обусловленных усвоением ориентировочной основы и опыта учебной и научной исследовательской деятельности на основе методологии научного исследования, приобретенных в процессе изучения физики или выполнения исследовательских работ, позволяющих ему на достаточном научно-

методическом уровне быть субъектом исследовательской деятельности и организовывать исследовательскую деятельность учащихся» [23, с. 102]. Подготовка будущих учителей в рамках курса общего физики разделена на выполнение учебного исследования теоретического и практического уровня. Учебные исследования теоретического уровня студенты совершают на лекциях и практических занятиях с применением математического моделирования и компьютерного виртуального эксперимента, а также при составлении и решении систем задач, учебные исследования эмпирического уровня студенты выполняют в ходе лабораторного практикума через натурный эксперимент [23, с. 266]. Лабораторный практикум организован таким образом, что студенты не только выполняют типовые лабораторные работы исследовательским методом, но и разрабатывают новые лабораторные работы согласно задаче, поставленной преподавателем. В исследовании предполагается, что студент, освоивший методологию научного исследования и выполнивший учебные исследования в собственной деятельности, способен в дальнейшей педагогической деятельности организовать учебно-исследовательскую деятельность учащихся.

В исследованиях, посвященных постдипломной подготовке учителей, также поднимаются проблемы подготовки учителя в области исследовательской деятельности [41; 50]. И. В. Васильева предлагает при повышении квалификации учителей физики включить модуль, посвященный подготовке учителей к внедрению проектной и исследовательской деятельности учащихся в практике преподавания физики [41]. Автор считает проектную и исследовательскую деятельность технологией обучения физике. А. М. Горнов, рассматривая развитие проектировочных умений учителей в процессе повышения квалификации, разработал модуль, содержащий проектирование исследовательской деятельности в решении педагогических проблем и создание образцов апробации исследовательских проектов в школе [50, с.35].

Интересный подход к подготовке учителей к организации исследовательской деятельности школьников описан в работах Л. А. Лукьяновой [205; 206]: подготовка осуществляется внутри одной школы, занятия проводятся для всего коллектива учителей. Такой подход, безусловно, имеет преимущества в том, что у всех учителей, работающих с данным коллективом учащихся, будет единый подход к организации учебно-исследовательской деятельности. Однако остаются вопросы по тому, как в этом случае учитываются особенности изучаемой дисциплины, организации учебно-исследовательской деятельности с учетом специфики содержания.

О подготовке учителей к формированию учебно-исследовательской культуры учащихся говорится в диссертационном исследовании О. В. Алиевой [6]. Была разработана программа подготовки учителя к руководству учебно-исследовательской деятельностью учащихся, включающая «обучение умениям работы с информацией, методам научного познания, технологии выполнения основных видов исследовательских работ, как на уроке, так и вне его» [6, с. 91].

Формированию готовности будущего учителя к обучению учащихся исследовательским умениям и навыкам посвящена диссертация П. В. Середенко [308]. Автор выделяет психолого-педагогические условия формирования готовности будущего учителя к развитию исследовательских умений и навыков учеников. В содержание подготовки будущих педагогов П. В. Середенко включает подготовку в области методологии научного познания, специальную подготовку в области психолого-педагогических исследований, методическую подготовку по обучению исследовательской деятельности, включающую обязательную практику в этой области в школе.

Прежде всего, необходимо определить содержание понятия «готовность к профессиональной деятельности». Несмотря на то, что при внедрении компетентностного подхода в высшем образовании понятие готовность к профессиональной деятельности и ее отдельным составляющим широко распространено, единого подхода к его пониманию в психолого-педагогической науке не сложилось. Можно выделить два основных

направления. В психологии понятие готовность связывают с развитием психических функций, необходимых для успешной профессиональной деятельности, и определяют готовность как «психическое состояние, возникающее на фоне общей активности субъекта и функционирующее до и во время профессиональной деятельности» [309, с. 110]. Существует другой подход к определению понятия готовности к профессиональной деятельности как интегрального свойства личности (Н. В. Кузьмина, В. А. Сластенин, А. К. Маркова, Т. И. Шамова и др.). Этот подход тесно связывает готовность к профессиональной деятельности с уровнем профессиональной компетентности.

Уточним содержание понятия «профессиональная компетентность». Начало развития компетентностного подхода в отечественном образовании связаны с трудами Э. Ф. Зеера [90], Н. В. Кузьминой [136; 137], А. К. Марковой [220], Л. М. Митиной [231; 232], в которых рассмотрено содержание понятия профессиональная компетентность учителя и его структура.

Н. В. Кузьмина определяет компетентность педагога как «свойство личности» и выделяет пять элементов компетентности (специальная, методическая, социально-психологическая, дифференциально-психологическая, аутопсихологическая), которые могут проявляться в педагогической деятельности на одном из пяти уровней [136; 137]. А. К. Маркова выделяет шесть уровней профессиональной компетентности педагога (от вхождения в профессию до учителя-профессионала) и предлагает средства их диагностики [220]. Л. М. Митина считает, что понятие педагогическая компетентность включает «знания, умения, навыки, а также способы и приемы их реализации в деятельности, общении, развитии (саморазвитии) личности» [231; 232]. Э. Ф. Зеер определил понятие профессиональная компетентность учителя как «уровень осведомленности, авторитетности педагога, позволяющий ему продуктивно решать учебно-воспитательные задачи, возникающие в процессе подготовки квалифицированного специалиста, формирования личности другого человека» [91]. И. В. Просвирнина дает следующее определение профессиональной

компетентности: «интегративное качество учителя, включающее владение профессиональными знаниями и умениями, умением применять их в педагогической практике, профессиональную позицию учителя» [276].

В зарубежной дидактике также анализируется структура профессиональной компетентности во многих исследованиях [383; 395]. В работах Л. Шулмана [401] выделяется три составляющих (рисунок 8). Особую роль в подготовке преподавателя исследователи отводят методической компетентности или РСК [389]. Фундамент подготовки преподавателя составляет СК – подготовка в области преподаваемой дисциплины.



Рис. 8. Структура профессиональной компетентности (Л. Шулман)

В ряде исследований отмечается тревожные тенденции уменьшения доли как научной, так и методической подготовки будущих учителей в связи с внедрением новых стандартов высшего педагогического образования, системы прикладного бакалавриата [52; 60; 104]. При этом «возникает опасность упустить, утратить фундаментальность теоретической подготовки будущего педагога» [251, с. 16]. Корреляцию подготовки учителя и уровня достижений учащихся показала Н. В. Кузьмина [136; 137]. Далее во многих педагогических исследованиях доказано влияние предметной и методической подготовки учителя на результаты учебного процесса [104; 379; 382; 387; 399]. Во всех указанных исследованиях подчеркивается, что внедрение инноваций в

практику школ может привести к росту эффективности учебного процесса только в случае достаточной подготовки учителя. Вывод всех этих исследований однозначен: только учителя с высоким уровнем предметной, научной подготовки способны заниматься реализацией педагогических инновационных задач, не снижая реального уровня успешности учебного процесса.

В процессе работы над диссертацией на соискание ученой степени кандидата педагогических наук [150] нами была разработана общая структура профессиональной компетентности учителя, в которой выделено четыре составляющих: научно-теоретическая, методическая и психолого-педагогическая компетентность, профессиональная позиция учителя. Понятие профессиональная позиция учителя мы взяли в работе А. К. Марковой, которая определяет его как «устойчивую систему отношений учителя к своему труду, ученику, себе, коллегам» [220].

В исследованиях, посвященных развитию профессиональной компетентности учителя, подчеркивается, что развивать можно только все её составляющие в комплексе, высокий уровень развития одной из составляющих не может компенсировать отсутствие или низкий уровень других [136]. Методическая подготовка возможно только на базе сформированных знаний и умений в области научно-теоретической и психолого-педагогической компетентности, что учитывается при составлении последовательности изучения дисциплин в учебных планах подготовки будущих педагогов и при повышении квалификации.

Методическая компетентность в кандидатской диссертации мы определили, как «знания в области дидактики, методики обучения предмету, умения логически обоснованно конструировать и реализовывать учебный процесс для конкретной дидактической ситуации с учетом психологических механизмов усвоения» [150, с. 47].

В различных исследованиях определяются понятия готовности учителя в целом к профессиональной деятельности и к отдельным ее видам

[113; 309; 318]. Г. И. Китайгородская дает определение понятия «готовность учителя физики к системному проектированию образовательного процесса профильного обучения как потенциальное и интегральное состояние личности учителя, проявляющееся в стремлении и способности осуществлять процесс системного проектирования и обеспечивающее успешность этой деятельности» [113, с. 217]. Структура указанной готовности представляет собой систему трёх компонентов: мотивационный (желание осуществлять процесс на основе потребностей), операциональный (способности) и когнитивный (знания).

П. В. Середенко определяет понятие «готовность педагога к обучению учащихся исследовательским умениям и навыкам как интегративное целостное личностно-функциональное образование, обеспечивающее развивающий переход из системы вузовской подготовки в систему для осуществления педагогического сопровождения исследовательской работы учащихся на основе приобретенной совокупности общенаучных, психолого-педагогических, специальных и методических знаний, практических умений и навыков, профессиональных качеств личности педагога» [309, с. 121].

Л. А. Лукьянова дает следующее определение готовности учителя к организации исследовательской деятельности школьников: «системное образование личности, обеспечивающее её направленность на организацию исследовательской деятельности школьников, интегрирующее в себе знания в области проведения учебного исследования, потребности и умения применять их в практической педагогической деятельности» [206, с. 163].

1.3 Состояние проблемы подготовки учителя физики к организации учебно-исследовательской деятельности учащихся в российской педагогической практике

Введение новых стандартов образования в школе (ФГОС НОО, ООО и СОО), поэтапно происходящее в настоящее время, выявило много проблем. Раньше результатами обучения считали знания, умения и навыки (ЗУН), обретенные учащимися в учебном процессе. С точки зрения системно-деятельностного подхода, на котором базируются стандарты нового поколения, результатами освоения образовательной программы являются «достижения личностного, социального, коммуникативного и познавательного развития обучающихся» [343, с. 4]. В стандартах выделены личностные, метапредметные и предметные результаты освоения основной образовательной программы обучающимися. Метапредметные результаты обучения включают «универсальные учебные действия (регулятивные, познавательные, коммуникативные), способность их использования в учебной, познавательной и социальной практике» [342, с. 5]. В стандартах выделена система универсальных учебных действий (УУД), на ступени основного общего образования программа развития УУД должна быть направлена «на формирование у учащихся основ культуры исследовательской и проектной деятельности» [342, с. 30].

Поставленные ФГОС задачи оказались для учителя достаточно новыми и сложными в методическом плане, требующими соответствующего методического обеспечения и дополнительной подготовки учителей к их реализации [10; 163; 180].

Под редакцией А. Г. Асмолова подготовлено и издано пособие для учителей по формированию УУД в основной школе [15]. В пособии разработчики изложили методологические основы развития УУД: культурно-исторический системно-деятельностный подход и периодизация

психологического развития, определяющая возрастные психологические особенности развития личности и познания [15, с. 5]. Авторы приводят описание каждого вида УУД, приводят примеры заданий, направленных на их развитие. В главе, посвященной познавательным УУД, поднимается вопрос их формирования в исследовательской и проектной деятельности. Однако перечисляются известные акты: отличия и сходства учебно-исследовательской и проектной деятельности, их этапы, приводятся отдельные типовые задачи для организации учебно-исследовательской деятельности на материале математики, литературы и географии. Примеров на содержании естественнонаучных дисциплин не приведено. Возникает вопрос: сможет ли учитель, изучив пособие, организовать учебный процесс, в котором целенаправленно и систематично развиваются исследовательские умения учащихся? Скорее всего, нет, т.к. учителю требуется понять, как спроектировать учебно-исследовательскую деятельность в учебном процессе, на каком содержании, какими методами, формами и средствами обучения ее реализовать, а не просто увидеть отдельные примеры.

В. С. Лазарев отмечает проблемы организации проектирования в школьной практике: «В том «проектировании», в которое сегодня в большинстве случаев участвуют учащиеся, полноценные условия для развития их мышления не создаются. И прежде всего потому, что проектировать учащиеся не учат. Включаясь в проектирование, они не осваивают культуру проектировочной деятельности. Дети получают новые для себя знания, но не осваивают культурные способы исследования окружающего мира» [142, с. 299]. Эти слова можно отнести и к организации учебно-исследовательской деятельности. Для освоения умений и навыков исследовательской деятельности учащимися необходимо не просто включить их в эту деятельность, но и организовать ее так, чтобы «учащиеся одновременно решали учебные задачи, связанные с освоением способов этой деятельности» [142, с. 302].

Авторы учебно-методические комплектов должны ориентироваться на требования стандарта, в первую очередь, на предметные результаты, но

предусматривать развитие УУД на содержании предмета. При обучении физике обязательным является приобретение опыта применения научных методов познания. Проведем анализ некоторых рекомендованных к применению в образовательном процессе УМК по физике с точки зрения формирования опыта учебно-исследовательской деятельности.

По-прежнему самым распространенным в российских школах УМК является комплект на основе учебников А.В. Перышкина. Учебники были переработаны новых требований, добавлены новые иллюстрации и обновлены старые. Однако заданий для организации элементов исследовательской деятельности в учебниках недостаточно, лабораторные работы традиционно содержат полную инструкцию, исключая деятельность учащихся по подбору оборудования, планированию опыта.

Последовательное и систематическое формирование познавательных и исследовательских умений предусмотрено авторами УМК физики 7-9 классов Н. С. Пурышевой, Н. Е. Важеевской [282-284]. Основные идеи курса физики: «его экспериментальный характер, формирования у учащихся знаний о методах познания, умений применять их при изучении физических явлений» [282, с. 4]. В УМК включены рабочие тетради, на основе которых учащиеся при выполнении лабораторных работ могут постепенно осваивать основные этапы исследовательской экспериментальной деятельности [283; 284].

Интерес с точки зрения нашего исследования представляли учебники по физике для основной школы, разработанные коллективом авторов: В. Г. Разумовский, В. А. Орлов, Ю. И. Дик, Г. Г. Никифоров, В. Ф. Шилов [294; 295]. Основная идея авторов состояла в том, что «учащихся следует знакомить как с результатами научных достижений, так и с научными методами познания и научными методами исследования физических явлений» [229, с. 5]. В учебники включены исследования, которые выполняют учащиеся, в частности, в 7 классе предлагается исследовать зависимость силы упругости пружины от ее удлинения, силы трения от силы нормального давления и др., в классе зависимость между температурой газа и его давлением при постоянном

объеме, силы тока в проводнике от напряжения на его концах и др. Авторы предлагают вариант исследования, при этом его полностью описывают, включая необходимое оборудование, ход опыта. На наш взгляд, приведенное описание ограничивает возможности учителя по формированию отдельных исследовательских умений. Например, чтобы учащиеся освоили умение отбирать оборудование для проведения экспериментального исследования, нужно дать возможность им самостоятельно выполнять это действие. Однако в настоящее время этот комплект учебников не имеет грифа и не может использоваться в учебном процессе в школах.

Л. А. Проянковой, Г. П. Стефановой, И. А. Крутовой разработаны методические рекомендации к учебнику С. В. Громова и Н. А. Родиной, позволяющие учителю организовать обучение физике на деятельностной основе [278].

Стандарты образования в школе выдвигают требования кадрового обеспечения реализации основной образовательной программы, причем выделены умения учителя «организовывать и сопровождать учебно-исследовательскую и проектную деятельность обучающихся, выполнение ими индивидуального проекта» [343, с. 37]. На этапе проведения констатирующего эксперимента необходимо было выявить, насколько это требование выполняется на практике. Было проведено анкетирование учителей физики школ Нижнего Новгорода и учителей физики школ из 15 субъектов Российской Федерации, участвующих в проекте «Школа РОСАТОМ».

Анкетирование учителей физики Нижнего Новгорода, в котором приняли участие 69 педагогов, показало, что организуют учебно-исследовательскую деятельность (ее элементы) на уроках в основной школе лишь 26%, в старших классах (10, 11 классы) 15% опрошенных учителей; на внеклассных занятиях (факультативах, кружках) 26% учителей; руководят выполнением индивидуальных учебно-исследовательских работ 34% учителей. Учителя физики из школ объединения «РОСАТОМ» показали близкие результаты в части урочной и коллективной внеурочной учебно-исследовательской

деятельности учащихся: на уроках в основной школе организуют учебно-исследовательскую деятельность 32%, в старших классах 17% учителей физики; в коллективной внеурочной 30%. Руководством индивидуальных учебно-исследовательских работ школьников учителя физики школ «РОСАТОМ» занимаются активнее своих нижегородских коллег: 45% учителей в основной школе и 57% учителей в средней школе (10 и 11 классы).

В анкете учителям было предложено ответить на вопрос о роли учебно-исследовательской деятельности учащихся в образовательном процессе, какие задачи она призвана решить. Учителя физики показали, что признают важную роль в создании учебной мотивации в целом, повышении интереса к изучению физики, в освоении научных методов познания и т.д. Вместе с тем, учителя физики объяснили, почему, понимая ценность учебно-исследовательской деятельности, не используют или недостаточно используют ее в учебном процессе:

- недостаток времени на уроке, жесткие рамки программы (68%);
- недостаточное материально-техническое оснащение, отсутствие оборудования (48%);
- низкая мотивация учащихся, отсутствия интереса к точным наукам и исследованиям (26%);
- отсутствие методической подготовки и нехватка опыта по организации учебно-исследовательской деятельности учащихся (20%);
- большая нагрузка и нехватка времени на подготовку к организации учебно-исследовательской деятельности учащихся (15%);
- введение итоговой аттестации в форме ОГЭ и ЕГЭ (11%).

Единственным объективным фактором из всех перечисленных выше, на наш взгляд, является недостаточное материально-техническое оснащение, которое, безусловно, необходимо для осуществления экспериментальной исследовательской деятельности. В последнее время ситуация с закупкой необходимого оборудования меняется к лучшему, в школах Нижнего

Новгорода поступает современное оборудование, в том числе позволяющее использовать цифровые технологии.

Другие причины показывают неготовность самих педагогов к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности: на уроках возможен не полный цикл исследования, квазиисследовательская деятельность, которая проектируется учителем в рамках часов, отведенных программой; включение учебно-исследовательской деятельности призвано как раз решить проблему низкой мотивации, повысить интерес к изучению физики. Последняя из указанных причин (введение ОГЭ и ЕГЭ как форм итоговой аттестации) заслуживает отдельного анализа. Действительно, при введении новых форм итоговой аттестации некоторые учителя своей задачей стали видеть не организацию учебной деятельности, а «подготовку к ЕГЭ», в худшем варианте – выучивание только тех формул и законов, которые входят в кодификатор. Если в итоговой аттестации по физике за курс основной школы присутствует экспериментальная часть, то в ЕГЭ по физике эксперимент, к сожалению, отсутствует.

Учителя отметили нехватку методической литературы по проблеме организации учебно-исследовательской деятельности и указали виды методических пособий:

- методические рекомендации для учителя, содержащие алгоритмы проектирования уроков;
- дидактические материалы, содержащие задания для организации исследовательской деятельности;
- программы факультативов, кружков, спецкурсов по формированию навыков исследовательской деятельности;
- сборники выполненных исследовательских работ;
- диагностические материалы.

Главным фактором, затрудняющим организацию учебно-исследовательской деятельности при обучении физике в школе, является недостаточная мотивация самих учителей и отсутствие подготовки учителей

физики к решению данной профессиональной задачи. Анализ результатов выполнения учителями заданий, моделирующих профессиональную деятельность, показал, что не умеют отбирать содержание обучения для организации учебно-исследовательской деятельности, сопоставлять содержание исследовательской задачи и степень самостоятельности учащихся при ее решении, на отдельных этапах и т.д.

В ряде исследований состояния готовности учителя к организации и сопровождению учебно-исследовательской деятельности учащихся, проведенных в различных регионах России, было получены результаты, аналогичные указанным выше [4; 6; 41; 48; 226; 334]. Учителя испытывают большие затруднения в проектировании отдельных этапов учебного исследования, выборе и формулировании исследовательских задач. Основная причина, как отмечают авторы исследований, состоит в недостаточной методической подготовке учителей в области организации учебно-исследовательской деятельности школьников.

По результатам международных мониторинговых исследований Programme for International Student Assessment (PISA) и Trends in Mathematics and Science Study (TIMSS), проведенным в 2015 году, отмечается, что «наибольшие трудности российские школьники в понимании процедур естественнонаучного исследования» [256, с. 102]. Причем в TIMSS российские восьмиклассники показали результат, превышающий среднее международное значение, то в PISA российские 15-летние учащиеся (в основном, девятиклассники) показали результат ниже среднего международного. Различия результатов двух международных мониторинговых исследований объясняются различными целями, и соответственно видами заданий. В TIMSS задания были сформулированы по предметному принципу и разделены на три группы – знание, применение, рассуждение. Лучший результат российские школьники продемонстрировали в группе вопросов «знание», и немного хуже справились с заданиями на их применение и рассуждение. В исследовании PISA измеряется уровень естественнонаучной грамотности школьников по трем видам

деятельности: научное объяснение явлений, применение методов естественнонаучного исследования, интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов. При выполнении заданий по всем видам деятельности результат российских школьников ниже среднего международного, но самый низкий балл получен за выполнение заданий на применение методов естественнонаучного исследования [256, с. 94].

Выявлен ряд факторов, влияющих на результаты PISA [115]. Одной из причин является преобладание в российских школах практик обучения, в которых школьникам отводится пассивная роль. Лидирующие позиции в TIMSS и PISA занимают Сингапур, Япония и Тайвань, в системах образования которых распространено исследовательское обучение (IBL), о котором говорилось в п. 1.2.

Группой исследователей, анализирующих факторы, влияющие на результаты PISA, отмечено, что основное влияние оказывают учебные практики: «то, как учит учитель, гораздо больше влияет и на результаты выполнения естественнонаучной части теста PISA, и на профессиональную ориентацию учащихся, чем ресурсное обеспечение учебного процесса, или предлагаемая школой внеурочная деятельность» [115, с. 72]. В том числе было изучено влияние практик на основе исследовательской деятельности, к которым авторы относят выполнение лабораторных работ, планирование учащимися эксперимента, его проведение, обсуждение результатов и т.п. Оказалось, что «эти практики имеют отрицательную связь с естественнонаучной грамотностью учащихся – при их использовании результаты российских учащихся снижаются» [115, с. 76]. Полученные данные, безусловно, не говорят о неэффективности исследовательских практик, поскольку, только включая учащихся в исследовательскую деятельность, можно научить их применять методы естественнонаучного исследования. Авторы признают, что основная причина в том, что учителя не умеют грамотно использовать эти практики. Одним из важных направлений исправления ситуации является внедрение «системы подготовки, переподготовки и

повышения квалификации учителей, в которых требуется кардинальное обновление содержания и методов обучения, направленное на повышение качества и эффективности работы учителей, в частности обучение их методам эффективного использования учебного времени не только на уроках, но и после обязательных занятий в школе» [115, с. 78].

Таким образом, существует противоречие между требованиями нормативных документов к подготовке учителя к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся и неготовностью учителей физики к решению данной профессиональной задачи, которую показывает практика. Результаты констатирующего эксперимента и проблемы, возникающие у учителей физики при организации учебно-исследовательской деятельности учащихся, мы отразили в работах [149; 162].

Если учитель не готов к организации учебно-исследовательской деятельности и формированию исследовательских умений на ее основе, то, как следствие, выпускники школ не обладают тем уровнем исследовательских умений, на который рассчитывают вузы. На этапе констатирующего эксперимента нами был проведен входной контроль экспериментальных исследовательских умений студентов первого курса физического факультета ННГУ, в котором приняли участие 168 первокурсников.

Студентам было предложено по фотографии приборов определить их показания и записать их с учетом абсолютной и относительной погрешности. С первой частью задания справились 64% студентов, участвовавших в эксперименте. Для остальных оказалось проблемой определить цену деления прибора, как следствие, неправильно считывали показания. Абсолютные погрешности измеряемых величин определили 57% испытуемых, относительные погрешности правильно сосчитали 12% студентов. С определением погрешности косвенных измерений не справился никто из испытуемых.

В следующем задании студентам было предложено перечислить по порядку основные этапы экспериментального физического исследования.

Третья часть испытуемых не смогли перечислить этапы, почти половина студентов в качестве первого этапа называли сборку экспериментальной установки, далее проведение эксперимента. Это говорит о том, что такие этапы, как построение модели исследуемого явления, выбор оборудования и методики эксперимента, определение оптимальной последовательности измерений в учебном процессе школы учащиеся не выполняют. Лабораторный эксперимент выполняется в репродуктивном варианте, когда учащиеся действуют по готовой инструкции (все указанные выше шаги выполняют авторы инструкции – авторы УМК или учитель).

Для обучения в университете требуется более высокий уровень исследовательских умений, поэтому преподавателям физики вуза придется восполнять пробелы не только в знаниях школьного курса физики, но и в формировании способов экспериментальной деятельности [175; 176].

Выводы по первой главе

1. Анализ существующих подходов к определению понятия «учебно-исследовательской деятельности учащихся» позволяет сделать вывод, что учебная и учебно-исследовательская деятельности связаны отношением «род – вид». Опираясь на культурно-исторический системно-деятельностный подход в обучении, можно выделить педагогические условия организации учебно-исследовательской деятельности как одного из видов деятельности учебной: учащиеся мотивированы к выполнению учебно-исследовательской деятельности, систематически и последовательно в неё включаются и проходят этап рефлексии способа действия. Учебно-исследовательская деятельность, организуемая на содержании того или иного предмета школьной программы, реализуется наиболее характерными и продуктивными для данной предметной области методами его получения и осуществляется в соответствии с нормами научного познания.

2. Анализ исследований, посвященных организации учебно-исследовательской деятельности, показывает, что в настоящее время разработаны психологические основания развития учебно-исследовательской деятельности: рассмотрены основные понятия учебно-исследовательской деятельности (исследовательское поведение, исследовательские способности, исследовательская инициативность), ее цели и задачи. Учебно-исследовательская деятельность рассматривается в основном во внеурочных формах обучения (конференции научного общества учащихся, кружки, мастерские). В методике преподавания физики рассмотрены отдельные аспекты организации учебно-исследовательской деятельности в учебном процессе и развития исследовательских умений на ее основе.
3. В современном образовании педагогическое проектирование является важнейшим видом профессионально-педагогической деятельности учителя. Объектами педагогического проектирования для учителя могут являться педагогические процессы всех видов и их отдельные компоненты; педагогические ситуации; образовательное и информационно-коммуникативное пространство и среда; все виды педагогической деятельности. Говоря об учебно-исследовательской деятельности учащихся как объекте проектирования, целесообразно за основу взять последовательность, предложенную В. В Краевским: моделирование теоретическое – моделирование нормативное – проектирование – конструирование в реальном учебном процессе. Причем моделирование теоретическое и нормативное должно быть выполнено специалистами в области методики соответствующей предметной области, а проектирование и реализация проекта на практике осуществляется учителем на основе транслируемых им в процессе соответствующей подготовки моделей.
4. Проведенный анализ сложившейся практики обучения физике в школах выявил, что учителя физики испытывают значительные затруднения в проектировании и организации учебно-исследовательской деятельности, нуждаются в дополнительной подготовке и методическом сопровождении

этой деятельности. Как следствие, уровень сформированности исследовательских умений выпускников школ недостаточен.

Таким образом, анализ нормативных документов в области образования в школе, отечественных и зарубежных психолого-педагогических исследований, состояния практики обучения физике в школе показал актуальность проблемы исследования, наличие предпосылок для разработки теоретической модели деятельности учителя физики по проектированию учебно-исследовательской деятельности учащихся в образовательном процессе.

ГЛАВА 2

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ В ШКОЛЕ

На основе анализа существующих подходов к педагогическому проектированию, проведенного в первой главе, установлено, что по отношению к учебно-исследовательской деятельности учащихся как объекту педагогического проектирования, целесообразно взять последовательность, предложенную В. В. Краевским [45; 129; 131]: теоретическое моделирование – нормативное моделирование – проектирование – конструирование реального образовательного процесса. Первые два шага в этой последовательности должны быть осуществлены специалистами в области методики соответствующего предмета, а последние два шага реализуются именно учителями физики.

Говоря о готовности учителя физики проектировать и организовать учебно-исследовательскую деятельность учащихся, нужно иметь в виду, что условия обучения физике очень различаются, поэтому нельзя сообщить учителю готовые «рецепты» деятельности, передать готовые проекты уроков. Мы исходим из того, что именно учитель на основе предоставленной модели, алгоритмов деятельности должен выполнять операцию проектирования учебно-исследовательской деятельности учащихся с учетом собственной дидактической ситуации. Это наше положение находит свое подтверждение в исследованиях других авторов. В частности, говоря об обучении школьников теоретическим методам познания, Н. И. Одинцова отмечает, что ввиду разноплановости условий реализации обучения физике невозможно предложить единую методику или даже несколько вариантов ее, необходимо вооружить учителя последовательностью действий и показать образцы организации учебного процесса [250, с. 254].

2.1 Принципы и закономерности проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике в школе

В любой теории ядро представляют собой основные принципы, законы и закономерности. В отличие от естественных наук, в теории обучения законы как точно сформулированные, безусловно повторяющиеся устойчивые связи получить невозможно [204], хотя существуют частные попытки их сформулировать. В педагогике сформулированы закономерности педагогического процесса, которые носят вероятностно-статистический характер, т.е. проявляются не в каждом конкретном случае, но в большом множестве случаев. В педагогике выделяют закономерности двух типов: закономерности первого типа выполняются при любой организации образовательного процесса, закономерности второго типа проявляются в определенных условиях, если применяются определенные правила [78]. В методике обучения отдельных предметов такие закономерности выявляются и формулируются [63; 268]. Кроме того, закономерности разделяются на два типа по другому основанию: внутренние и внешние.

Закономерности выполняются в учебном процессе при соблюдении соответствующих принципов. «Принципы обучения – это исходные дидактические положения, которые отражают протекание объективных законов и закономерностей процесса обучения и определяют его направленность на развитие личности» [313, с. 205].

В разрабатываемой нами модели процессов проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике в школе выделены принципы и закономерности [154; 167; 179], выполняющиеся при условии соблюдения указанных принципов в учебном процессе.

Закономерность непрерывного и последовательного развития исследовательских умений учащихся.

Для успешного выполнения учебно-исследовательской деятельности школьникам необходимы определенные знания, умения, качества личности, составляющие основу этой деятельности. В основе учебной деятельности психологи выделяют три компонента: мотивационный, когнитивный и инструментально-деятельностный. По отношению учебно-исследовательской деятельности (как одного из видов учебной деятельности) в состав последнего компонента входят, в том числе, исследовательские умения.

Приходим к противоречию: с одной стороны, учебно-исследовательская деятельность не может быть реализована без сформированных исследовательских умений, с другой стороны, исследовательские умения учащихся могут быть сформированы только в этой деятельности. Выход в том, что учащиеся систематически включаются в квазиисследовательскую деятельность, в процессе которой происходит поэтапное формирование исследовательских умений. В образовательном процессе школы формирование исследовательских умений должно происходить на содержании всех предметов школьной программы с учетом тех методов, которые присущи соответствующей науке, в единстве урочной и внеурочной деятельности. Степень самостоятельности учащихся в организуемой деятельности должна постепенно возрастать, по мере освоения норм исследования, формирования исследовательских умений. Роль учителя в организуемой учебно-исследовательской деятельности, наоборот, уменьшается. Последовательность освоения отдельных действий и операций, входящих в состав учебно-исследовательской деятельности, должна учитывать возрастные психологические особенности развития учащихся.

Принципы, при соблюдении которых реализуется закономерность: систематичности и последовательности, сотрудничества учащихся и учителя в учебно-исследовательской деятельности, взаимосвязи учебно-исследовательской деятельности на уроке и во внеурочных формах обучения, междисциплинарной интеграции.

Принцип систематичности и последовательности.

Учитель проектирует учебно-исследовательскую деятельность не на отдельном уроке, а в пределах темы или раздела физики. Для последовательного формирования системы исследовательских умений необходимо определить, какие из них и на каком уровне должны быть сформированы на каждом этапе обучения физики. В параграфе 2.2 представлена карта формирования исследовательских умений.

Принцип сотрудничества учащихся и учителя в учебно-исследовательской деятельности.

Согласно теории деятельности, на первых этапах формирования деятельность выполняется коллективным субъектом, носителем норм этой деятельности при этом является учитель. В дальнейшем эту деятельность должен самостоятельно осуществлять каждый школьник, становясь индивидуальным субъектом. Учитель является носителем норм учебно-исследовательской деятельности и должен включаться в организуемое исследование (его элементы). Характер взаимоотношений учителя и ученика представляет собой сотрудничество для достижения цели исследования и получения нового знания.

Принцип взаимосвязи учебно-исследовательской деятельности учащихся на уроке физики и во внеурочных формах обучения.

Учебно-исследовательская деятельность при обучении физике реализуется на уроке и во внеурочных занятиях. Мы считаем, что для эффективного формирования исследовательских умений необходима именно взаимосвязь этих форм обучения. Причем предполагается последовательное прохождение трех уровней формирования исследовательских умений (рисунок 9).

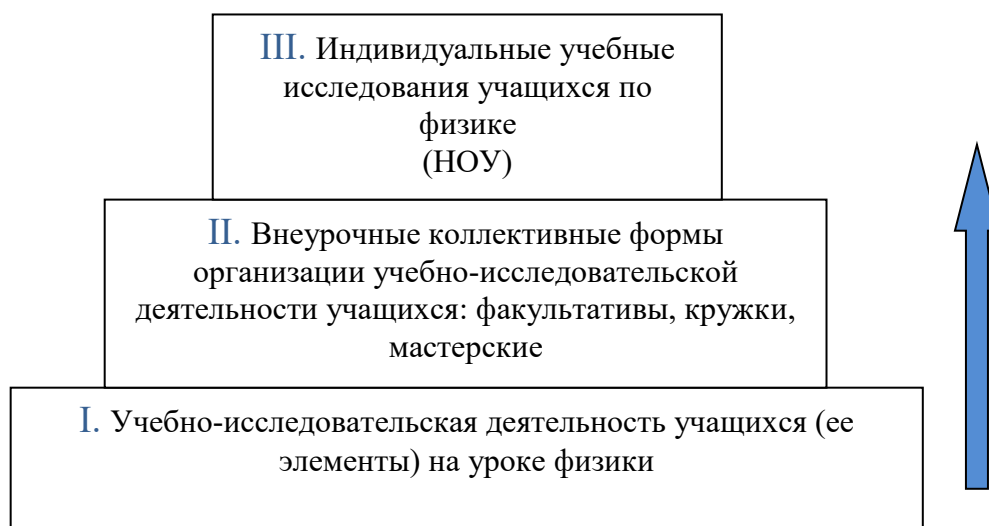


Рис. 9. Уровни организации учебно-исследовательской деятельности учащихся в образовательном процессе

Первый уровень представляет собой учебно-исследовательскую деятельность учащихся (ее элементы), организуемую учителем на уроках физики. Поскольку это основная форма обучения в школе, то при этом основные исследовательские умения осваивают все учащиеся.

На втором уровне учебно-исследовательская деятельность учащихся организуется после уроков на занятиях кружков, факультативов или мастерских. В эту деятельность вовлечены не все учащиеся, а только те, кто проявляет интерес к физическим исследованиям, и хотят реализовать себя в этой области. Соответственно, внеурочные групповые занятия дают возможность выйти этим ученикам на более высокий уровень сформированности исследовательских умений. В рамках внеурочных занятий учитель не так жестко ограничен по времени и по содержанию, как на уроке.

На самом высоком третьем уровне учащийся выполняет учебно-исследовательскую деятельность индивидуально, под руководством и в сотрудничестве с учителем. Учащийся последовательно выполняет все этапы исследования в течение длительного времени. Заканчивается такая работа защитой учебно-исследовательской работы на конференциях и конкурсах различного уровня. Учебно-исследовательская деятельность учащихся на этом уровне (работа Научных обществ учащихся) достаточно полно отражена в

педагогических исследованиях [85; 117; 335; 376]. Формирование опыта учебно-исследовательской деятельности учащихся на этом уровне описано нами в работах [166; 170; 174; 195].

Последовательный переход от первого к второму, а затем третьему уровню позволяет наиболее эффективно формировать исследовательские умения учащихся.

Принцип междисциплинарной интеграции.

Учебно-исследовательская деятельность должна реализоваться на содержании всех дисциплин учебного плана согласованно. Планируя включение при обучении физике, необходимо учитывать, какие исследовательские действия формируются при изучении других дисциплин. В частности, очень близкими методами реализуется учебно-исследовательская деятельность при изучении дисциплин естественнонаучного цикла: физики, химии, биологии.

Закономерность дидактического проектирования учебно-исследовательской деятельности учащихся, закономерная связь содержания обучения физике, методов обучения и форм его организации со степенью самостоятельности учащихся в проектируемой учебно-исследовательской деятельности.

Реализуется закономерность при соблюдении принципов: целостности учебного процесса, научности и цикличности, контекстности, рационального сочетания индивидуальных и коллективных форм обучения.

Принцип целостности учебного процесса.

Для обеспечения целостности учебного процесса по физике согласованно проектируется три аспекта:

- предметное содержание, логика его развертывания;
- учебно-исследовательская деятельность учащихся: включение учащихся в учебное исследование или его отдельные этапы, развитие исследовательских умений;

- 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 цикличности предписывает при обучении физике следовать логике науки [78], цикла научного познания «факты → модель → следствия → эксперимент» [304], выстраивать содержание учебного материала на базе ведущих физических теорий [53; 56]. 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 учебно-исследовательской деятельности.

Принцип контекстности позволяет провести анализ содержания обучения физике и выделить содержание, на котором возможна организация учебно-исследовательской деятельности учащихся, определить степень самостоятельности учащихся при ее выполнении. Прежде всего, необходимо проанализировать положение содержания обучения физике в учебной модели физической теории (эмпирическое основание, теоретическое ядро, выводы и следствия). На этапе перехода к теоретическому ядру степень самостоятельности учащихся крайне мала, т.к. нет содержательной основы для реализации исследования, а при переходе от теории к ее применению самостоятельность учащихся может быть более высокой на всех этапах учебно-исследовательской деятельности.

Принцип рационального сочетания коллективных и индивидуальных форм обучения.

Как уже упоминалось, согласно теории учебной деятельности, при формировании способа действия деятельность выполняется вначале коллективным субъектом, а затем индивидуально. В связи с этим при формировании действий, входящих в состав учебно-исследовательской

деятельности, предполагается чередование этапов фронтальных и групповых форм работы. Этапы групповой работы соответствуют тем этапам учебно-исследовательской деятельности, которые необходимо осваивать. После работы учащихся в группе происходит фронтальное обсуждение полученных результатов и коррекция. В группах могут выполняться отдельные части общего исследования, затем результаты каждой группы фронтально обсуждаются и объединяются. Уровень сложности решаемых в группах исследовательских задач может варьироваться. Учащиеся, проявившие наибольший интерес к исследовательской деятельности в области физики, выполняют учебно-исследовательскую деятельность индивидуально под руководством учителя или преподавателя вуза.

Закономерная связь организации учебно-исследовательской деятельности и формирования общеучебных умений, развития личности учащихся.

Закономерность реализуется следующими принципами: учета возрастных и индивидуальных психолого-педагогических особенностей учащихся; активности обучающегося как основы достижения целей обучения; решающей роли содержания образования, способов организации образовательной деятельности в достижении целей личностного развития; рефлексии не только содержания, но и способов действий учащихся.

Учет возрастных и индивидуальных психолого-педагогических особенностей обучающегося лежит в основе личностно ориентированного обучения. Разработчики ФГОС основного и среднего образования также отмечают, что в основу выделения состава и функций универсальных учебных действий «положены возрастные психологические особенности учащихся и специфика возрастной формы универсальных учебных действий, факторы и условия их развития» [15, с.8].

В подростковом возрасте с 11-12 лет (именно в этот период начинается изучение физики в школе) закладываются основы теоретического, рефлексивного мышления, прежде всего проявляющегося в возможности рассуждать гипотетико-дедуктивным способом. В отличие от младших

школьников, подросток может выдвигать в процессе решения интеллектуальных задач гипотезы и осуществлять их проверку.

Ведущая деятельность в подростковом возрасте – личностное общение со сверстниками, потому в процессе организации учебно-исследовательской деятельности очень важно, что школьник может реализовать свои потребности в общении со значимыми сверстниками и взрослыми.

У старшеклассников центральным новообразованием, как указывают психологи, является самоопределение, как личностное, так и профессиональное. Ведущей деятельностью в возрасте 16-17 лет является учебно-профессиональная деятельность, поэтому в этот период возможен переход от учебно-исследовательской деятельности к учебно-профессиональной, что наиболее эффективно в совместной работе школы и вуза.

Психологи отмечают особенности учебной деятельности в основной и старшей школе:

- средний школьный возраст: идет становление произвольности учебной деятельности, овладение ребенком ее общей структурой, осознание индивидуальных особенностей своей учебной работы, использование учебной деятельности как средства организации своего взаимодействия с другими школьниками.
- старший школьный возраст: учебная деятельность используется как средство профориентации и профподготовки, происходит овладение способами самостоятельной учебной деятельности и самообразования, а также переходом от усвоения общественно выработанного опыта учебной деятельности к его обогащению, т.е. творческой исследовательской познавательной деятельности.

Учет индивидуальных психолого-педагогических способностей учащихся в организуемой учебно-исследовательской деятельности будет проявляться и в том, что школьники будут включаться в учебно-исследовательскую деятельность на различных уровнях, как было сказано выше. Все учащиеся

включаются в учебно-исследовательскую деятельность на уроке. Мотивированные к учебным исследованиям по физике учащиеся включаются в исследования во внеурочной коллективной деятельности. Самые способные и заинтересованные учащиеся выполняют индивидуальные исследования, тематика которых отвечает их интересам.

Согласно деятельностному подходу в обучении, активность обучающегося признаётся основой достижения целей обучения. Развитие человека при обучении (по Л. С. Выготскому) происходит только в деятельности, которая побуждается и направляется мотивом. При проектировании и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся очень важно обеспечить мотивационный этап, чтобы учащиеся включились в организуемое учебное исследование.

Решающая роль содержания образования, способов организации образовательной деятельности в достижении целей личностного развития учащихся. Целью образования является развитие личности на основе универсальных способов познания мира. «Соответственно личностное, социальное, познавательное развитие учащихся определяется характером организации их деятельности, в первую очередь, учебной» [15, с. 6]. Этот принцип перекликается с принципом контекстности. Проектирование учебной деятельности, в том числе учебно-исследовательской, при обучении физике в школе определяется, прежде всего, предметным содержанием.

Способ действия формируется у обучающегося только при условии осознания, рефлексии самого способа. Поэтому важным принципом является рефлексия не только содержания, но и способов действий учащихся. Важной отличительной особенностью подросткового возраста является способность к рефлексии – осознание подростком собственных интеллектуальных операций и управление ими. При этом важно организовать рефлекссию не только предметного содержания – «что мы узнали, получили?», но и «как мы пришли к результату?».

Авторы примерной основной образовательной программы образовательного учреждения отмечают роль учебно-исследовательской деятельности учащихся в формировании системы УУД: «Многообразие форм учебно-исследовательской деятельности позволяет обеспечить подлинную интеграцию урочной и внеурочной деятельности учащихся по развитию у них УУД» [272, с 177].

В пособии [15] разработчики ФГОС представили рекомендации для учителя по формированию УУД в основной школе. На наш взгляд, при реализации учебно-исследовательской деятельности задействованы весь комплекс УУД, выделенных в стандарте (регулятивные, познавательные, коммуникативные). В работах [154; 184] мы выделили, какие из них задействованы на каждом этапе учебно-исследовательской деятельности. Виды УУД нами взяты из пособия [15]. Поясним на некоторых примерах. Коммуникативные учебные действия развиваются, поскольку при включении учебно-исследовательской деятельности мы предполагаем сочетание фронтальной и групповой форм организации обучения. Работая в группах, учащиеся развивают умение строить учебное взаимодействие, учебное сотрудничество со сверстниками, в том числе согласование действий с партнером, проявление лидерства. После этапа работы в группах обязательно следует этап коллективного обсуждения результатов, при этом развиваются умения формулировать вопрос, строить речевое высказывание, аргументировать свою позицию.

На различных этапах учебного исследования применяются и развиваются регулятивные действия. Например, на этапе выдвижения гипотез – прогнозирование и целеполагание, на последнем этапе исследования – контроль, оценка и коррекция, возможно новое целеполагание (принцип цикличности).

На каждом этапе исследования задействован целый комплекс познавательных УУД. Например, в начале исследования на этапе сбора информации из различных источников реализуются логические операции:

сравнение, классификация, систематизация, обобщение, анализ; умение определить противоречие, проблему. При завершении исследования – сопоставление, классификация, обобщение, построение выводов (анализ и синтез). Формирование познавательных УУД на интегративной основе описано нами в статье [188].

2.2 Модель процессов проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике в школе

Выделив принципы и закономерности организации учебно-исследовательской деятельности учащихся, выполним моделирование процессов проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся (УИДУ) при обучении физике в школе – теоретическое (модель процессов проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике в школе) и нормативное (алгоритм проектирования учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике в школе).

Модель процессов проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике в школе включает взаимосвязанные целевой, теоретический и методический блоки (рисунок 10). Моделирование учебно-исследовательской деятельности учащихся описано нами в работах [168; 169].

Целевой блок учитывает запросы современного общества, технологического производства к выпускникам школы, способным выполнять учебно-исследовательскую деятельность (на уровне высшего образования это позволит научить специалистов решать исследовательские задачи в профессиональной области), и требования стандартов образования в школе в части формирования опыта исследовательской деятельности.

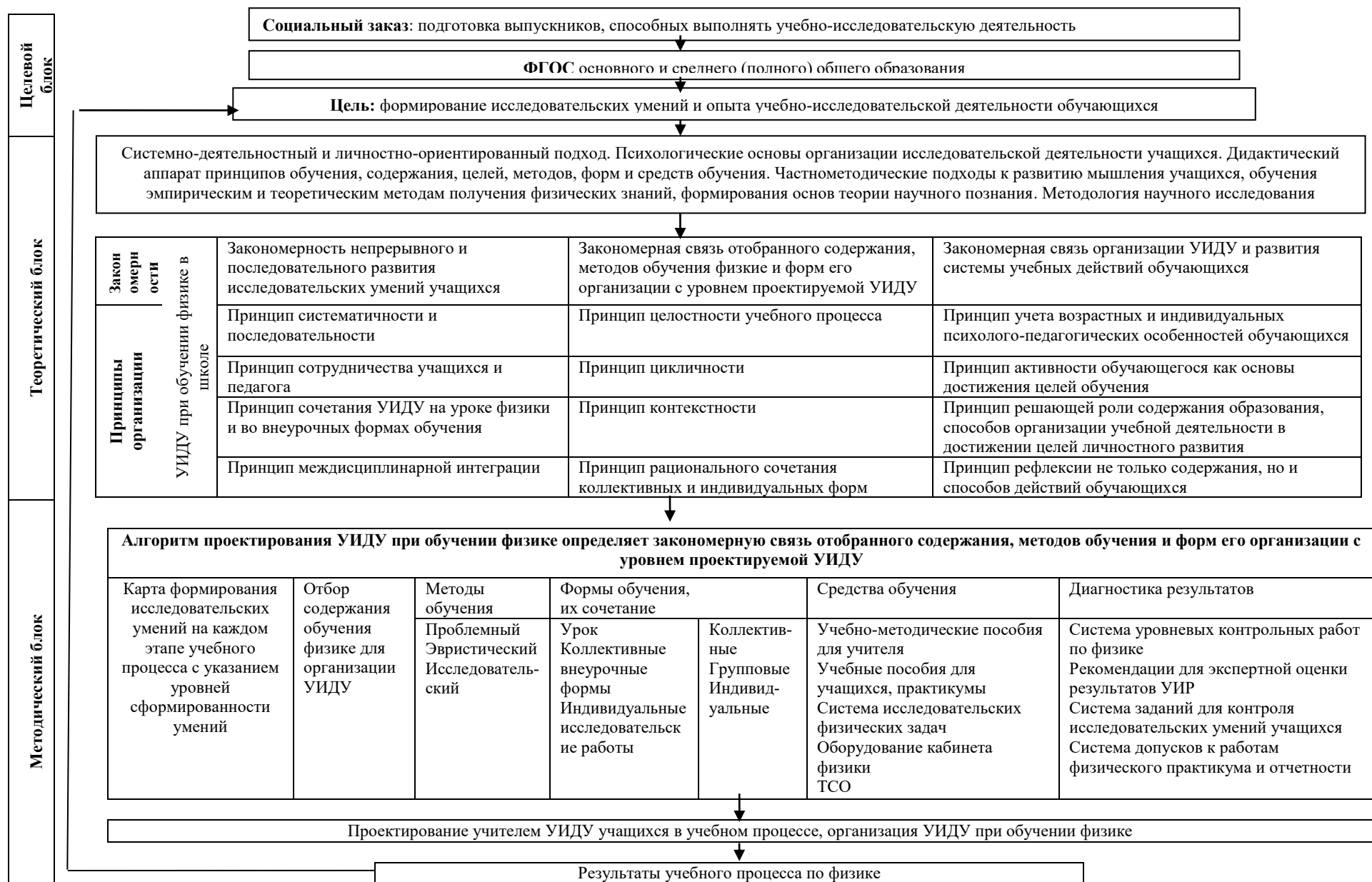


Рис. 10. Структурно-содержательная модель процессов проектирования и организации УИДУ при обучении физике в школе

Теоретический блок включает теоретико-методологическое обоснование, а также закономерности и принципы проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике в школе. Выделены принципы проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся, реализующую каждую из закономерностей (параграф 2.1). Методологическим основанием являются системно-деятельностный и личностно-ориентированный подходы в обучении. Теоретическое основание концепции составляют психологические основы исследовательского подхода к обучению (А. В. Леонтович, А. С. Обухов, А. Н. Поддьяков, А. И. Савенков и др.); разработанный в дидактике категориальный аппарат принципов обучения, содержания, целей, методов, форм и средств обучения (С. Е. Каменецкий, И. Я. Лернер, М. Н. Махмутов, Н. С. Пурышева, В. Г. Разумовский, И. М. Чередов, Н. М. Шахмаев); разработанные в теории и методике обучения физике подходы к развитию мышления учащихся, обучения эмпирическим и теоретическим методам получения физических знаний, формирования основ теории научного познания (Г. М. Анохина, Н. Е. Вадеевская, И. А. Крутова, В. В. Майер, Н. И. Одинцова, В. Г. Разумовский, Е. А. Румбешта, Ю. А. Сауров, Г. П. Стефанова), методологические основания научного исследования (В. В. Краевский, П. В. Копнин, И. В. Кузнецов, А. М. Новиков, В. А. Штофф).

В методическом блоке на основе выделенных принципов разработан алгоритм проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике в школе, применение которого позволит учителю реализовать поставленные цели. В первую очередь, общая цель (формирование исследовательских умений) конкретизирована в виде карты формирования исследовательских умений на каждом этапе обучения физике в школе с указанием уровней их сформированности.

Для обозначения целей необходимо конкретизировать формируемые исследовательские умения, определить уровни их сформированности на каждом этапе обучения физике (7-11-й классы), указать критерии их

достижения. Анализ работ, посвященных формированию и диагностике исследовательских умений учащихся, позволил нам выделить три уровня сформированности исследовательских умений школьников (таблица 1), взяв за основу степень самостоятельности при выполнении отдельных действий, входящих в состав учебно-исследовательской деятельности [7; 74; 116; 238; 376].

Таблица 1

Уровни сформированности исследовательских умений учащихся

	Название уровня	Характеристика уровня
1	Начальный	Учащиеся выполняют действия на основе алгоритмов, в типичных ситуациях, под непосредственным руководством учителя
2	Основной	Учащиеся выполняют действия при частичной поддержке учителя в виде наводящих вопросов (частичная самостоятельность)
3	Высокий	Учащиеся выполняют действия самостоятельно, могут планировать и анализировать свою деятельность

На основе анализа требований стандартов основного и среднего общего образования, а также исследований, посвященных формированию экспериментальных и исследовательских умений при обучении физике, нами составлена карта формирования исследовательских умений в процессе обучения физике в школе (таблица 2).

Таблица 2

Карта формирования исследовательских умений учащихся на каждом этапе обучения физике в школе (Н – начальный уровень, О – основной, В – высокий)

Этапы исследовательской деятельности	Основные исследовательские умения, формируемые при обучении физике	Класс (этап формирования)				
		7-й	8-й	9-й	10-й	11-й
Постановка исследовательской задачи	Собирать факты	Н	Н-О	О	О-В	В
	Выявлять противоречия	Н	Н	Н-О	О	О-В
	Формулировать проблему и цель исследования	Н	Н	Н-О	О	О-В
Выдвижение гипотез	Строить модель исследуемого явления	Н	Н-О	О	О-В	В
	Выдвигать гипотезы на основе знания основополагающих физических закономерностей и законов, наблюдений и экспериментов	Н	Н-О	О	О	О-В
Планирование решения исследовательской задачи	Планировать эксперимент (определять последовательность количество измерений, интервалы и т.п.)	Н	Н-О	О	В	В
	Отбирать оборудование для проведения эксперимента	Н-О	О	О	О-В	В
Реализация разработанного плана	Собирать установку для проведения эксперимента	Н	Н-О	О	О-В	В
	Определять цену деления прибора	Н-О-В	В	В	В	В
	Снимать показания приборов	Н-О	О-В	В	В	В
Анализ и оценка результатов, построение обобщений	Определять погрешности прямых измерений	О-В	В	В	В	В
	Определять погрешности косвенных измерений	Н-О	О	О	О-В	В
	Оформлять результаты эксперимента в виде таблиц	Н-О	О-В	В	В	В
	Оформлять результаты эксперимента в виде графиков	Н-О	О	О-В	В	В
	Выполнять предварительную оценку результатов опыта	Н	Н-О	О	О	О-В
	Анализировать результаты эксперимента и формулировать выводы, обобщения	Н-О	О	О	О-В	В
	Составлять отчет о работе	Н-О	О	О	О-В	В
	Представлять (защищать публично) результаты исследования	Н	Н	Н-О	О	О-В

По таблице 2 можно определить, какие экспериментальные и исследовательские умения подлежат формированию на каждом этапе обучения, а также уровень, на котором каждое из них должно быть сформировано.

В 7-м классе начинается формирование умений проведения, анализа и обработки результатов эксперимента. В частности, отрабатываются умения работать с измерительными приборами, освоение приемов и методов прямых и косвенных измерений, определение цены деления измерительных приборов, оценка погрешностей прямых измерений, правила оформления лабораторного эксперимента и т.д. Некоторые умения уже к концу 7-го класса должны быть сформированы на высоком уровне самостоятельности – это определение цены деления прибора, абсолютной погрешности прямых измерений.

К моменту завершения обучения в основной школе (9-й класс) умения, формируемые на высоком уровне, определены стандартами [342], в том числе определять цель эксперимента, снимать показания приборов, определять погрешности прямых и косвенных измерений, оформлять результаты эксперимента в виде таблиц и графиков. Остальные умения предполагают частичную самостоятельность (выполнение действий при частичной помощи учителя).

В старшей школе (10-11-й класс) продолжается формирование умений, согласно требованиям стандарта среднего (полного) общего образования [343]. У выпускника средней школы на высоком уровне должны быть сформированы такие умения, как строить математическую модель исследования; выдвигать гипотезы на основе знания основополагающих физических закономерностей и законов, наблюдений и экспериментов; планировать эксперимент; анализировать результаты, строить выводы, обобщения.

На основе анализа содержания обучения в дальнейшем учитель физики может определить, на каком содержании можно организовать учебно-исследовательскую деятельность учащихся (ее элементы), и какие из требуемых картой умений при этом будут развиваться.

Опираясь на культурно-исторический системно-деятельностный подход в обучении, можно выделить педагогические условия формирования основных умений исследовательской деятельности, как обобщенных способов выполнения исследовательских действий:

- учащиеся мотивированы к выполнению учебно-исследовательской деятельности, цель этой деятельности сформулирована самими учащимися на основе возникшей у них потребности;
- учащиеся систематически и последовательно включаются в учебно-исследовательскую деятельность;
- учащиеся проходят этап рефлексии способа действия при решении исследовательских задач.

Таким образом, условиями являются включенность учащихся в учебно-исследовательскую деятельность, рефлексивность и проблемность организованного процесса [143, с. 7].

Учащиеся многократно выполняют основные исследовательские действия при решении учебно-исследовательских задач. За основу нами была взята схема накопления опыта действия, предложенная В. С. Лазаревым (рисунок 11) [140; 141; 143].



Рис. 11. Схема накопления опыта действия (по В. С. Лазареву)

Как видно из рисунка 11, процесс освоения способов выполнения исследовательских действий должен проходить несколько фаз [143, с. 9]. Учащимся нужно выполнить действие, которое раньше не выполняли. Прежде чем планировать само действие требуется найти способ оценить его результаты. Далее планируем и выполняем действие и сравниваем с ожидаемым результатом, в случае несовпадения происходит коррекция и снова повторяется цикл.

На уроке может быть выполнен не весь цикл учебного исследования, а только какой-то этап, в зависимости от того, какое действие из числа действий, составляющих учебно-исследовательскую деятельность учащихся, учитель планирует формировать на содержании обучения, на данном этапе учебного процесса. Например, если мы хотим научить учащихся планировать эксперимент, то учащиеся проходят последовательность вышеуказанных фаз на данном действии. В результате многократного выполнения действия при выполнении различных исследовательских задач, на различном физическом содержании, учащиеся осваивают обобщенный способ выполнения действия.

Учебная задача представляет собой единство целей и условий выполнения. Для того чтобы учебная задача формирования обобщенных исследовательских умений решалась в благоприятных условиях, необходимо правильно выбирать физическое содержание, на котором она будет поставлена. Нами предложена теоретическая модель отбора содержания обучения для организации учебно-исследовательской деятельности (ее элементов) и выбора на его основе степени самостоятельности учащихся в организуемом исследовании с учетом возрастных и индивидуальных особенностей учащихся, а далее определение методов, форм и средств обучения. Алгоритм проектирования учебно-исследовательской деятельности при обучении физике подробно описан в параграфе 2.3. Дидактическое наполнение форм, средств обучения и форм диагностики результатов обучения конкретизировано для уровня основного и среднего общего образования с учетом возрастных особенностей учащихся, что отражено в таблице 3.

Конкретизация методического блока модели процессов проектирования и организации УИДУ в школе

	Развивающие цели	Формы организации УИДУ	Средства обучения	Средства диагностики
7-9 кл.	Формирование основ исследовательской культуры учащихся [342]	1. УИДУ (ее элементы) на уроках физики. 2. Внеурочная УИДУ по физике: факультативы, кружки, мастерские. 3. Индивидуальные учебные исследования под руководством учителя	1. Методические рекомендации для учителя физики по организации УИДУ в системе уроков физики. 2. Система задач для организации внеурочной коллективной УИДУ. 3. Оборудование для проведения всех видов школьного физического эксперимента. 4. ТСО.	1. Система уровневых контрольных работ по физике, включающие задания по проверке исследовательских умений. 2. Система задания для проверки отдельных познавательных УУД на содержании физики. 3. Система заданий для проверки исследовательских умений.
10 - 11 кл.	Формирование системных представлений и опыта применения методов, технологий и форм организации учебно-исследовательской деятельности [343]	1. – 3. то же, что в основной школе. 4. Элективные курсы физики на базе вуза. 5. Исследовательский физический практикум. 6. Система лекций ведущих ученых. 7. Индивидуальные учебные исследования под руководством специалистов вуза (профильного НИИ).	1. - 4. то же, что в основной школе. 5. Учебные пособия по основным разделам физики для профильной школы. 6. Учебные пособия по организации исследовательского физического практикума в системе «школа-вуз» 7. Учебная лаборатория для проведения физического практикума	1. Система уровневых контрольных работ по физике. 2. Система заданий по проверке исследовательских умений. 3. Система допусков к лабораторным работам практикума и отчетности по каждой работе. 4. Публичная защита исследовательской работы на конференциях НОУ и конкурсах.

В 7-9-х классах основная роль в организации учебно-исследовательской деятельности учащихся принадлежит учителю, прошедшему предварительное обучение проектированию и организации учебно-исследовательской

деятельности. Учителю проходит специальную подготовку к этому виду деятельности, после чего использует предоставленный ему методические материалы, включающие рекомендации по проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся в системе уроков физики, систему задач для организации внеурочных учебных исследований по физике, а также диагностический инструментарий.

В 10-11-х классах продолжается развитие исследовательских умений, согласно карте их формирования (таблица 1), повышается уровень сложности решаемых задач, более широко используются теоретические методы исследования. На этом этапе учебно-исследовательская деятельность учащихся используется как средство профориентации и профподготовки, поэтому помимо урочных и внеурочных занятий в школе, учащимся, проявившим склонности к исследовательской деятельности в области физики, важно дать возможность реализовать себя в этой деятельности на базе вуза. Исследовательская деятельность школьников-студентов выступает как фактор интеграции учебного процесса школы и вуза, обеспечивающий преемственность образования.

Модель включает обратную связь в виде диагностики исследовательских умений школьников, включающую разработанный инструментарий и рекомендации для учителя по анализу полученных результатов. Диагностика результатов учебного процесса в части формирования исследовательских умений учащихся описана в параграфе 4.4.

2.3 Алгоритм проектирования учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике в школе

Для обоснованного включения учебно-исследовательской деятельности учащихся в учебный процесс учителю в качестве нормативной модели учителю

необходим алгоритм проектирования, который определит связь целей, содержания и методов обучения, форм его организации с уровнем проектируемой учебно-исследовательской деятельности учащихся [177].

Рассмотрим возможные варианты организации учебно-исследовательской деятельности при обучении физике в зависимости от содержания обучения и основной дидактической цели. В зависимости от содержания обучения учебно-исследовательская деятельность может осуществляться на разных уровнях и реализуется различными методами обучения.

Последовательность проектирования: содержание – дидактические цели – методы – формы организации – средства обучения – диагностика полученных результатов. Согласно принципу целостности учебного процесса, проектируется не отдельный урок, а организация учебно-исследовательской деятельности учащихся в рамках темы или раздела физики.

В первую очередь, необходимо провести анализ содержания обучения. Традиционно в методике обучения физике научно-методический анализ темы курса рекомендуют проводить с трех позиций [8; 17; 90]:

- значимость темы в общей системе знаний;
- новизна изучаемого материала;
- сложность изучаемого материала.

К этим трем позициям предлагаем добавить еще одну, по сути, интегрирующую позицию: рассмотреть содержание с точки зрения структуры учебной модели физической теории. В таблице 4 показаны направления научно-методического анализа содержания темы.

Роль физической теории в отборе содержания обучения, проектирования учебного процесса подчеркивается в ряде исследований [53; 56; 226; 281]. В структуре любой физической теории выделяют основания, ядро, следствия [135; 236]. И. В. Кузнецов указывает, что над этими тремя частями теории существует специфическая надстройка, представляющая собой общую интерпретацию основного содержания теории [135]. Н. С. Пурышева, разрабатывая проблему дифференциации обучения физики, подчеркивает роль

физических теорий в конструирования содержания курса физики [280]. В работе отмечается, что и частные физические теории имеют «ту же структуру, что и фундаментальные теории: собственное основание, включающее эмпирический базис, ядро, следствия и интерпретацию» [281, с. 187].

Таблица 4

Научно-методический анализ содержания обучения

№ п/п	Направления анализа	Элементы анализа
1.	Значимость	Выявление фундаментальных понятий, идей, принципов. Значение изучаемого содержания для понимания дальнейшего или осмысления пройденного ранее. Практическое значение [6].
2.	Новизна	Выявить - понятия и законы, изученные ранее в физике, на которые можно опереться; - содержание других дисциплин может быть основой для изучения нового физического материала; - жизненный опыт учащихся, необходимый для изучения нового содержания.
3.	Сложность	Степень абстрактности, обобщенности изучаемых понятий и законов. Сложность математического аппарата, используемого для выводов.
4.	Структура учебной модели физической теории	Выделить в содержании темы материал, относящийся к основанию, теоретическому ядру и его следствиям, применениям

Роль физической теории в проектировании и планировании учебного процесса подчеркивает в своем исследовании А. А. Машиньян: «в качестве носителя информации при проектировании и планировании учебного процесса выступает научная физическая теория» [226, с. 237]. Подчеркивая отличие учебного познания от познания научного, автор предлагает в школьном курсе физики трансформировать научную физическую теорию в учебную модель физической теории (УМФТ). В процессе создания учебной модели каждой из четырех изучаемых в школе научных физических теорий (классическая механика, термодинамика и молекулярная физика, классическая

электродинамика и квантовая физика) происходит дифференциация «уровня ее усвоения по трем параметрам: теоретической общности приобретаемых знаний, научной глубины представления фактов и характеру формируемых умений» [226, с. 239-240].

На рисунке 12 схематично показано соответствие степени самостоятельности учащихся и выбираемых методов обучения положению содержания обучения в структуре физической теории.

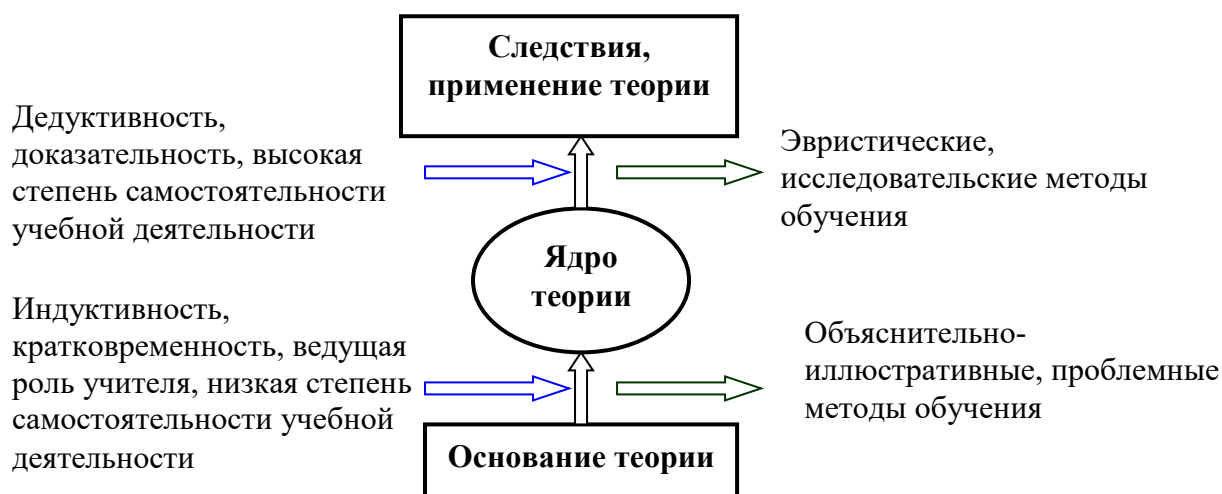


Рис. 12. Отражение модели физической теории в организации учебного процесса

Собственно, этот анализ интегрирует в себе два предыдущих пункта (новизна и сложность изучаемого материала), т.к. положение в структуре физической теории уже дает представление о степени новизны и сложности изучаемого содержания. Анализ содержания обучения физике как основу включения учебно-исследовательской деятельности учащихся в учебный процесс мы описали в работе [157].

В качестве практического примера анализа содержания темы с точки зрения структуры физической теории рассмотрим тему, которая изучается в 7-м классе – «Давление твердых тел, жидкостей и газов» (рисунок 13).

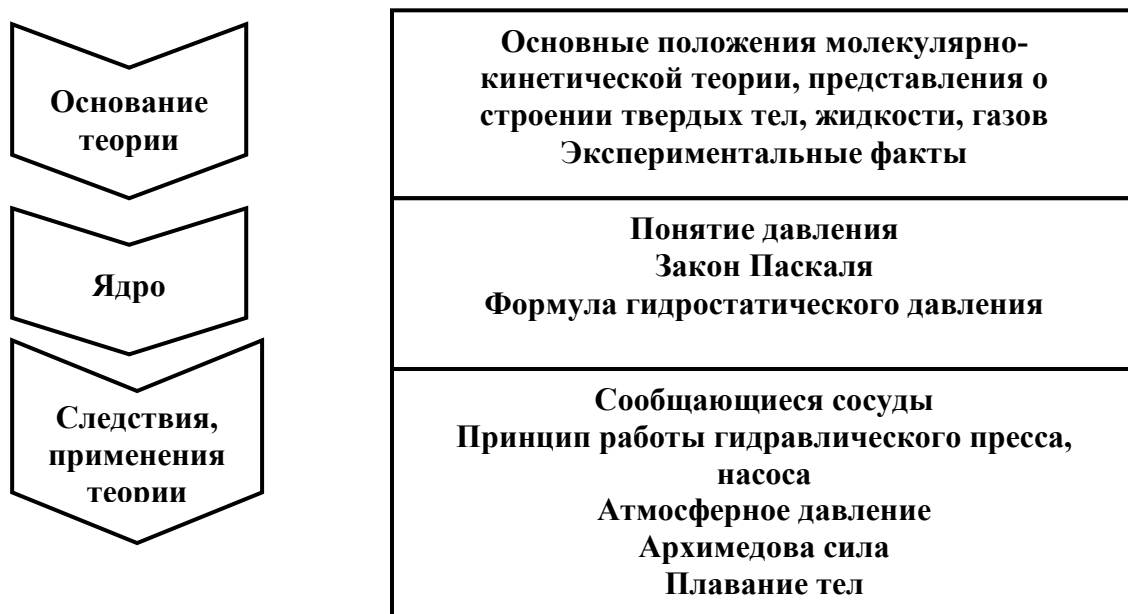


Рис. 13. Положение содержания темы «Давление твердых тел, жидкостей и газов» в учебной модели физической теории

Соответственно, по стандартному планированию темы, переходу «основание – ядро темы» отводится 5 уроков, а применению сформированного теоретического ядра, следствиям теории – 17 уроков. При формировании теоретического ядра степень самостоятельности учащихся минимальна, метод обучения при организации элементов учебно-исследовательской деятельности – проблемный. Но даже при таких ограничениях в организации учебно-исследовательской деятельности учащихся на этом этапе изучения темы у учителя есть возможность выбирать те исследовательские умения, которые он намерен развивать на уроке.

Проектирование урока включает последовательность действий: 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 [53; 316; 359].

Анализ содержания обучения включает в себя знания, умения, способы деятельности, подлежащие усвоению при изучении данной темы физики. В

соответствии с новыми стандартами обучения в школе необходимо определить, какие универсальные учебные действия могут развиваться на данном содержании. Исходя из анализа содержания, его новизны, сложности, определяем цели урока. На основе деятельностного подхода цели формулируются по видам деятельности учащихся: узнают ..., научатся применять..., выведут в результате исследования ...

Цель определяет тип урока: узнают или выведут в учебно-исследовательской деятельности – урок новых знаний; научатся применять – урок формирования умений и навыков и т.п. Тип урока, в свою очередь, определяет методы обучения. На отдельных этапах урока методы обучения могут чередоваться, однако всегда можно выделить один ведущий, системообразующий, характеризующий урок определенного типа [53; 55]. Существуют различные классификации методов обучения: по степени самостоятельности, по источнику информации, по виду учебной деятельности. Мы опираемся на классификацию методов обучения, предложенную и описанную в отечественной дидактике И. Я. Лернером, М. Н. Скаткиным [78; 313]: объяснительно-иллюстративный, репродуктивный, проблемный, частично-поисковый (эвристический), исследовательский.

Вслед за методом обучения необходимо определить формы организации учащихся на уроке. С. Е. Каменецкий в своем исследовании выделил формы обучения: беседа, лекция, семинар [103], которые затем в дидактике стали общепризнанными формами учебного процесса. По количеству взаимодействующих учащихся в учебном процессе выделим фронтальные, групповые (в том числе и в парах) и индивидуальные формы организации учебного процесса. Причем на уроке указанные формы могут сочетаться и чередоваться в зависимости от дидактических целей.

В параграфе 2.1 были описано (принципу целостности учебного процесса) три аспекта образовательного процесса, являющиеся предметами проектирования, в том числе учебно-исследовательская деятельность учащихся, формирование исследовательских умений учащихся.

Для обоснованного включения учебно-исследовательской деятельности в учебный процесс учителю необходим алгоритм проектирования, который определит порядок его действий, приводящих к запланированному результату – эффективному формированию исследовательских умений и опыта исследовательской деятельности при обучении физике. Алгоритм отражает связь целей, содержания и методов обучения, форм его организации с уровнем проектируемой учебно-исследовательской деятельности учащихся. Алгоритм как последовательность этапов проектирования учебно-исследовательской деятельности учащихся представлен в виде схемы на рисунке 14.



Рис. 14. Алгоритм проектирования ИИД учащихся

Алгоритм включает следующие этапы:

- выделить цели обучения на данном этапе, в том числе предметные, метапредметные (УУД), исследовательские умения;
- провести анализ предметного содержания как описано выше, определить, на каком содержании можно формировать исследовательские умения;
- выделить возможные формируемые исследовательские умения на данном предметном содержании (согласно карте формирования исследовательских умений);
- определить степень самостоятельности учащихся при выполнении учебно-исследовательской деятельности;
- осуществить обоснованный выбор методов обучения, позволяющий реализовать учебно-исследовательскую деятельность учащихся на данном содержании;
- выбрать формы организации учащихся на каждом этапе учебно-исследовательской деятельности учащихся;
- выбрать необходимые средства обучения;
- рассмотреть организацию диагностики уровней формируемых умений и возможные способы коррекции деятельности учащихся.

Более подробно рассмотрим и проиллюстрируем каждый из указанных этапов. Существуют различные подходы к отбору содержания для организации учебно-исследовательской деятельности учащихся. Например, Т. И. Чернецкая предлагает три критерия для отбора содержания: «познавательную и практическую значимость учебного материала; объективные предпосылки для создания проблемных ситуаций; жизненный и учебный опыт учащихся» [374, с. 201].

Мы считаем, что, прежде всего, необходимо проанализировать положение содержания обучения физике в учебной модели физической теории (эмпирическое основание, теоретическое ядро, применение). На этапе перехода от эмпирического основания к теоретическому ядру, т.е. при изучении

основных понятий, законов, принципов организация учебно-исследовательской деятельности на уроке невозможна из-за отсутствия знаний, необходимых, чтобы принять исследовательскую задачу. На этом этапе возможен выбор проблемного и объяснительно-иллюстративного методов, с включением элементов учебно-исследовательской деятельности при реализации эксперимента. Это соответствует уровню *confirmation Inquiry*, описанному в главе 1, нацеленному на формирование инструментальных умений. Общая характеристика этого этапа: ведущая роль учителя, кратковременность, обоснованность, низкая степень самостоятельности учащихся.

На этапе перехода от теоретического 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 рекомендуется включать учебно-исследовательскую деятельность учащихся в урок. Выбор форм и методов обучения при проектировании и организации учебно-исследовательской деятельности на уроках физики мы описали в работе [155].

Сопоставим каждому этапу учебно-исследовательской деятельности (рис. 1а), выбираемые формы и методы обучения и степень самостоятельности учащихся. На первом этапе учебно-исследовательской деятельности учащихся на основе сбора и анализа эмпирических фактов ставится исследовательская задача и формулируется цель будущего исследования. Учителю необходимо целенаправленно «провоцировать появление вопросов и желания найти на них ответы» [247]. Учащиеся должны на этом этапе научиться ставить вопросы о недостающем знании и предъявлять требования к ответам на них [143].

На этом этапе необходимо создать проблемную ситуацию, чтобы у учащихся появилась потребность в поиске нового знания, необходимого для ее разрешения. Проблемная ситуация (как противоречие между имеющимися знаниями и наблюдаемыми явлениями, фактами) по мнению психологов, порождает поисковую активность и исследовательское поведение. Проблемная

ситуация в физике может быть создана на основе эксперимента, либо опираться на жизненный опыт учащихся, что хорошо описано в литературе [217; 218].

На втором этапе происходит выдвижение гипотез, сначала необходимо с учащимися выработать требования к результату действия (гипотеза должна быть обоснованной и проверяемой). В зависимости от дидактических целей этот этап может выполняться как в ходе фронтальной работы, так и работы в группах. В любом случае нужно добиваться обоснования выдвигаемых предположений, в некоторых случаях это может потребовать дополнительного сбора информации. Диссертационное исследование В. И. Гриценко посвящено разработке специальной системы задач для обучения выдвижения гипотез и их проверки [62].

На следующем этапе происходит планирование решения исследовательской задачи: определяем последовательность действий, которые в итоге приведут к проверке гипотезы и решению поставленной задачи. Как уже было указано, сначала действие выполняется коллективными усилиями, при руководящей роли учителя. 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.

На следующем этапе разработанные планы должны быть реализованы в процессе работы в группах преимущественно при выполнении эксперимента. В некоторых случаях разработанный план состоит в проведении демонстрационного эксперимента. Например, в 8-м классе при выводе закона Ома для участка цепи выработав план эксперимента, его реализует на демонстрационном оборудовании учитель. Результаты измерений учащиеся записывают в тетрадях, строят график, определяют вид зависимости силы тока от напряжения на участке цепи.

На последнем этапе происходит обсуждение полученных результатов, формулировка выводов, построение обобщений. Эти действия также необходимо формировать, учащиеся могут выполнять их в группах, но потом обязательно обсуждать фронтально, под руководством учителя.

Все изложенное выше показано в свернутом виде в таблице 4: выделено четыре уровня учебно-исследовательской деятельности при обучении физике. Основанием для определения уровня является положение содержания обучения физике в структуре учебной модели физической теории. На каждом уровне определена степень самостоятельности учащихся на отдельных этапах учебно-исследовательской деятельности и ведущий метод обучения. При выполнении предложенного алгоритма как последовательности действий учитель должен опираться на таблицу 5. Проиллюстрируем выделенные уровни на примерах.

Первый уровень соответствует переходу в новую понятийную область, что в структуре учебной модели физической теории соответствует переходу от эмпирического основания к теоретическому ядру. На этом этапе формулируются новые понятия, законы, принципы. Степень самостоятельности учащихся на этом этапе низкая, т.к. отсутствует содержательная основа для самостоятельной познавательной деятельности. Примерами могут служить формирование понятия давления в 7-м классе, закона Ома в 8-м классе или изучения явления электромагнитной индукции, установление соответствующего закона в 11-м классе. Самостоятельная деятельность на этом содержании возможна только при реализации разработанных планов, при этом развиваются инструментальные умения и навыки (собирать установку, снимать показания приборов и т.д.). На этом уровне целесообразно выбирать проблемный метод обучения, т.к. переход в новую понятийную область позволяет создать проблемную ситуацию.

Таблица 5

Связь содержания и методов обучения со степенью самостоятельности учащихся при проектировании учебно-исследовательской деятельности

Содержание учебного материала и цели обучения	Этапы исследования		Под руководством учителя	Сам-но	Метод обучения
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		+	

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 (**второй уровень**). В качестве примеров могут служить выяснение условия плавания тел, зависимости силы упругости от удлинения пружины, вывод газовых

законов. Во всех перечисленных случаях у учащихся есть содержательная основа, опираясь на которую, они могут самостоятельно планировать эксперимент, а затем его выполнить. Полученные результаты коллективно обсуждаются и формулируются выводы, обобщения в виде эмпирических законов.

Когда имеются основные знания учащихся и сформированы способы деятельности, можно переходить к собственно исследовательским методам обучения, передавая учащимся функции выдвижения гипотез (**третий уровень**, таблица 3), а затем и саму постановку исследовательской задачи (**четвертый уровень**, таблица 3). Примерами могут служить выяснение зависимости периода колебаний маятника от параметров колебательной системы (пружинный и нитяной маятники), изучение скорости испарения жидкости (параметры, от которых зависит скорость должны предложить учащиеся сами), зависимости сопротивления проводника от его длины, емкости плоского конденсатора от параметров системы (площади перекрытия пластин, высоты диэлектрика, вида диэлектрика). Все перечисленные исследования с точки зрения физического содержания относятся к следствиям, применению теории, поэтому есть основа для выдвижения гипотез и планирования эксперимента учащимися. При проектировании выбор учителя между третьим и четвертым уровнями зависит от степени сформированности исследовательских и универсальных учебных умений.

Наиболее эффективным при формировании исследовательских умений является сочетание фронтальных, групповых и индивидуальных форм организации учащихся. В этом случае осуществляется сотрудничество учащихся при выполнении отдельных этапов, учитель может включаться в организуемое исследование и вносить коррективы в случае необходимости на этапах фронтальной работы. Приведем пример сочетания форм организации учащихся на уроке, посвященном изучению

Рассмотрим чередование форм организации учащихся на уроке, посвященном выяснению условий плавания тел:

- ставится задача: выяснить условия плавания тел, т.е. в каком случае тело всплывает в жидкости, а в каком случае тонет;
- строится модель, выдвигается гипотеза, что поведение тела зависит от соотношения силы тяжести и выталкивающей силы;
- в группах учащиеся планируют эксперимент, который позволил бы им проверить гипотезу;
- 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), если первоначально предложенный план не удовлетворяет требованиям к результату, происходит его корректировка;
- в группах учащиеся выполняют эксперимент, который спланировали;
- фронтальное обсуждение полученных в эксперименте результатов, подведение итогов.

На рисунке 15 показана 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 4.

При реализации учебно-исследовательской деятельности схема чередования фронтальных и групповых форм организации учащихся зависит от выбора действия, которое мы планируем развивать. Например, если мы хотим формировать умение оформлять результаты эксперимента в виде таблицы или графика, то именно на этом этапе учащиеся в группах вырабатывают вариант оформления таблицы или графика. Затем каждая группа показывает свой результат на общее обсуждение: «Позволяет ли такая таблица понять проанализировать полученные результаты? Позволяет ли данный график понять характер зависимости величин?».

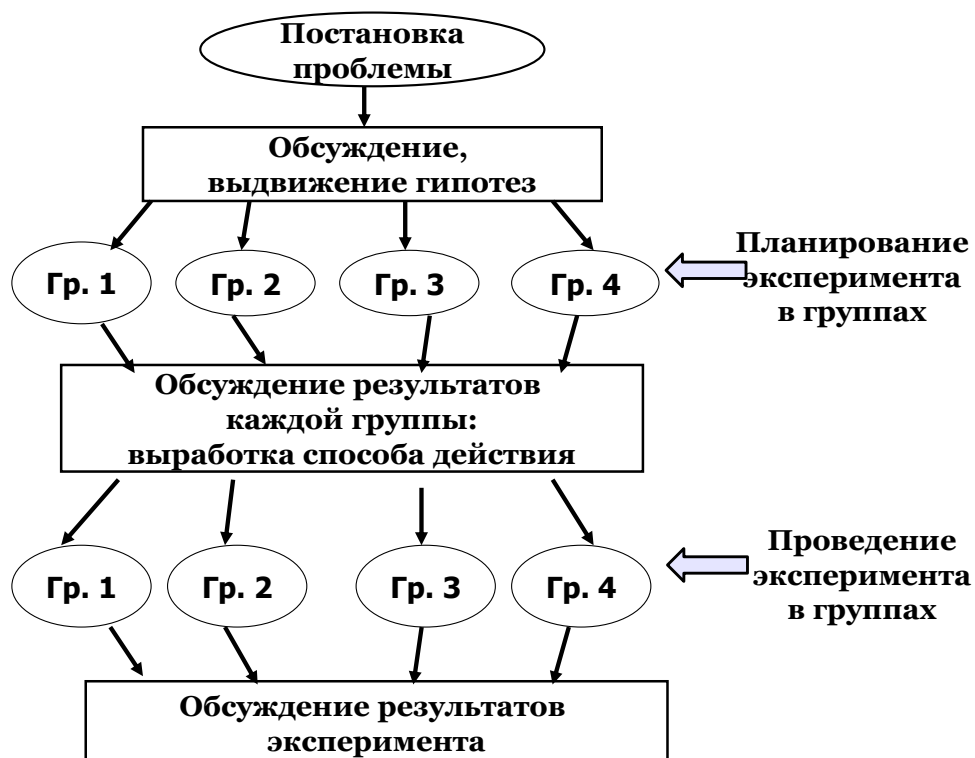


Рис. 15. Схема чередования форм обучения при организации УИДУ

В исследованиях по методике обучения физике предлагаются различные способы объединения учащихся в группы (в случае внутренней дифференциации): по когнитивным стилям (И. В. Гребенев [53; 54], Л. Б. Лозовская [203], А. А. Толстенева [329]), по уровню учебных достижений (С. В. Еремин [84], О. В. Коршунова [123], К. В. Шевякова [367]). В последнем случае основанием для формирования групп является успеваемость по результатам текущей и итоговой диагностики. При организации групп учащихся для реализации учебно-исследовательской деятельности и ее элементов нужно опираться не только на успеваемость по физике, но и на степень сформированности необходимых УУД: коммуникативных (лидерские качества, умение аргументировать свою точку зрения и т.д.), познавательных (умение строить алгоритмы, выбирать рациональный путь решения и т.п.), регулятивных (прогнозирование, целеполагание и т.п.).

В случае использования групповой формы организации можно рационально использовать время за счет разделения общего исследования на отдельные части, которые проводятся в группах, и объединения результатов

всех групп при формулировке выводов на последнем этапе. Таким образом может быть исследование зависимости периодов колебательной системы (пружинный, нитяной маятники, деревянный цилиндр в воде, вода в сообщающихся сосудах) от ее параметров, силы трения скольжения, выталкивающей силы и т.д. Приведем пример такого распределенного исследования. Пусть речь идет о зависимости коэффициента полезного действия наклонной плоскости от параметров. Гипотезы будут отличаться в зависимости от степени подготовленности учащихся по физике: при изучении основ динамики учащиеся могут построить модель движения груза по наклонной плоскости и понять, что коэффициент полезного действия зависит от коэффициента трения между поверхностями и угла наклона; учащиеся 7-8 классов будут ориентироваться на формулу для расчета коэффициента полезного действия, и выдвинут гипотезы о зависимости от веса груза, угла наклона, высоты плоскости. После выдвижения гипотез о параметрах, от которых зависит КПД наклонной плоскости, между группами распределяются задания об их проверке. Причем каждая группа планирует и проводит эксперимент проверки только одной из гипотез. На последнем этапе все результаты обобщаются и делается вывод.

Покажем примеры применения разработанных модели и алгоритма проектирования учебно-исследовательской деятельности учащихся в отдельной теме школьного курса физики и в отдельном уроке физики, выделив основные этапы исследования и формируемые исследовательские умения.

Последовательность проектирования учебно-исследовательской деятельности учащихся, представленную на рисунке 14, применим к двум темам – «Световые явления» 7-го (8-го) класса и «Электромагнитная индукция» 11-го класса. Мы намеренно выбрали разделы физики на разных уровнях образования – в самом начале изучения физики в основной школе и в выпускном классе средней школы.

Тема «Световые явления» изучается в основной школе в зависимости от УМК в 7-м классе [282] или 8-м классе [260]. На изучение темы по программе

Н. С. Пурышевой, Н. Е. Важеевской отводится 16 академических часов, в том числе три лабораторные работы – «Наблюдение прямолинейного распространения света», «Изучение явления отражения света», «Изучение изображения, даваемого линзой» [282]. По программе А.В. Перышкина на изучение темы отведено 10 академических часов и запланирована одна лабораторная работа «Получение изображений при помощи линзы». Положение изучаемого содержания в структуре физической теории показано на рисунке 16.

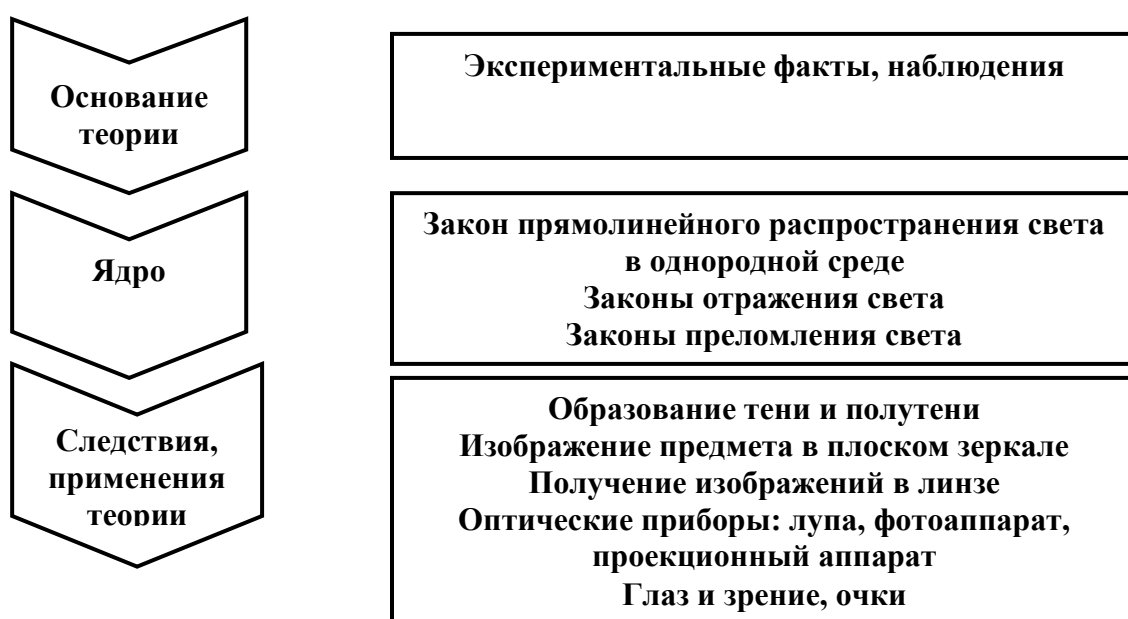


Рис. 16. Отражение содержания темы «Оптические явления» в структуре физической теории

Содержание обладает для учащихся значительной новизной, фактически опереться на изучаемый ранее в физике материал невозможно, поэтому на первых уроках, когда вводятся новые понятия – источник света, световой луч и световой пучок, степень самостоятельности учащихся низкая. Новые понятия и законы вводятся на основании наблюдения проводимых учителем экспериментов. Однако формирование некоторых инструментальных умений на этом этапе возможно. В программе Н. С. Пурышевой на первом уроке темы предлагается посвятить часть времени проведению фронтальной лабораторной

работы [285], в процессе которой учащиеся могут убедиться в справедливости закона прямолинейного распространения света. Малая степень самостоятельности учащихся в теме характерна в этой теме еще для двух уроков – когда вводятся законы отражения и преломления света на границе раздела прозрачных сред.

Содержание подавляющего большинства уроков в теме относится к блоку применения теории и степень самостоятельности учащихся на этом содержании может быть гораздо более высокой: образование тени и полутени, изображение предмета в плоском зеркале, получение изображений в тонкой линзе, оптические приборы: лупа, фотоаппарат, проекционный аппарат, глаз и зрение, очки. На этих уроках могут быть реализованы все этапы исследования или отдельные этапы в зависимости от ситуации.

Если есть возможность использовать внеурочные занятия для изучения физических явлений, можно дополнительно рассмотреть интересное явление полного внутреннего отражения и его практическое применение в работе световодов, оптического волокна. В качестве дополнительного исследования можно рассмотреть работу сферических зеркал.

Рассмотрим внеурочное занятие, посвященное решению следующей исследовательской задачи: Как изменится оптическая сила собирающей линзы при погружении ее в воду? Может ли двояковыпуклая линза служить рассеивающей линзой?

Вначале выясняем, как преломляются лучи на выпуклых поверхностях, если линза находится в воздухе и стандартным, знакомым по выполнению лабораторной работы способом выполняем определение оптической силы двояковыпуклой линзы. Далее просим учащихся выполнить прогнозирование: как изменится ход лучей, если линзу опустить в воду. В зависимости от состава учащихся, этот этап они выполняют либо самостоятельно, либо при помощи наводящих вопросов учителя. После выполнения моделирования, планируем эксперимент по проверке гипотезы и измерению новой оптической силы, проводим эксперимент, объясняем результаты.

Рассмотрим проектирование учебно-исследовательской деятельности учащихся в теме «**Электромагнитная индукция**» **11-го класса**, на изучение которой на профильном уровне отводится 10 академических часов, в том числе предусмотрено выполнение одной фронтальной лабораторной работы «Изучение явления электромагнитной индукции».

Выясним положение изучаемого в рассматриваемой теме содержания в структуре физической теории, выделив содержание, относящееся к основанию, теоретическому ядру и его следствиям (рисунок 17).

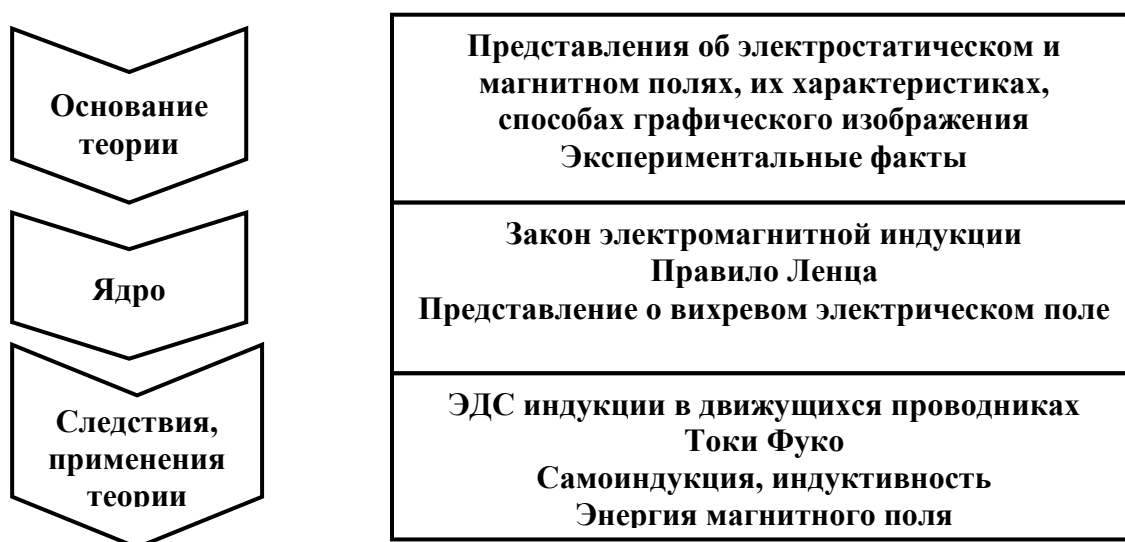


Рис. 17. Отражение содержания темы «Электромагнитная индукция» в структуре физической теории

Проведенный анализ позволяет выбрать соответствующие положению содержания в структуре физической теории методов обучения (рисунок 12) и степени самостоятельности учащихся при организации элементов учебно-исследовательской деятельности на уроке (таблица 5).

Соответственно, согласно стандартному планированию темы, переходу «основание – ядро темы» отводится 3 урока, а применению сформированного теоретического ядра, следствиям теории – 7 уроков.

На первых трех уроках темы формируются новый понятийный аппарат, теоретическое ядро темы. Возможно включение элементов учебно-исследовательской деятельности на основе проблемного метода обучения.

Начальный обязательный этап – актуализация знаний, на которых базируется изучение нового содержания. Затем на основе демонстрационного опыта (катушка, соединенная с гальванометром, в которую вносим магнит) создается проблемная ситуация: почему гальванометр фиксирует ток в цепи, хотя отсутствует источник тока?

Повторяем опыт, фиксируем факты: в какие моменты времени возникает ток, от чего зависит количество делений, на которые происходит отброс стрелки гальванометра. Возникают первые предположения: ток в цепи появляется при движении магнита.

Продолжаем собирать факты на основе следующего демонстрационного эксперимента: две катушки надеты на один сердечник. Первая катушка включена в цепь с источником через реостат и ключ, вторая соединена с гальванометром. Желательно цепь собрать непосредственно перед учащимися на уроке, чтобы учащиеся видели наглядно, что вторая катушка с источником тока никак не связана. Затем проводим ряд опытов, показывающих возникновение тока во второй катушке (замыкание-размыкание ключа в первой цепи, движение ползунка реостата при замкнутом ключе, движение катушки относительно сердечника). Приходим к новому предположению: ток в замкнутом проводнике появляется при изменении магнитного поля внутри него.

Далее, если есть возможность, желательно показать демонстрационный эксперимент по появлению тока в контуре, помещенном в магнитное поле, при условии, что одна сторона контура является движущейся перемычкой. Если показать наглядно опыт невозможно, можно на основе схемы цепи рассказать о его результатах. Наводим учащихся на следующее предположение: ток возникает при изменении площади замкнутого контура, помещенного в постоянное магнитное поле.

Следующий демонстрационный опыт – индукционный ток возникает при вращении рамки в постоянном магнитном поле. В этом случае и магнитное поле, и площадь контура не изменяются. Что изменяется? Фиксируем следующий факт: ток появляется в замкнутом контуре, помещенном в магнитное поле, при изменении угла между плоскостью контура и направлением линий магнитной индукции.

Далее анализ всех фактов позволяет учителю ввести новую физическую величину – магнитный поток, изменение которого приводит к появлению индукционного тока, затем формулируем закон электромагнитной индукции, правило Ленца. После этого проводим лабораторную работу, в которой учащиеся осуществляют экспериментальную проверку изученного теоретического содержания.

На этом этапе реализуется следующая цепочка: создание проблемной ситуации на основе демонстрационного эксперимента → постановка исследовательской задачи (при каких условиях в замкнутом проводнике появляется индукционный ток?) → сбор фактов на основе демонстрационных опытов → анализ полученных результатов → вывод → экспериментальная проверка следствий в ходе лабораторной работы.

Еще раз подчеркнем, что изучаемое содержание является для учащихся новым, ведущую роль в организуемых элементах учебно-исследовательской деятельности играет учитель, метод обучения – проблемный, форма организации учащихся на уроке – фронтальная, за исключением непосредственно выполнения лабораторной работы.

На следующих уроках учащиеся должны применить полученные теоретические знания, получить следствия теории – ЭДС индукции в движущихся проводниках, токи Фуко, самоиндукция. Рекомендуемый метод обучения – эвристический, при соответствующей подготовке учащихся возможен исследовательский. Реализуется следующая цепочка: проблемная ситуация → исследовательская задача → теоретическое исследование → теоретическая модель → следствия → проверка в ходе демонстрационного

эксперимента. Формы работы при выборе эвристического метода – фронтальная; при исследовательском методе обучения – сочетание работы в группах и фронтальной работы.

Мы проиллюстрировали проектирование учебно-исследовательской деятельности учащихся в рамках целой темы. Теперь подробно покажем проектирование отдельного урока, выделив основные этапы исследования и формируемые исследовательские умения.

Урок на тему «Сила упругости», 7 класс.

1 Этап. Постановка исследовательской задачи.

Учитель демонстрирует опыты:

- по растяжению пружины (резинки) под действием груза;
- изгиб линейки, установленной на двух опорах, под действием груза, расположенного посередине;
- сжатие пружины, установленной вертикально на столе, под действием груза, расположенного сверху.

В ходе эвристической беседы учитель подводит к выводу: при деформации тел возникает сила, называемая силой упругости.

Далее учитель рассказывает о видах деформации и предлагает изучить упругие деформации растяжения и сжатия. Ставится задача – исследовать, от чего зависит сила упругости, возникающая при упругой деформации растяжения.

2 Этап. Выдвижение гипотез

На основе проведенных в ходе демонстрационного опыта по растяжению (сжатию) пружины под действием разных грузов предполагают, что величина силы упругости, возникающей при деформации растяжения, зависит от удлинения тела.

3 Этап. Планирование решения задачи

Планирование эксперимента происходит фронтально, в ходе эвристической беседы. Учитель предлагает спланировать эксперимент по проверке выдвинутой гипотезы на основе имеющегося оборудования: на

ученическую линейку длиной 25 см прикреплен резиновый жгут таким образом, чтобы к нему можно было прикрепить груз и измерить по линейке удлинение. Учащиеся вырабатывают план эксперимента: увеличивая массу грузов измерять возникающее удлинение. На рисунке на доске и в тетрадях изображаются силы, действующее на груз, чтобы убедиться в том, что сила упругости равна по величине силе тяжести, действующей на груз. Обсуждается вид таблицы для записи результатов, таблица изображается на доске и в тетрадях (таблица 6).

Таблица 6

Таблица для записи результатов измерений

№ п/п	m (кг)	F (Н)	L_0 (см)	L (см)	ΔL (см)

Учитель предлагает обсудить вопрос о том, как обрабатывать результаты, предлагает изобразить зависимость в виде графика, отобразив точки на координатной плоскости $F_{\text{упр}}(\Delta L)$.

4 Этап. Реализация разработанного плана. Учащиеся проводят эксперимент, заполняют таблицы, отражают точки на координатной плоскости.

5 Этап. Анализ и оценка результатов. Представителям двух групп учитель предлагает изобразить полученные результаты на доске, предварительно подготовив координатные плоскости. Далее рассматривают точки, изображенные на плоскости, прикладываем линейку и видим, что точки расположены вблизи прямой, проходящей через начало координат, делаем вывод о прямой пропорциональности силы упругости и удлинения жгута. Записывается $F_{\text{упр}} = k \Delta L$, вводится формулировка закона Гука.

Примечание: если аналогичное исследование проводить в 9 классе, в группы выдаются разные жгуты (по длине, толщине) и на этапе обсуждения

результатов приходим к выводу о зависимости жесткости от характеристик жгута.

На уроке на тему «Сила трения» предлагаем рассмотреть элементы учебно-исследовательской деятельности при исследовании зависимости модуля силы трения скольжения от параметров системы. Предварительные наблюдения на основе демонстрационных опытов дают возможность в ходе фронтального обсуждения поставить указанную выше исследовательскую задачу и выдвинуть гипотезы о зависимости силы трения скольжения от качества обработки соприкасающихся поверхностей и материалов, от силы, «прижимающей» поверхности друг к другу – веса тела (силы нормальной реакции опоры), от площади соприкасающихся поверхностей.

Следующий этап – работа в группах, планирование экспериментов по проверке выдвинутых гипотез с использованием имеющегося оборудования (деревянная линейка, брусок-трибометр, на одну из граней которого наклеена наждачная бумага, грузы, динамометр).

Далее выработанные планы обсуждаются фронтально, важно акцентировать внимание на том, что, если проверяется одна из зависимостей, все остальные факторы не должны влиять.

Следующий этап – проведение экспериментов в группах, оформление результатов в таблицах.

И снова этап фронтального обсуждения результатов, построение выводов, обобщений.

Проиллюстрируем полноценное исследование на примере двух уроков – «Действие жидкостей и газов на погруженное в них тело» и «Изучение условий плавания тел» (таблица 7).

Проектирование УИДУ на уроках физики в теме «Давление жидкостей и газов»

Этапы исследования	Деятельность учащихся и учителя на уроке «Действие жидкости и газа на погруженное в них тело»	Деятельность учащихся и учителя на уроке «Условия плавания тел»
1. Постановка исследовательской задачи	Учитель демонстрирует обычный опыт по растяжению пружины (резинки) под действием груза, находящегося сначала в воздухе, а затем в воде. Вес тела изменился – элемент проблемы.	Опыт с тремя телами одинакового объема, которые опустили в воду и отпустили (без начальной скорости). Плотность тел должна быть такова, что одно из них всплывает, другое тонет, третье остается в равновесии. Проблемная ситуация: выталкивающая сила на тела действует одинаковая, почему и в каком случае тело тонет или всплывает.
2. Выдвижение гипотез	Предполагают, каковы причины отличия: на груз, помещенный в жидкость, действует сила, выталкивающая его из жидкости.	Стоится модель (расстановка сил, действующих на тело). Результат зависит от соотношения модуля силы тяжести и выталкивающей силы.
3. Планирование решения задачи	В ходе эвристической беседы строится теоретическая модель явления – рисунок, расстановка сил, вывод формулы выталкивающей силы. Из построенной модели следует, что выталкивающая сила зависит от плотности жидкости и объема погруженной части тела. План деятельности – исследовать вероятную зависимость выталкивающей силы от объема тела (вытесненной жидкости), плотности жидкости.	Планируется эксперимент по проверке гипотезы. Цель – проверить, что, если сила тяжести больше выталкивающей силы, то тело всплывает, в противном случае – тонет. Составляется план эксперимента.
4. Реализация разработанного плана	Для проведения опыта на каждом столе приготовлены: динамометр, укрепленный на штативе, 2 стакана с водой, тела одинакового и разного объема, поваренная соль, рычаг.	Проводится опыт (лабораторная работа) по выяснению условий плавания тел.
5. Анализ и оценка результатов, построение модели	Учащиеся сообщают результаты, полученные в эксперименте, обсуждают и делают выводы о том, подтвердил ли эксперимент построенную теоретическую модель.	Учащиеся сообщают результаты, полученные в эксперименте, обсуждают и делают выводы о том, подтвердил ли эксперимент построенную теоретическую модель.

Более подробно примеры проектирования уроков физики описаны в методических пособиях для учителей [178; 181], проектированию в системе уроков физики посвящены статьи [154; 157; 159; 177; 179; 183; 186], монография [182]. Проект урока, посвященный изучению колебаний, выполненный в соответствии с описанной в данной главе моделью и алгоритмом, приведен в приложении 5.

Выводы по второй главе

1. Теоретическую основу разрабатываемой нами модели процессов проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике в школе составляют принципы и закономерности, выполняющиеся при условии соблюдении указанных принципов в учебном процессе, позволяющих реализовать основные идеи системно-деятельностного и личностно-ориентированного подходов и сформировать исследовательские умения учащихся на требуемом современном обществе уровне.

Закономерность непрерывного и последовательного развития исследовательских умений учащихся реализует принципы систематичности и последовательности, сотрудничества учащихся и педагога в учебно-исследовательской деятельности, сочетания учебно-исследовательской деятельности на уроке и во внеурочных формах обучения, междисциплинарной интеграции.

Закономерная связь отобранного содержания и методов обучения физике, форм его организации с уровнем проектируемой учебно-исследовательской деятельности учащихся и формируемыми исследовательскими действиями реализует принципы целостности учебного процесса, цикличности,

контекстности, рационального сочетания индивидуальных и коллективных форм обучения.

Закономерная связь организации учебно-исследовательской деятельности и развития системы учебных действий учащихся реализует принципы учета возрастных и индивидуальных психолого-педагогических особенностей учащихся; активности обучающегося как основы достижения целей обучения; решающей роли содержания образования, способов организации образовательной деятельности в достижении целей личностного развития; рефлексии не только содержания, но и способов действий учащихся.

2. Построена модель процессов проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности при обучении физике в школе, включающая целевой, теоретический и методический блоки. Целевой блок включает требования ФГОС образования в школе в части формирования исследовательских умений учащихся и социальный заказ к подготовке выпускников школ, способных выполнять учебно-исследовательскую деятельность. Теоретический блок включает методологические (системно-деятельностный и личностно-ориентированный подходы) и теоретические основания, а также систему принципов и закономерностей организации учебно-исследовательской деятельности при обучении физике в школе. Методический блок включает систему целей, содержания, методов и средств обучения, средств диагностики результатов обучения при организации учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике в школе.
3. Для обоснованного включения учебно-исследовательской деятельности учащихся в учебный процесс для учителя физики в качестве нормативной модели разработан алгоритм проектирования, который определит связь целей, содержания и методов обучения физике, форм его организации с уровнем проектируемой учебно-исследовательской деятельности учащихся. Алгоритм проектирования учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике в школе определяет порядок действий

учителя, приводящих к запланированному результату – эффективному формированию исследовательских умений и опыта учебно-исследовательской деятельности при обучении физике.

Таким образом, во второй главе представлена теоретическая основа проектирования учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике в школе: выделена система принципов и закономерностей, построена модель процессов проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся, описан алгоритм проектирования учебно-исследовательской деятельности учащихся. На основе теоретической и нормативной модели процессов проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике в школе можно определить содержание подготовки и критерии готовности учителя физики к решению этой профессиональной задачи, что представлено в следующей главе.

ГЛАВА 3

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОДГОТОВКИ УЧИТЕЛЯ ФИЗИКИ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ И ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНО- ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ

В предыдущей главе приведены теоретические основы процессов проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике в школе. Теперь рассмотрим теоретические основы подготовки учителя к осуществлению этих процессов, построим концепцию методической системы подготовки учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся в образовательном процессе, выполним моделирование и определим содержание этой методической системы.

3.1 Концепция методической системы подготовки учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся

В ряде исследований структура концепции представлена в виде, приближенным к структуре научной теории и включает эмпирическое основание, теоретическое ядро и следствия (практические приложения) [113; 244; 344]. Считая такой подход наиболее наглядным, отразим существо разработанной концепции методической системы подготовки учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся в виде трех взаимосвязанных блоков: основание, теоретический и прикладной блоки (рисунок 18).



Рис. 18. Структура концепции методической системы подготовки учителя физики к проектированию и организации УИДУ

Опишем более подробно содержание каждого из блоков, входящих в структуру концепции.

Ценностно-целевая обусловленность концепции представлена следующими положениями:

1. Основные положения концепции обусловлены технологическими изменениями, происходящими во всех сферах жизни, требующих подготовки высококвалифицированных кадров, способных выполнять исследовательскую деятельность в своей профессиональной области. Для решения этой задачи необходимо на уровне школьного образования систематическое и последовательное включение учащихся в учебно-исследовательскую деятельность в образовательном процессе на содержании изучаемых дисциплин.

2. Концепция учитывает современные тенденции зарубежного естественнонаучного образования к развитию исследовательского обучения (Inquiry-Based Learning) и опыт подготовки учителей физики к его реализации.
3. Концепция нацелена на реализацию ФГОС основного и среднего общего образования [342; 343], профессионального стандарта «Педагог (педагогическая деятельность в дошкольном, начальном общем, основном общем, среднем общем образовании) (воспитатель, учитель)» [276].
4. Концепция обусловлена необходимостью подготовки учителя к решению новых профессиональных задач, обусловленных введением ФГОС образования в школе и социальным заказом общества. Одной из таких задач является организация учебно-исследовательской деятельности учащихся в образовательном процессе.

Одной из задач развития Российской Федерации на период до 2024 года в области образования является «формирование эффективной системы выявления, поддержки и развития способностей и талантов у детей и молодежи, основанной на принципах справедливости, всеобщности и направленной на самоопределение и профессиональную ориентацию всех учащихся» [332]. Одно из возможных направлений решения этой задачи – развитие учебно-исследовательской деятельности учащихся в школе. Учебно-исследовательская деятельность учащихся, организованная в школе в системе урочных и внеурочных занятий с учетом возрастных и индивидуальных психолого-педагогических особенностей учащихся, дает возможность каждому школьнику проявить свои творческие способности и максимально реализовать их в определенной предметной области.

Методологическим основанием концепции являются культурно-исторический системно-деятельностный подход в обучении (С. Л. Рубинштейн [299], А. Н. Леонтьев [198], Л. С. Выготский [45], В. В. Давыдов [68-70], П. Я. Гальперин [47], Д. Б. Эльконин [375] и др.); концепции личностно-

ориентированного образования (Н. А. Алексеев [5], Е. В. Бондаревская [30], А. А. Плигин [262], В. В. Сериков [310], И. С. Якиманская [377]); методологические основания научного исследования (В. В. Краевский [130], П. В. Копнин [122], И. В. Кузнецов [135], А. М. Новиков [241; 242], В. А. Штофф [368]).

Теоретическое основание концепции составляют психологические аспекты исследовательского подхода к обучению (А. В. Леонтович [199-201], А. С. Обухов [247-249], А. Н. Поддьяков [262; 264], А. И. Савенков [301-303] и др.); разработанный в дидактике категориальный аппарат принципов обучения, содержания, целей, методов, форм и средств обучения (С. Е. Каменецкий [103], И. Я. Лернер [202], М. Н. Махмутов [225], Н. С. Пурышева [281], В. Г. Разумовский [291-293], Н. М. Шахмаев [361], И. М. Чередов [373]); разработанные в теории и методике обучения физике подходы к развитию мышления учащихся, обучения эмпирическим и теоретическим методам получения физических знаний, формирования основ теории научного познания (Г. М. Анохина [12], Н. Е. Важеевская [36], И. А. Крутова [132], В. В. Майер [210-212], Н. И. Одинцова [250], В. Г. Разумовский [292], Е. А. Румбешта [300], Ю. А. Сауров [304, 305], Г. П. Стефанова [322]); теоретические основы подготовки учителя к педагогическому проектированию образовательного процесса (И. В. Гребенев [53, 54], П. Карпиньчик [106], Г. И. Китайгородская [113], И. А. Колесникова [118], Г. А. Монахова [234], Г. Е. Муравьева [237], А. М. Новиков [243]); теоретические основы подготовки учителя к организации учебно-исследовательской деятельности и развитию исследовательских умений учащихся (В. А. Белянин [23], В. И. Ваганова [35], В. С. Лазарев [144; 145], Л. А. Прояненко [277], П. В. Середенко [309], Н. В. Сычкова [324]).

Эмпирическими фактами при разработке концепции являются результаты проведенного констатирующего эксперимента по выявлению состояния проблемы подготовки учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности в образовательном процессе в

практике российского образования, а также результаты анализа степени разработанности этой проблемы в психолого-педагогических исследованиях.

Основные факторы, учтенные при разработке концепции: внедрение в практику школ ФГОС основного и среднего образования; вариативность обучения физике в школах, связанная с возможностью выбора учебной программы по физике, различием в техническом оснащении учебного процесса по физике в разных школах; взаимосвязь всех составляющих подготовки учителя физики (предметной, информационной, психолого-педагогической, методической) и его готовности к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся в образовательном процессе.

Теоретический блок концепции составляют основные принципы, концептуальные положения и модели: модель методической системы подготовки учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся в образовательном процессе и модель процессов проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике в школе.

Основными дидактическими принципами, составляющими теоретическое ядро концепции, являются принципы системности, контекстности, научности, вариативности, поэтапного формирования готовности. Принцип системности является принципом философского уровня и предписывает изучать любой объект исследования как целостную систему, включающую взаимосвязанные элементы. В нашем исследовании мы рассматриваем готовность учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся в образовательном процессе как сложное, интегративное образование, выделяя взаимосвязанные компоненты: мотивационный, проектировочный и деятельностный. Содержание подготовки мы рассматриваем как часть методической подготовки учителя физики, опирающуюся на компетенции, сформированные в процессе фундаментальной (предметной, методологической, информационной) и психолого-педагогической подготовки. Принцип контекстности предписывает провести

анализ содержания обучения физике и выделить содержание, на котором возможна организация учебно-исследовательской деятельности учащихся, определить уровень самостоятельности учащихся при ее выполнении. Принцип научности, что -исследовательская деятельность при обучении физике реализуется теми же методами и подчиняется тем же нормам научного исследования, которые приняты в физике как науке. Принцип вариативности предполагает различие форм и содержания подготовки при ее реализации на уровне высшего образования при обучении будущих учителей физики и в постдипломном образовании учителей физики, разноуровневый подход к организации подготовки, учёт индивидуальных образовательных запросов педагогов.

Принцип поэтапного формирования готовности учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся в образовательном процессе предписывает последовательность переходов от теоретических моделей к нормативным, от них к проектам деятельности, и далее к их воплощению на практике (В. В. Краевский).

Основные положения концепции формулируются следующим образом:

– Готовность учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся представляет собой интегративное состояние личности, проявляющееся в стремлении и способности осуществлять процессы проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся в образовательном процессе и обеспечивающее эффективность этой деятельности. В структуре готовности учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся мы выделяем три взаимосвязанных компонента: мотивационный, проектировочный и деятельностный компонент. Организуемая учителем физики учебно-исследовательская деятельность учащихся будет эффективной при условии конструктивного уровня сформированности всех трех компонентов.

– Процесс подготовки учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся в образовательном процессе реализуется через последовательность выделенных нами этапов: моделирование теоретическое – моделирование нормативное – проектирование – конструирование в реальном учебном процессе – рефлексия.

– Проектирование учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике осуществляется учителем с учетом конкретной дидактической ситуации на основе разработанного алгоритма. Алгоритм проектирования учебно-исследовательской деятельности при обучении физике определяет закономерную связь отобранного содержания, методов обучения и форм его организации с уровнем проектируемой учебно-исследовательской деятельности учащихся и формируемыми исследовательскими умениями.

В теоретический блок разрабатываемой концепции входит модель методической системы подготовки учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся в образовательном процессе, описание которой приведено в параграфе 3.2.

Модель процессов проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике в школе приведена в параграфе 2.2.

Блок практических приложений концепции включает содержание разработанной методической системы, в том числе проектирование и организация учебно-исследовательской деятельности учащихся на основе школьного физического эксперимента (параграф 4.2); использование средств ИКТ в организации учебно-исследовательской деятельности учащихся (параграф 4.3), особенности организации учебно-исследовательской деятельности учащихся во внеурочных формах обучения (параграф 4.4); описание диагностической деятельности учителя физики при проектировании и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся (параграф 4.5).

В блок практических приложений входит также разработанные программы повышения квалификации учителей физики по подготовке к

проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся (приложение 4) и разработанные программы учебных дисциплин, входящих в основную образовательную программу подготовки будущих учителей физики и фонды оценочных средств к ним (приложения 2, 3).

Для практической реализации методической системы разработаны также дидактические средства: учебно-методические пособия для учителя физики по проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности при обучении физике [181], в отдельных темах и разделах [178], по использованию различных видов физического эксперимента [58; 271], банк исследовательских задач [306]. Разработан диагностический инструментарий для оценки готовности учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности и для оценки формирования исследовательских умений учащихся.

3.2 Модель методической системы подготовки учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся

В педагогических исследованиях существуют разные трактовки понятия «методическая система». Наиболее распространенное представление о методической системе, которого мы придерживаемся в нашей работе – как о структуре, компонентами которой являются цели обучения, содержание обучения, методы обучения, формы и средства обучения (А. И. Архангельский [14], Н. В. Кузьмина [136; 137], А. М. Пышкало [280] и др.). Все составляющие методической системы обучения выступают в тесной взаимосвязи, и всякое изменение одной из них влечет за собой изменение других составляющих и всей системы в целом. Многие исследователи включают в структуру методической системы основные принципы, на которых основана система, и

линии ее реализации. Во многих исследованиях в модель методической системы включен также результативный блок.

Структурно-содержательную модель методической системы мы рассматриваем как образ этой системы, отражающий ее основные компоненты, их взаимосвязь, обуславливающие функционирование системы (рисунок 19).

В модели отражены внешние системообразующие факторы, определяющие функционирование методической системы. К внешним факторам мы относим:

1. Федеральные государственные стандарты основного общего образования (ФГОС ООО) [342] и среднего общего образования (ФГОС СОО) [343], реализуемые в общеобразовательных учебных учреждениях Российской Федерации.
2. Профессиональный стандарт «Педагог (педагогическая деятельность в дошкольном, начальном общем, основном общем, среднем общем образовании) (воспитатель, учитель)» [276], который вводится в Российской Федерации с 2019 г.
3. Нормативные документы, отражающие государственную политику в области образования:
 - Указ президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» [333].
 - Паспорт национального проекта «Развитие образования» [254].
4. Социальный заказ общества на подготовку выпускников школ, способных выполнять учебно-исследовательскую деятельность, а именно вузами при продолжении образования на следующей ступени, производством в дальнейшей профессиональной деятельности.



Рис. 19. Модель методической системы подготовки учителя физики к проектированию и организации УИДУ в образовательном процессе

Как следует из основных положений концепции, основной целью разрабатываемой методической системы является формирование готовности учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся в образовательном процессе.

Исходя из поставленной цели, разрабатывалось содержание методической системы подготовки учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся в образовательном процессе. Проектируемая и организуемая учителем физики учебно-исследовательская деятельность учащихся будет эффективной, если основана на теоретической модели. В содержание методической системы входят модель процессов проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся в образовательном процессе и алгоритм проектирования, отражающий закономерную связь изучаемого содержания с методами, формами, средствами обучения и степенью самостоятельности учащихся в организуемой деятельности. Поскольку учебно-исследовательская деятельность учащихся при обучении физике реализуется теми же методами и подчиняется тем же нормам, что и исследовательская деятельность в физике как науке, очень важно научить учителя физики проектировать и организовывать учебно-исследовательскую деятельность на основе всех видов школьного физического эксперимента. Роль физического эксперимента (демонстрационного, фронтального, физического практикума) в учебно-исследовательской деятельности составляет важную часть содержания подготовки. В содержание подготовки включено также использование средств информационно-коммуникационных технологий в учебно-исследовательской деятельности при обучении физике, а также особенности организации учебно-исследовательской деятельности во внеурочное время. Поскольку учебно-исследовательская деятельность учащихся при обучении физике реализуется теми же методами и подчиняется тем же нормам, что и исследовательская деятельность в физике как науке, важной частью содержания является знакомство учителя с современными направлениями и методами физических исследований.

Особенностью модели является наличие двух основных линий её реализации: в подготовке будущих учителей физики при обучении в вузе и подготовке практикующих учителей физики в постдипломном образовании. Содержание обучения одинаково для двух линий реализации, поскольку определяется видами деятельности учителя при решении профессиональной задачи – организации учебно-исследовательской деятельности. А вот методы и формы обучения отличаются, поскольку определяются, во-первых, спецификой организации учебного процесса в вузе и на курсах повышения квалификации, во-вторых, наличием у педагогов-практиков большого опыта практической деятельности и возможности применять изученные и освоенные в теории модели на практике.

В параграфе 2.2 было указано, что для организации обучения школьников из всего многообразия классификаций методов обучения, мы выделили классификацию, предложенную в классической дидактике И. Я. Лернером, М. Н. Скаткиным, по основанию характера познавательной деятельности учащихся (объяснительно-иллюстративный, репродуктивный, проблемный, частично-поисковый (эвристический), исследовательский). В подготовке будущих учителей в учебном процессе вуза на разных этапах используются все указанные методы. Согласно заложенному принципу поэтапного формирования готовности, учителя сначала осваивают теоретическую модель проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся, затем применяют ее в проектировании и реализуют проекты на практике, поэтому в обеих линиях реализации задействован метод проектов. Один из этапов подготовки представляет собой проектирование на основе заданий, моделирующих профессиональную деятельность, соответственно, применяется кейс-метод. Для учителей, имеющих практический опыт работы, действенными методами являются дискуссия и деловая игра, поскольку учителя-практики могут иметь разные точки зрения на решение проблемы и важно перевести дискуссию на научную основу, добиться обоснования точки зрения.

На различных этапах подготовки учителя преобладают различные методы. На первом этапе, когда предъявляется теоретическая модель процессов проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся и алгоритм процесса проектирования как модель нормативная, основными методами являются проблемный, объяснительно-иллюстративный. На втором этапе, когда разрабатываются примеры проектирования учебно-исследовательской деятельности на определенном содержании, основными методами является эвристический и исследовательский, деловая игра. На следующих этапах, когда учителя применяют модель и алгоритм проектирования учебно-исследовательской деятельности в образовательном процессе основные методы – кейс-метод, метод проектов. Дискуссия возникает на этапе обсуждения полученных результатов.

Соответственно методам выбираются формы обучения. На первом этапе знакомства с моделью и алгоритмом проектирования учебно-исследовательской деятельности учащихся это проблемные лекции. На втором этапе используются мастер-классы с посещением уроков физики, внеурочных занятий, на которых изучаются примеры применения модели и алгоритма на конкретном физическом содержании, выполнение учителями физики работ исследовательского физического практикума, а также посещение научных лабораторий. На следующих этапах проектирования учителем учебно-исследовательской деятельности учащихся с учетом собственной дидактической ситуации для учителей-практиков используются семинары-практикумы, круглые столы, конференции, открытые уроки-отчеты. Для студентов-будущих учителей по графику учебного процесса организуются семинары-практикумы, на которых решаются модельные задачи, затем проектирование учебно-исследовательской деятельности будущие учителя осваивают при выполнении научно-исследовательской работы (НИР), в процессе педагогической практики, руководстве учебно-исследовательской работой школьников, выполняемой на физическом факультете ННГУ, при подготовке выпускной квалификационной работы (ВКР).

Применяемые средства обучения можно разделить на три группы: учебно-методические пособия, оборудование и технические средства. Разработаны учебно-методические пособия для учителя физики для овладения моделью и алгоритмом проектирования учебно-исследовательской деятельности учащихся в образовательном процессе, на содержании отдельных разделов и тем физики, для организации физического практикума и руководства индивидуальным ученическим исследованием.

Поскольку в учебном исследовании по физике важную роль играет эксперимент, необходимо оборудование для проведения всех видов эксперимента. В частности, на физическом факультете ННГУ выделено помещение и проведено оснащение оборудованием лаборатории школьного физического эксперимента. На базе лаборатории происходит подготовка будущих учителей физики, практические занятия с учителями в рамках курсов повышения квалификации и педагогических мастерских, мастер-классы с учащимися школ университетского кластера по исследовательской деятельности для учителей, выполнение учащимися индивидуальных учебно-исследовательских работ под руководством преподавателей университета.

Технические средства необходимы для применения информационно-коммуникационных технологий в учебно-исследовательской деятельности: компьютеры, цифровые лаборатории, программное обеспечение для моделирования и математической обработки результатов исследования, интерактивная доска, мультимедийный проектор для презентаций.

Следующий блок в модели методической системы – блок диагностики результатов подготовки учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся в образовательном процессе. Для диагностики были определены критерии и показатели их проявления для компонентов готовности учителя физики (мотивационный, проектировочный и деятельностный) на трех выделенных уровнях (эмпирический, конструктивный, творческий). Методы и средства диагностики готовности учителя физики к

проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся подробно описаны в параграфе 3.3.

Кроме указанных традиционных компонентов цель – методы – формы – средства – диагностические процедуры – полученный результат, в модель системы включены основные дидактические принципы, на которых она основана и линии ее реализации. Основными дидактическими принципами мы считаем принципы системности, контекстности, научности, вариативности и поэтапного формирования готовности. Основными линиями реализации разработанной методической системы является подготовка будущих учителей физики в вузе и подготовка учителей физики в постдипломный период (курсы повышения квалификации и педагогическая мастерская).

Важным в структуре методической системы являются связи указанных компонентов, отраженные на рисунке 19.

3.3 Понятие готовности учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся: структура, критерии, средства диагностики

Анализ подходов к определению содержания понятия «готовность учителя к профессиональной деятельности», проведенный в главе 1, позволяет нам определить понятие **готовность учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся** как интегративное состояние личности, проявляющееся в стремлении и способности осуществлять процессы проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся и обеспечивающее **эффективность этой деятельности.**

Для определения структуры понятия «готовность учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности

учащихся» детализируем составляющие профессиональной компетентности учителя [160-165; 394] в применении к решению данной профессиональной задачи. На рисунке 20 представлена конкретизированная структура профессиональной компетентности (ПК) и содержание подготовки учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся (УИДУ) в учебном процессе по каждой составляющей профессиональной компетентности.

Поскольку проектирование и организация учебно-исследовательской деятельности учащихся является контекстно-зависимыми, выполняются с опорой на научные основы изучаемой дисциплины, это неминуемо отражается и в тех требованиях, которые предъявляются к учителю. В работе [153] нами описана научная основа подготовки будущих учителей физики и роль предметной составляющей. Как можно заметить, одна из составляющих профессиональной компетентности является универсальной, т.е. её можно отнести к любому учителю-предметнику: психолого-педагогическая составляющая. Две другие – научно-теоретическая и методическая – во многом зависят от специфики физики как преподаваемой дисциплины.



Рис. 20. Составляющие подготовки учителя к проектированию и организации УИДУ

В современных условиях вариативного учебного процесса от учителя требуется всего, это анализ научного содержания учебного материала и определение его дидактического потенциала в смысле реальности достижения новых целей, в нашем случае требований ФГОС. Отсюда видно, что научная, предметная подготовленность учителя и владение им основами дидактики предмета составляют тот фундамент, без которого всякие попытки решать новые задачи, превышающие уровень традиционного «инструктивного» обучения, бесполезны и приведут лишь к падению уровня усвоения основ изучаемой науки ради «инновационных» целей, пусть даже и требований ФГОС.

Любая цель требует разработки диагностических средств и процедур. В связи с этим встает вопрос об оценке готовности учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся в образовательном процессе. Необходимо разработать критерии готовности, уровни, на которых эти критерии проявляются, показатели достижения выделенных уровней и диагностические средства их измерения.

Большой энциклопедический словарь трактует критерий (от греческого *kriterion* – средство для суждения) как «признак, на основании которого производится оценка, определение или классификация чего-либо; мерило оценки» [29]. В работе [152] нами изложены критерии и показатели сформированности методических компетентностей будущих учителей физики. В работе [81] авторы предложили выделить следующие компоненты готовности учителя к организации учебно-исследовательской деятельности школьников: мотивационный, когнитивный, деятельностный, личностный и рефлексивный. Л. А. Лукьянова предлагает выделить три компонента готовности учителя к организации учебно-исследовательской деятельности: готовности: мотивационно-ценностный, научно-теоретический и действенно-практический [205-206].

Предлагаем определить критерии готовности учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности

учащихся в образовательном процессе на основании определения понятия и его детализированной структуры (рисунок 20). Выделим три компонента готовности и соответственно три группы критериев: мотивационный компонент (стремление осуществлять процессы проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся в образовательном процессе), проектировочный компонент (способность проектировать учебно-исследовательской деятельности учащихся в образовательном процессе), деятельностный компонент (способность организовывать учебно-исследовательской деятельности учащихся в образовательном процессе). При выделении критериев в каждой группе анализируется вклад каждой из составляющих профессиональной компетентности: научно-теоретический компонент, психолого-педагогический компонент, методический, детализированных на рисунке 20.

Мотивационный компонент готовности учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся в учебном процессе отражает его отношение к учебно-исследовательской деятельности учащихся как ценности образования, понимание значение этой деятельности в решении задач современного образования; стремление к собственному самосовершенствованию, саморазвитию и самосовершенствованию в собственной профессиональной деятельности. В ряде исследований по подготовке учителей физики также разрабатываются критерии и показатели мотивационного компонента [113; 309; 318]. На основании уровневых моделей оценки мотивационной готовности, предложенных в указанных работах, выделим три уровня мотивационной готовности учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности в образовательном процессе: низкий, основной, высокий. В таблице 8 описаны критерии и показатели проявления мотивационного компонента на выделенных уровнях.

Таблица 8

Критерии и показатели проявления мотивационного компонента готовности учителя физики к проектированию и организации УИДУ на выделенных уровнях

	Критерии	Показатели проявления критерия на выделенном уровне		
		1 -низкий	2- основной	3-высокий
M1	Стремление к профессиональному самосовершенствованию, умение определять стратегию собственного развития, готовность к передаче опыта коллегам	Ответственно относится к профессиональной деятельности, но не стремится осваивать новые технологии и методики, не стремится осваивать опыт коллег и делиться собственным опытом	Стремится оценивать уровень собственной профессиональной деятельности, изучает новые технологии обучения, опыт коллег, активно участвует в работе методических мастерских	Устойчивое стремление к освоению новых педагогических технологий, участие в исследовательской деятельности, анализ эффективности собственного педагогического опыта и опыта коллег
M2	Отношение к учебно-исследовательской деятельности учащихся как ценности образования, понимание значения этой деятельности в решении задач современного образования	Не видит ценности во внедрении в учебный процесс учебно-исследовательской деятельности, предпочитает традиционные методы обучения. Включает элементы исследовательской деятельности только под давлением внешних факторов: требуют программы, проверяющие и т.д.	Понимает значимость учебно-исследовательской деятельности для развития личности ученика, роль учебно-исследовательской деятельности в освоении основ физики как учебной дисциплины, систематически включает учебно-исследовательскую деятельность учащихся в учебный процесс	Убежден в необходимости организации учебно-исследовательской деятельности учащихся в учебном процессе с целью развития личности ученика и освоения школьного курса физики, стремление к самореализации в сотрудничестве с учениками в процессе организуемых учебных физических исследований

Количество уровней, на которых проявляется готовность учителя решать профессиональные задачи, в разных исследованиях отличается в зависимости

от решаемых автором задач [113; 137; 220; 221; 309; 314]. В наших исследованиях по развитию методической компетентности учителя нами было выделено три уровня методической компетентности преподавателя (РСК) и описано их проявление в педагогической инновационной деятельности (рисунок 21) [52; 54; 150].

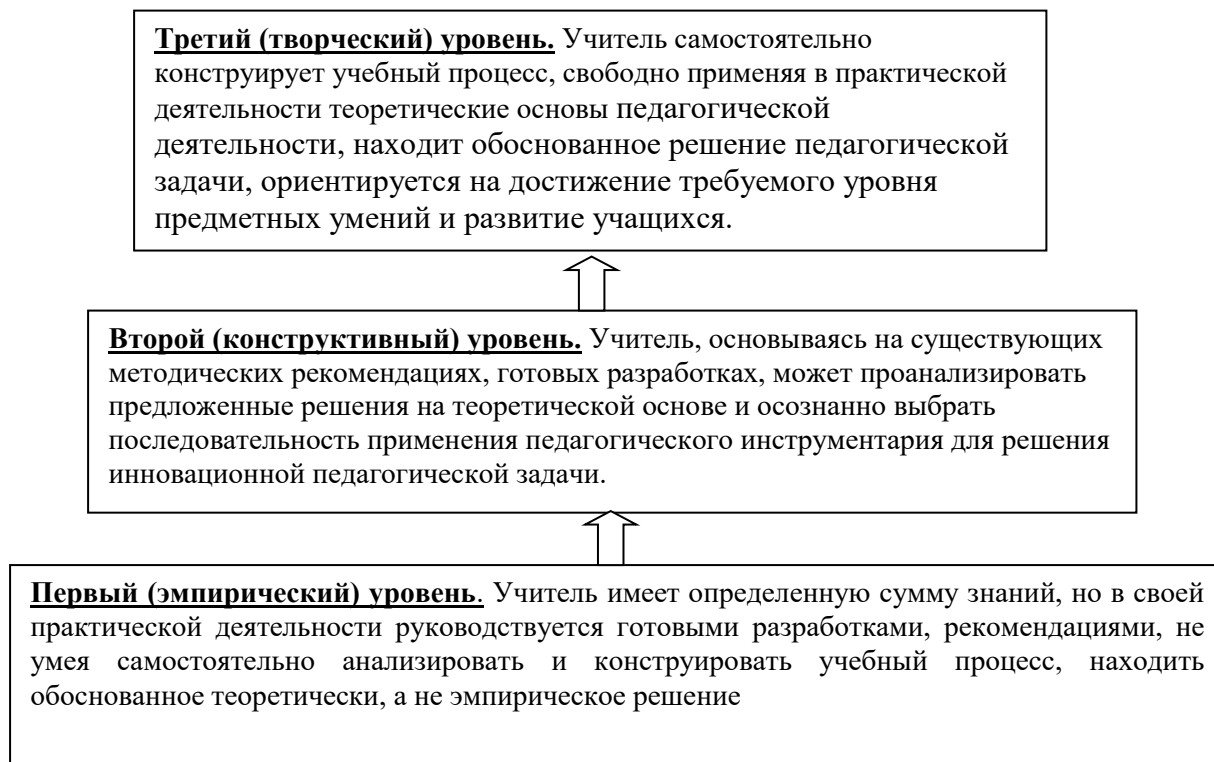


Рис. 21. Уровни готовности учителя решать профессиональные задачи

Мы считаем, что выделенные три уровня проявления можно применить и к измерению проективного и организационного компонентов готовности учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся в учебном процессе. В таблице 9 показаны критерии и показатели их проявления на каждом из трех выделенных уровней: пять критериев, относящихся к проективному компоненту, и четыре критерия, относящихся к организационному компоненту. Организуемая учителем физики учебно-исследовательская деятельность учащихся будет эффективной при условии достижения конструктивного уровня сформированности всех компонентов.

Таблица 9

Критерии и показатели проявления проектировочного и деятельностного компонента готовности учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся на выделенных уровнях

	Критерии	Показатели проявления критерия на выделенном уровне		
		1- эмпирический	2 – конструктивный	3 - творческий
Проектировочный компонент	П1. Умение на основе теоретического анализа содержания обучения выделить то содержание, на котором возможна организация УИДУ (её элементов).	В качестве содержания для организации УИДУ использует то содержание, которое указано в методических рекомендациях, проектах уроков, проектах ученических исследований. Затрудняется самостоятельно определять и обосновывать, на каком содержании можно организовать УИДУ (её элементы).	Может проанализировать на теоретической основе предложенные в методических рекомендациях варианты содержания, на котором возможна организация УИДУ и обосновать свой выбор	Самостоятельно выбирает содержание для организации УИДУ, исходя из положения изучаемого содержания в структуре физической теории, его новизны и значимости в общей структуре знаний, собственной дидактической ситуации (состав класса, количество часов на изучение темы, степень сформированности умений).
	П2. Умение определить степень самостоятельности учащихся в организуемой УИДУ и на каждом ее этапе.	Затрудняется в определении степени самостоятельности на отдельных этапах учебного исследования, организует деятельность УИДУ по описанию, составленному авторами УМК, методистами	Руководствуясь существующими методическими рекомендациями к организации учебного процесса, может оценить степень самостоятельности учащихся в предстоящей УИДУ на основе диагностики сформированных ранее исследовательских умений и УУД	Определяет степень самостоятельности на каждом этапе УИДУ, исходя из анализа содержания обучения, степени сформированности исследовательских умений на данном этапе обучения, развивающих целей учебного процесса (карта формирования исследовательских умений при обучении физике)

	П3. Умение определить роль групповой и фронтальной формы обучения в организуемой УИДУ (ее элементах), исходя из поставленной учебной задачи	Редко использует групповые формы работы на практике, при включении групповых форм исходит не из целей учебного процесса и содержания изучаемого материала, а ради «внешних» эффектов. Группы формирует ситуативно	Понимает роль работы в группах для выработки способа действия, планирует работу в группах (парах) при организации коллективной УИДУ на тех этапах, где предполагается формирование способа действия	Исходя из поставленных развивающих целей, выбирает работу в группах на тех этапах УИДУ, где предполагается формирование способа деятельности. Использует чередование работы в группах и фронтальной работы для выработки способа действия
	П4. Умение определять роль эксперимента в учебном исследовании (и вариант проведения эксперимента (демонстрационный, фронтальный, домашний))	Эксперимент планирует на уроке так, как он описан в методических рекомендациях. Для организации элементов УИДУ использует не все виды школьного физического эксперимента, считая, что организацию УИДУ дает возможность только лабораторная работа	Определив содержание обучения для организации УИДУ, основываясь на анализе предложенных методических решений, может определить роль эксперимента в организуемой УИДУ, использует для организации УИДУ все виды школьного физического эксперимента.	Исходя из выбранного содержания для организации УИДУ, определяет роль эксперимента в предстоящей деятельности (как источник проблемной ситуации, накопление эмпирических фактов для формулировки гипотезы, экспериментальная проверка выдвинутой гипотезы), вариант проведения эксперимента (может теоретически обосновать решение)
	П5. Умение выделить исследовательские умения учащихся как объекты диагностики, критерии их достижения; выбор форм, методов, средств диагностики	Использует диагностические материалы, предлагаемые авторами УМК, не выделяя в их составе задания для проверки степени сформированности исследовательских умений учащихся	Проводит анализ имеющихся материалов для диагностики, на основе которого выбирает задания для диагностики формируемых на данном этапе обучения исследовательских умений учащихся	Опираясь на карту формирования исследовательских умений учащихся на каждом этапе обучения физике, выделяет исследовательские умения как объекты диагностики, выбирает формы и методы их диагностики, для каждой из форм подбирает (разрабатывает) средства диагностики

Деятельностный компонент	Д1. Умение объединить учеников вокруг исследовательской задачи, организовать сотрудничество «ученик – ученик», «учитель – ученик» при выполнении учебного исследования	Знает возрастные психологические особенности школьников, проявляет требовательность и строгость, тактичность, выдержанность, но затрудняется в создании обстановки сотрудничества в организации УИДУ, мотивации школьников к УИДУ	Умеет создать благоприятный психологический климат, изучает состав коллектива, может объединить учащихся в группы, организовать взаимодействие в группах при проведении УИДУ, по мере формирования исследовательских умений уменьшает свое прямое участие в организуемой УИД	Умеет создавать благоприятный психологический настрой; внимателен к ученикам и их проблемам; умеет объединить учеников вокруг общей идеи, задачи, цели; продуктивно взаимодействует с учениками при проведении исследования и умеет организовать продуктивное взаимодействие между учениками
	Д2. Умение использовать цифровые технологии в организуемой УИДУ	Не владеет современными ИКТ, применяемыми в УИДУ, не применяет их в организуемой деятельности. Использует ИКТ для презентации результатов УИДУ	Использует средства ИКТ на отдельных этапах организуемой УИДУ: при обработке полученных результатов, построения графиков, диаграмм, презентации полученных результатов	Использует все необходимые и доступные средства ИКТ на этапах организуемой УИДУ в зависимости от решаемых задач: сбор информации, моделирование процессов и явлений, проведение измерений, обработка результатов эксперимента и т.д.
	Д3. Умение организовать обсуждение результатов исследования с экспертизой со стороны самих учащихся, подвести к формулировке выводов, обобщений	Выступает в качестве эксперта сам, не доверяя формулировку важных выводов и обобщений учащимся, т.к. не может подвести их к верным формулировкам	Организует обсуждение полученных результатов со стороны учащихся, не передавая им роль эксперта, старается подобрать вопросы, приводящие к формулировке верных выводов	Умеет организовать обсуждение полученных результатов со стороны учащихся, подобрать соответствующие вопросы и формы работы, подвести их к верной формулировке выводов, к повторению цикла исследования, если потребуется
	Д4. Умение организовать рефлексию учащихся как предметного содержания, так и способов действия	Организует этап «повторения и закрепления» полученных знаний, предметом рефлексии является только предметное содержание	Организует этап рефлексии как предметного содержания (что мы получили?), так и способов действия (как мы действовали?) для формирования этих способов УИДУ	Организует этап рефлексии не только предметного содержания, но и способов действия, понимая роль этого этапа в формировании исследовательских умений, использует его для корректировки способа действия

Определив критерии и показатели готовности учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся в образовательном процессе, необходимо выбрать формы, методы и средства их диагностики.

Введение компетентного подхода в высшем образовании привело к проблеме диагностики подготовки учителей [330, с. 34]. Подходы к диагностике качества подготовки учителей физики с точки зрения системно-деятельностного подхода предложены в коллективной монографии [316]: «готовность к профессиональной деятельности приоритетно определяется владением лишь совокупностью всех элементов, а не каждым из них, отдельно взятым» [316]. В качестве средств диагностики разработаны комплексные задания, имитирующие профессиональную деятельность, в ходе решения которых учитель должен показать умение формулировать обобщенный алгоритм.

В исследовании [150] нами были предложены средства диагностики уровня методической компетентности учителя, учитывающие результаты учебного процесса (уровень учебных достижений учащихся), умение учителя проектировать (задания, моделирующие профессиональную деятельность) и на практике организовать познавательную деятельность учащихся (анализ посещенных уроков). Поскольку в текущем исследовании мы опираемся на методику диагностики уровня методической компетентности учителя, разработанную ранее в диссертации на соискание ученой степени кандидата педагогических наук, опишем ее основные моменты.

Для оценки методической компетентности учителя физики нами было выделено 17 критериев и показаны проявления каждого из них на трех выделенных уровнях (эмпирический, конструктивный, творческий) [150, с. 52 – 61]. Для определения показателей по результатам проведенных уроков (выполненных методических проектов) при посещении урока (анализе проекта) экспертами заполняется таблица.

Поскольку компетентность проявляется в деятельности, то важнейшим показателем уровня компетентности учителя являются учебные достижения учащихся. Нами была разработана система диагностики учебных достижений учащихся с учетом представлений об уровнях усвоения учебного материала, с выделением структуры учебных действий учащегося по каждому разделу темы. Разработанные контрольные работы включают три уровня заданий – репродуктивный, алгоритмический и творческий. Предложена методика обработки результатов контрольных работ с помощью листов диагностики, позволяющая учителю выявлять как средний уровень усвоения учебного материала классом, «пробелы» в знаниях и умениях, характерные для большинства учащихся, так и индивидуальные проблемы учащихся [150, с. 90].

В нашем исследовании основным объектом педагогической диагностики является готовность учителя к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности в образовательном процессе.

На первом этапе в качестве формы диагностики нами было использовано анкетирование учителей (приложение 1), которое позволяет провести предварительную оценку опыта учителя по организации учебно-исследовательской деятельности: на каких этапах учебного процесса как часто учитель организует учебно-исследовательскую деятельность (ее элементы); формы организации учащихся при организации учебно-исследовательской деятельности; трудности при проектировании и организации учебного исследования; в каком методическом сопровождении нуждается учитель. Анкетирование в некоторой степени позволяет выявить уровень мотивационного компонента готовности учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности, поскольку учителя отвечали на вопрос, какие задачи решает этот вид учебной деятельности в образовательном процессе.

В дальнейшем для оценки мотивационного компонента готовности учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской

деятельности в учебном процессе использовалась экспертная оценка его участия в семинарах, практикумах, занятиях педагогических мастерских.

Разработаны следующие средства диагностики готовности учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся:

- оценка показателей по результатам проведенных уроков или внеурочных занятий (все компоненты);
- оценка показателей по результатам выполненных учителем проектов уроков (проектировочный компонент);
- оценка показателей по результатам выполненных учителем заданий, моделирующих профессиональную деятельность (проектировочный компонент);
- оценку показателей по работе учителя на семинарах, занятиях педагогических мастерских (мотивационный и проектировочный компоненты);
- самоанализ учителем уровня собственной педагогической деятельности, востребованность профессионального роста (мотивационный компонент).

Таким образом, только в реальном учебном процессе можно оценить показатели проявления всех компонентов готовности учителя к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся.

Для диагностики проектировочного компонента готовности учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся результатов обучения учителей используются задания, моделирующие профессиональную деятельность. Приведем несколько примеров конструирования таких заданий.

Объект диагностики: Умение на основе теоретического анализа содержания обучения выделить то содержание, на котором возможна организация учебно-исследовательской деятельности учащихся (её элементов), возможный уровень

самостоятельности учащихся в организуемой учебно-исследовательской деятельности (П1).

Задания:

1. Тема «Световые явления», 8-й класс. Проведите анализ предметного содержания и определите, на каких уроках возможна организация элементов учебно-исследовательской деятельности, какие исследовательские умения формируются (развиваются). Обоснуйте свой проект.
2. Урок «Последовательное и параллельное соединение проводников», 10-й класс. Рассматривая структуру физической теории (рисунок 12), к какой части (основание, теоретическое ядро, следствия теории) можно отнести изучаемое на уроке содержание? На каком уровне самостоятельности учащихся (таблица 5) возможна организация учебно-исследовательской деятельности на данном уроке?
3. Лабораторная работа «Условия равновесия рычага». Проанализируйте содержание урока и определите, на каком уровне самостоятельности учащихся (таблица 5) возможна организация учебно-исследовательской деятельности при выполнении лабораторной работы. Если возможны разные варианты, обоснуйте, что еще влияет на Ваш выбор.

Объект диагностики: умение обоснованно выбрать метод обучения для организации учебно-исследовательской деятельности учащихся на выбранном содержании (П2).

Задания:

1. Тема «Основы динамики», 10-й класс. Проанализировав содержание, определите, на каких уроках при организации учебно-исследовательской деятельности учащихся (ее элементов) в качестве ведущего метода обучения возможен проблемный; эвристический; исследовательский метод. Обоснуйте свое методическое решение.
2. Урок «Простые механизмы. Рычаг», 7-й класс. Если на данном уроке предполагается организация элементов учебно-исследовательской

деятельности учащихся, каким методом обучения они могут быть реализованы? Обоснуйте выбор.

3. Лабораторная работа «Измерение удельной теплоемкости вещества», 8-й класс. Учебно-исследовательская деятельность учащихся на данном уроке может быть реализована эвристическим или исследовательским методом обучения. От чего зависит выбор метода обучения в данном случае? Обоснуйте оба варианта урока. Какие исследовательские умения в каждом случае развиваются?

Объект диагностики: Определение роли групповой и фронтальной формы обучения в организуемой учебно-исследовательской деятельности учащихся, исходя из поставленной учебной задачи (ПЗ).

Задания:

1. Урок «Закон Ома для участка цепи», 8-й класс. Планируем развивать умение составлять план эксперимента по проверке зависимости. Предложите фрагмент урока, обосновав выбор групповых и фронтальных форм организации учащихся на каждом этапе.
2. Лабораторная работа «Измерение плотности вещества». Планируем развивать умение выбирать оборудование для проведения эксперимента. Предложите фрагмент урока, обосновав выбор групповых и фронтальных форм организации учащихся на каждом этапе.
3. Лабораторная работа «Измерение КПД при подъеме тела по наклонной плоскости». Планируется развивать умение составлять таблицу для записи экспериментальных результатов. Предложите фрагмент урока, обосновав выбор групповых и фронтальных форм организации учащихся на каждом этапе.

Объект диагностики: Умение планировать все виды школьного физического эксперимента (демонстрационный эксперимент, лабораторная работа, экспериментальные задачи, домашние экспериментальные задания, работы физического практикума) в организации учебно-исследовательской деятельности учащихся (П4).

1. Тема «Простые механизмы», 7-й класс. Предложите фрагменты уроков, на которых в качестве основы для организации учебно-исследовательской деятельности учащихся выступает: а) демонстрационный эксперимент; б) лабораторная работа. Можно ли в этой теме сформулировать экспериментальную исследовательскую задачу или домашнее экспериментальное задание исследовательского характера? Приведите примеры.
2. Предположим, Вы проводите работы физического практикума в 11-м классе. Приведите описание любой работы, которое позволяет организовать ее выполнение в исследовательском варианте.
3. Предложите экспериментальное задание, которое может стать основой для выполнения индивидуального исследовательского проекта. Укажите цель исследования.

Объект диагностики: Умение выделить исследовательские умения как объекты диагностики, критерии их достижения (П5).

Задания:

1. Проанализируйте ФГОС основного общего образования и выделите универсальные учебные действия, которые могут формироваться и развиваться в процессе учебно-исследовательской деятельности учащихся при изучении физики в основной школе.
2. Какие исследовательские умения можно диагностировать при проведении лабораторной работы и проверке ее результатов, каковы критерии их освоения?

Объект диагностики: выбор форм, методов, средств диагностики исследовательских умений (П5).

Задания:

1. Какие формы, методы и средства могут быть использованы для текущей диагностики умений и навыков учебно-исследовательской деятельности учащихся? Приведите примеры.

2. Если в качестве итоговой диагностики умений и навыков учебно-исследовательской деятельности учащихся Вы используете исследовательскую экспериментальную задачу, какие элементы сможете оценить и какими методами?

Следует отметить, что такие задания могут быть выполнены в письменной форме (в том числе с использованием дистанционных технологий, отправлены куратору по e-mail), но более эффективно организовать обсуждение результатов их выполнения на семинарах, с обсуждением коллег.

Критерии деятельностного компонента готовности учителя к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности в учебном процессе можно оценить только по непосредственному их проявлению на практике, непосредственно при реализации урока или внеурочных форм деятельности. Речь идет об умениях сопровождать учебно-исследовательскую деятельность учащихся в учебном процессе, например, умение подвести учащихся к формулировке исследовательской задачи, организовать обсуждение результатов исследования с экспертизой со стороны самих учащихся, подвести к формулировке выводов, обобщений. Такие умения можно проверить только при посещении реальных уроков и внеурочных занятий, используя метод экспертной оценки.

При посещении урока или внеурочного занятия эксперты оценивают проявление всех девяти критериев, указанных в таблице 9, на основании показателей их появления на одном из трех уровней. Каждый элемент оценивается в зависимости от уровня его проявления: одним баллом, если проявляется на первом уровне, двумя баллами при проявлении на втором уровне и тремя баллами, если показатели соответствуют третьему уровню.

Для определения показателей по результатам проведенных уроков или внеурочных занятий экспертами заполняется таблица 10.

Таблица 10

Протокол оценки компонентов готовности учителя физики к проектированию и организации УИДУ

Критерии	Проявление компонентов готовности учителя физики к проектированию и организации УИДУ на выделенных уровнях		
	Первый (эмпирический)	Второй (конструктивный)	Третий (творческий)
M1		+	
M2	+		
....			
Д4		+	
Σ	$R_1=$	$R_2=$	$R_3=$

После заполнения протокола подсчитываем сумму баллов на каждом уровне, оценивая проявление критерия на 1-м уровне одним баллом, на 2-м уровне двумя баллами, на 3-м уровне тремя баллами. Находим интегральный коэффициент R , выражающий общий уровень готовности учителя физики к проектированию и организации УИДУ:

$$R = \frac{\sum_{i=1}^3 R_i}{N}.$$

Суммируются баллы, полученные на каждом уровне, и полученная сумма делится на количество критериев, полученный результат округляется до целого значения.

В определении понятия готовности учителя к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности отмечается, что она обеспечивает эффективность этой деятельности. Эффективность обучения определяют по качеству достигаемого результата за контрольный промежуток времени при рациональном использовании ресурсов деятельности и среды, в которой происходит процесс обучения [92; 246]. Эффективность организованной в учебном процессе учебно-исследовательской деятельности учащихся определяется на основе диагностики как учебных достижений

учащихся при изучении физики, так и формируемых исследовательских умений. Формы, методы и средства диагностики указаны в главе 4.

Выводы по третьей главе

1. Структура разработанной концепции методической системы подготовки учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся в образовательном процессе состоит из трех взаимосвязанных блоков: основание, теоретический и прикладной блоки. Основание концепции составляют ценностно-целевая обусловленность, методологические и теоретические основания, эмпирические факты (результаты констатирующего педагогического эксперимента, по выявлению состояния проблемы подготовки учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности в образовательном процессе в практике российского образования, результаты анализа степени разработанности этой проблемы в психолого-педагогических исследованиях), факторы, влияющие на реализацию. Теоретический блок концепции составляют основные принципы, концептуальные положения и две модели (модель процессов проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся в образовательном процессе и модель методической системы подготовки учителя физики к осуществлению этих процессов).
2. Модель методической системы подготовки учителя отражает основные компоненты и их взаимосвязи: цель, содержание, методы, формы, средства подготовки, а также диагностический блок для определения полученных результатов и сопоставления их с поставленной целью. В модели методической системы отражены также основные дидактические принципы (системности, научности, контекстности, вариативности, поэтапного формирования готовности), линии реализации методической системы

(подготовка будущих учителей физики в вузе, подготовка учителей физики в постдипломный период).

3. На основе теоретической модели деятельности учителя по проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности при обучении физики определено содержание подготовки учителя физики путем конкретизации вклада каждой из составляющих профессиональной компетентности учителя (научно-теоретическая, профессионально-педагогическая, методическая и мотивационная) в решение данной профессиональной задачи.
4. На основе анализа существующих подходов к определению понятия «готовность учителя к профессиональной деятельности», а также требований к профессиональной деятельности учителя, мы дали определение понятия *готовность учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся как интегративное состояние личности, проявляющееся в стремлении и способности осуществлять процессы проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся и обеспечивающее эффективность этой деятельности*. В структуре готовности учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся нами выделено три взаимосвязанных компонента: мотивационный компонент (стремление осуществлять процессы проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся в образовательном процессе), проектировочный компонент (способность проектировать учебно-исследовательской деятельности учащихся в образовательном процессе), организационный компонент (способность организовывать учебно-исследовательской деятельности учащихся в образовательном процессе).
5. По каждому компоненту готовности учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся выделены критерии их проявления. Выделено три уровня, на которых критерии проявляются (эмпирический, конструктивный и творческий), описаны

показатели проявления каждого критерия на каждом из выделенных уровней. Разработаны средства диагностики готовности учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся:

- оценка показателей по результатам проведенных уроков или внеурочных занятий (все компоненты);
- оценку показателей по результатам выполненных учителем проектов уроков (проектировочный компонент);
- оценку показателей по результатам выполненных учителем заданий, моделирующих профессиональную деятельность (проектировочный компонент);
- оценку показателей по работе учителя на семинарах, занятиях педагогических мастерских (мотивационный и проектировочный компоненты);
- самоанализ учителем уровня собственной педагогической деятельности, востребованность профессионального роста (мотивационный компонент).

Эффективность организованной в учебном процессе учебно-исследовательской деятельности учащихся определяется на основе диагностики как учебных достижений учащихся при изучении физики, так и формируемых исследовательских умений. Формы, методы и средства диагностики указаны в главе 4.

ГЛАВА 4

МЕТОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ПОДГОТОВКИ УЧИТЕЛЯ ФИЗИКИ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ И ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНО- ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ

4.1 Организация процесса подготовки учителей физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении в вузе и в постдипломный период

Подготовку учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности в образовательном процессе следует осуществлять как на этапе получения высшего педагогического образования, так и в постдипломный период. Содержание подготовки в том и другом случае одинаково (таблица 9), а процесс имеет отличительные особенности, которые обоснованы нами в статьях [160-165; 180; 394].

В подготовке учителей реализована последовательность этапов: теоретическое моделирование деятельности учителя по проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике; проектирование на основе ситуаций, моделирующих профессиональную деятельность учителя; проектирование реального учебного процесса с учетом конкретной дидактической ситуации; реализация созданного проекта в практической деятельности; рефлексия (рисунок 22). Указанная последовательность реализуется как при подготовке будущих учителей физики в вузе, так и при подготовке учителей в постдипломный период.

На первом этапе предъявляется модель процессов проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике в школе, затем алгоритм деятельности учителя физики по проектированию учебно-исследовательской деятельности учащихся, примеры его применения.



Рис. 22. Последовательность этапов подготовки учителя физики к проектированию и организации УИДУ

Следующий этап – педагогическое проектирование на основе предложенных ситуаций, моделирующих профессиональную деятельность (параграф 3.4). Учителям предлагается комплекс таких заданий, каждое из которых направлено на развитие одного из указанных в таблице 9 умений проективного компонента готовности (отбирать содержание, выбирать методы, формы, средства обучения и т.д.). При выполнении задания учителя обосновывают свое решение и указывают, для какой условной дидактической ситуации он разработан (используемый учебно-методический комплекс,

обученность учащихся и сформированность УУД и т.п.). Разработанные проекты обсуждаются на семинарах, корректируются в случае необходимости.

После выполнения проектов, разработанных для условной ситуации, учителя переходят к проектированию учебно-исследовательской деятельности учащихся в реальном образовательном процессе с учетом собственной дидактической ситуации. Разработанные проекты становятся объектом обсуждения на семинарах, круглых столах, проходят коллективную экспертизу, и только после этого воплощаются на практике, при проведении реальных уроков, внеурочных занятий или руководстве индивидуальной учебно-исследовательской работой школьника.

Обязательный этап рефлексии собственной деятельности со стороны учителя и экспертная оценка. Важно оценить соответствие результатов с поставленными целями, выяснить причины отклонения и учесть при выполнении следующих проектов.

Как уже сказано выше, разработанная система подготовки учителя может быть реализована как в подготовке будущих учителей в вузе, так и в системе повышения квалификации практикующих учителей, но процесс подготовки в том и другом случае будет отличаться. Рассмотрим особенности процесса подготовки учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности при подготовке будущих учителей в вузе и учителей в постдипломный период.

На физическом факультете ННГУ для магистров по направлению «Физика» (Приложение 2), специализирующихся в области методики обучения физике, разработаны новые дисциплины, нацеленные на развитие готовности будущих преподавателей реализовывать новые стандарты обучения «Организация исследовательской деятельности учащихся в процессе обучения физике», «Организация процесса обучения физике в профильной школе» [185]. Предполагается, что на предшествующем уровне образования – в бакалавриате – студенты получили серьезную подготовку, как в предметной области

(физики), так и в области педагогики и психологии, на основе которых происходит формирование методической компетентности.

В применении к задаче успешной реализации учебно-исследовательской деятельности учащихся в учебном процессе необходима детализация с указанием содержания дисциплин, при освоении которых происходит развитие того или иного компонента. На основе таблицы 9, в которой отражено содержание подготовки учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся, было сопоставлено содержание подготовки будущего учителя физики по каждому компоненту и наименование дисциплин, в которых реализуется подготовка в магистратуре (таблица 11). В таблице 11 мы показали содержание подготовки по каждому компоненту с учетом специфики физики, как учебного предмета, отражающего основы содержания изучаемой науки и её методов.

Особая, системообразующая роль в процессе подготовки отводится дисциплине «Организация исследовательской деятельности учащихся», изучение которой базируются на тех знаниях, умениях и навыках, которые были получены при изучении всех остальных указанных в таблице дисциплин (Приложение 3).

Последовательность этапов была указана выше. Сначала, на лекциях, студентам предъявляется модель проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности при обучении физике в школе. На основе модели преподаватель приводит примеры ее применения в конкретной дидактической ситуации: для системы уроков физики, коллективных внеурочных форм обучения (факультативы, кружки, мастерские), для организации индивидуального исследовательского проекта учащегося.

Таблица 11

Реализация содержания подготовки будущего учителя физики в магистратуре к проектированию и организации УИДУ через дисциплины образовательной программы

Содержание подготовки	Наименование дисциплины (модуля)	Средства обучения
Научно-теоретическая составляющая		
Научные основы школьного курса физики, физического эксперимента	Специальный физический практикум Современные проблемы физики	Учебно-методические пособия «Школьный физический эксперимент в исследовательском и проектном обучении», «Физический эксперимент в учебном процессе»
Методология научного познания	История и методология физики История и философия науки Философские вопросы естествознания	Учебно-методические пособия «Механика материальной точки», «Молекулярная физика», «Электричество и магнетизм»
Цифровые технологии в УИДУ	Суперкомпьютерные технологии Программная среда Lab View в научных исследованиях ИКТ в преподавании физики	Цифровые лаборатории, компьютеры с выходом в интернет, программное обеспечение для моделирования и обработки результатов эксперимента
Методическая составляющая		
Модель и алгоритм проектирования УИДУ при обучении физике	Методика обучения физики Пропедевтические курсы в базовой школе Организация исследовательской деятельности учащихся НИР и преддипломная практика ВКР	Учебно-методические пособия «Организация исследовательской деятельности учащихся при изучении предметов естественнонаучного цикла», «Проектирование и организация учебно-исследовательской деятельности при обучении физике в седьмом классе»
Физический эксперимент как основа УИДУ	Школьный физический эксперимент Организация исследовательской деятельности учащихся НИР и преддипломная практика ВКР	Учебно-методические пособия «Школьный физический эксперимент в исследовательском и проектном обучении», «Физический эксперимент в учебном процессе», «Практикум по физике для профильной школы», оборудование для проведения всех видов школьного физического эксперимента, ТСО
Диагностика исследовательских умений учащихся: формы, методы, средства	Методика обучения физики Организация исследовательской деятельности учащихся НИР и преддипломная практика ВКР	Система уровневых контрольных работ по физике, рекомендации для экспертной оценки результатов УИР, система заданий для контроля исследовательских умений учащихся, система допусков к работам физического практикума и отчетности

На семинарах будущие учителя осуществляют педагогическое проектирование, в ходе которого осваивают алгоритм проектирования учебно-исследовательской деятельности при обучении физике (отбирать содержание, на котором будет осуществлена учебно-исследовательская деятельность, определять степень самостоятельности учащихся, обоснованно выбирать формы и методы обучения, соответствующие учебной задаче). Разрабатывая проекты, студенты должны изначально задать дидактическую ситуацию: состав ученического коллектива, уровень развития умений учащихся (общеучебных, предметных, исследовательских), учебно-методический комплекс и т.п. Важно организовать практические занятия таким образом, чтобы состоялось коллективное обсуждение разработанных проектов, в процессе которого студенты – будущие учителя поочередно оценивают другие проекты и осваивают роль экспертов.

Для текущей диагностики результатов обучения будущих учителей используются задания, моделирующие профессиональную деятельность. Примеры конструирования таких заданий приведены в параграфе 3.2.

Проектирование учебно-исследовательской деятельности учащихся будущие учителя физики должны освоить в системе урочной и внеурочной форм обучения в школе, поэтому формой отчетности по данной дисциплине является защита проекта по одному из разделов физики основной или средней (полной) школы. Проект состоит из трех частей:

- организация учебно-исследовательской деятельности учащихся в системе уроков физики;
- организация учебно-исследовательской деятельности учащихся в коллективной внеурочной форме организации (факультативный курс, физический или технический кружок);
- организация индивидуальной учебно-исследовательской работы.

На защите проекта важно обосновать свое решение, выбор той или иной исследовательской задачи, пути ее решения, степень самостоятельности

учащихся и т.д. На данном этапе оценивается умение будущего учителя проектировать учебно-исследовательскую деятельность учащихся.

Наконец, развитие готовности будущих учителей физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся происходит в процессе применения приобретенных знаний и умений в педагогической деятельности, т.е. в ходе педагогической практики, когда разработанные проекты воплощаются при проведении уроков, внеурочных занятий и ученических индивидуальных исследованиях. Кроме того, студенты – будущие учителя активно участвуют в реализации исследовательского обучения в системе «школа-вуз» в части организации физического практикума для старшеклассников и индивидуальных исследовательских проектов учащихся [170; 174; 191; 192; 195]. Учащиеся, подготовившие учебно-исследовательские работы под руководством магистрантов-будущих учителей физики, являются призерами и победителями районных и городских конференций научного общества учащихся «Эврика». На этапе активной педагогической практики оцениваются умения организовывать и сопровождать учебно-исследовательскую деятельность учащихся.

Тематика выпускных квалификационных работ, также затрагивает проблему проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся: разработка содержания и методики проведения исследовательского физического практикума, разработка содержания и методики проведения занятий физического кружка в основной школе, развитие исследовательских умений на основе дифференциации и т.п.

Таким образом, предложенное содержание и процесс подготовки будущего учителя физики в магистратуре обеспечивают его готовность проектировать, организовывать и сопровождать учебно-исследовательскую деятельность учащихся в условиях вариативного учебного процесса в системе урочных и внеурочных форм обучения физике.

Рассмотрим процесс подготовки учителей физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся в

постдипломный период. Такая подготовка может быть реализована в двух формах: курсы повышения квалификации и педагогическая мастерская, организуемая на базе университета, в рамках которой происходит непрерывная подготовка и методическое сопровождение учителей в их профессиональной деятельности.

При подготовке практикующих учителей физики должны быть учтены особенности их образования в постдипломный период, которые выделены в ряде исследований. В частности, Т. С. Фещенко, разрабатывая систему постдипломной подготовки учителей физики, имеющих базовое техническое образование, выделяет условия, которые мы также должны учесть: «взрослый обучающийся накапливает большой запас жизненного (бытового, профессионального, социального) опыта, который становится важным источником обучения его самого и его коллег; его готовность к обучению (мотивация) определяется его стремлением при помощи учебной деятельности решить жизненно важные проблемы и достичь конкретные цели; он стремится к безотлагательной реализации полученных знаний и умений» [344, с. 97].

Нами разработана программа повышения квалификации учителей физики «Организация исследовательской деятельности учащихся при изучении физики в школе в условиях введения ФГОС» объемом 144 академических часа (приложение 4). Содержание программы основано на отобранном содержании подготовки учителя к проектированию, организации и сопровождению учебно-исследовательской деятельности, указанному в таблице 9. Логика процесса подготовки учителя в постдипломный период была нами разработана на этапе подготовки исследования на соискание ученой степени кандидата педагогических наук [150, с. 104] и модифицирована в рамках данного исследования.

Таблица 12

Содержание, формы и средства подготовки учителей физики в постдипломный период

Содержание подготовки учителей физики	Формы обучения	Средства обучения
Научно-теоретическая составляющая ПК		
Научные основы школьного курса физики, физического эксперимента, статистическая обработка результатов эксперимента, погрешностей измерений Методология научного познания. Взаимосвязь теоретических и эмпирических методов исследования в физической науке	Лекция, семинары-практикумы, экскурсии в научные лаборатории	Учебно-методические пособия «Школьный физический эксперимент в исследовательском и проектном обучении», «Физический эксперимент в учебном процессе», «Механика материальной точки», «Молекулярная физика», «Электричество и магнетизм»
Цифровые технологии в исследовательской деятельности	Семинары-практикумы, физический практикум	Цифровые лаборатории, компьютеры с выходом в интернет, программное обеспечение для моделирования и обработки результатов эксперимента
Методическая составляющая ПК		
Модель и алгоритм проектирования УИДУ при обучении физике	Лекции, семинары-практикумы, мастер-классы, круглые столы, открытые уроки, конференции	Учебно-методические пособия «Организация исследовательской деятельности учащихся при изучении предметов естественнонаучного цикла», «Проектирование и организация учебно-исследовательской деятельности при обучении физике в седьмом классе»
Физический эксперимент как основа УИДУ	Лекции, семинары-практикумы, физический практикум, мастер-классы	Учебно-методические пособия «Школьный физический эксперимент в исследовательском и проектном обучении», «Физический эксперимент в учебном процессе», «Практикум по физике для профильной школы», оборудование для проведения всех видов школьного физического эксперимента, ТСО

Диагностика исследовательских умений учащихся: формы, методы, средства	Лекции, семинары-практикумы, круглые столы	Система уровневых контрольных работ по физике, рекомендации для экспертной оценки результатов УИР, система заданий для контроля исследовательских умений учащихся, система допусков к работам физического практикума и отчетности
--	--	---

Учителя имеют различный стаж педагогической деятельности, различный опыт в области организации учебно-исследовательской деятельности, поэтому на первом этапе проводится диагностика начального уровня готовности к этому виду профессиональной деятельности. Формы организации обучения: лекции, семинары-практикумы, мастер-классы, самостоятельная работа по выполнению заданий, моделирующих профессиональную деятельность, разработке проектов уроков, внеурочных занятий и индивидуальных учебно-исследовательских работ школьников, консультирование при их выполнении, внедрение разработанных проектов в практику, презентация и защита проектов, обсуждение результатов.

На первом этапе теоретической подготовки учителям предъявляется теоретическая модель процессов проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике, включающая принципы и закономерности, алгоритм проектирования. После теоретической подготовки учителям предъявляются образцы, примеры проектирования учебно-исследовательской деятельности учащихся в системе уроков физики как основной школы (7-9 классы), так и старшей школы (10-11 классы) с учетом возрастных особенностей и содержания курса физики. Происходит посещение уроков физики в школах университетского кластера, чтобы слушатели курсов могли увидеть воплощение проектов на практике, с последующим обсуждением. Наряду с организацией учебно-исследовательской деятельности на уроках физики, согласно модели, рассматривается сочетание внеурочных

форм организации учебного исследования на содержании физики. Учителям предлагается система исследовательских задач по физике как основа организации внеурочной исследовательской деятельности в основной школе, физический практикум для старшеклассников. Также предлагаются мастер-классы в виде занятий физического кружка со школьниками разного возраста.

Для руководства и сопровождения учебно-исследовательской деятельности школьников учитель физики должен быть знаком с актуальными направлениями физических исследований, методами и оборудованием, которые используются в современной науке. Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского, являясь национальным исследовательским университетом, обладает передовым оборудованием, на котором организуются научные исследования по приоритетным направлениям науки. Для учителей организуются экскурсии по лабораториям физического факультета, Нижегородского физико-технического института, профильных научно-образовательных центров, а также организуются лекции ведущих специалистов по актуальным проблемам физических исследований.

Следующий этап подготовки – семинары-практикумы, на которых учителя физики в малых группах выполняют задания, моделирующие профессиональную деятельность по проектированию учебно-исследовательской деятельности учащихся с последующим обсуждением и экспертизой. Далее в занятиях делается временный перерыв, чтобы учителя могли выполнить этап самостоятельной работы по проектированию учебно-исследовательской деятельности в системе уроков физики, внеурочных занятиях, индивидуальных ученических проектов. На этапе самостоятельной работы организуется консультирование с тем, чтобы снять возникающие вопросы и уточнить понимание модели, алгоритмов и т.д. На последнем этапе курсов повышения квалификации происходит защита проектов, анализ и самоанализ результатов.

Как показывает практика, кратковременное повышение квалификации позволяет дать учителям теоретические знания, мотивировать к дальнейшей

работе. Однако большинству учителей для применения полученных знаний в своей практической деятельности требуется длительная методическая поддержка и сопровождение. На базе физического факультета ННГУ ведется работа по непрерывной подготовке учителей физики в процессе их профессиональной деятельности в форме постояннодействующей педагогической мастерской учителей физики.

Педагогические условия, обеспечивающие эффективность подготовки учителя физики в постдипломный период, были выявлены нами в ходе отдельного исследования: непрерывный режим подготовки; взаимосвязь с практической профессиональной деятельностью учителя; учет индивидуальных образовательных запросов учителей; развитие всех составляющих методической компетентности учителя в системе; постоянное методическое сопровождение профессиональной деятельности учителя со стороны специалистов в области методики обучения физике [150, с. 104].

Для самостоятельной работы учителя физики по освоению умений проектировать и организовывать учебно-исследовательскую деятельность учащихся при обучении физике в школе были подготовлены учебно-методические пособия [178; 181].

Очень важным условием, обеспечивающим рост учителя в ходе его экспериментально-исследовательской работы, является руководство со стороны ученых-специалистов, оказание методической, методологической, психологической поддержки. Мы считаем возможным выход определённого числа учителей в процессе непрерывной подготовки на научно-методический уровень деятельности, получение новых научных результатов. По итогам работы многие педагоги имеют публикации результатов своих исследований в научно-методических изданиях [73; 186; 194; 321; 350].

4.2 Проектирование и организация учебно-исследовательской деятельности учащихся на основе физического эксперимента

Еще раз подчеркнем, что учебно-исследовательская деятельность учащихся предполагает наличие всех основных этапов, присущих научному исследованию, и нацелена на формирование у учащихся опыта и навыков исследовательской деятельности как универсального способа познания действительности. В связи с этим все виды школьного физического эксперимента (демонстрационный эксперимент, фронтальные лабораторные работы, физический практикум, домашние экспериментальные задания) играют в организации учебно-исследовательской деятельности учащихся ведущую роль.

В последовательности действий учителя по проектированию учебно-исследовательской деятельности учащихся, показанной в главе 2, эксперимент рассматривается как средство обучения, и этот технический аспект во многих работах детально изучен и представлен [77; 325; 362]. В методике обучения физике вопросам организации познавательной деятельности на основе физического эксперимента уделяется большое внимание [11; 132; 210; 293; 300; 346; 357; 358]. В работе А. А. Шаповалова описывается подготовка будущих учителей физики к конструированию как системы лабораторного эксперимента, так и демонстрационных опытов [360].

В работе [150] нами были описаны критерии и уровни методической компетентности учителя физики, отражающие степень владения учителем умением реализовывать учебный процесс на научно-теоретической основе, в том числе умение учителя планировать и ставить демонстрационный эксперимент в учебном процессе [150, с. 55].

При проектировании учебно-исследовательской деятельности мы включаем эксперимент только после целой цепочки действий. Один и тот же эксперимент может играть разную роль, в зависимости от того, какие элементы

учебно-исследовательской деятельности и, соответственно, исследовательские умения мы планируем развивать.

В параграфе 2.3 были разобраны примеры проектирования учебно-исследовательской деятельности учащихся в отдельных темах школьного курса физики, в том числе показана организация учебно-исследовательской деятельности учащихся на основе демонстрационного эксперимента. Подбор эксперимента в этом случае должен отвечать его месту в выбранной учителем логике раскрытия основ научного содержания, как сказано выше, это может быть стандартный эксперимент, описанный в методических рекомендациях, а может быть специально сконструированная экспериментальная установка [58; 190]. В работе [190] нами описан учебный эксперимент для изучения закона сохранения импульса. Поскольку тема «Законы сохранения» одна из наиболее сложных для усвоения учащимися, сконструирована специальная демонстрационная установка, с помощью которой учащиеся могут убедиться в выполнении закона сохранения импульса. Формирование исследовательских умений учащихся на основе демонстрационного эксперимента описано нами в работе [158].

Рассмотрим пример организации демонстрационного эксперимента на уроке, посвященном изучению закона Ома в 8 классе. Учащиеся знают, что такое сопротивление, напряжение, сила тока, и с помощью каких приборов эти величины измеряются. Цель следующего урока – определить зависимость силы тока на участке цепи от приложенного напряжения при постоянстве сопротивления и зависимость силы тока от сопротивления участка при постоянстве напряжения на нем.

Возникает вопрос: что для этого нужно? Какие величины нужно изменять, какие – измерять, и какими приборами? Можно использовать на этом этапе работу учащихся в группах по обсуждению схемы цепи, последовательности измерений. После обсуждения каждая группа обосновывает свой вариант, остальные учащиеся выступают экспертами. После того, как выработан план проведения эксперимента, учитель предлагает кому-то из учащихся на

демонстрационном столе собрать цепь по схеме, либо убедиться, что заранее собранная цепь соответствует выработанной схеме. Далее учитель проводит демонстрационный опыт, запись полученных результатов один из учеников производит на доске, остальные – в тетрадях (таблицу также предлагают сами учащиеся). По полученным результатам учащиеся строят график зависимости силы тока от сопротивления $I(R)$ в тетрадях, затем учащиеся представляют график на доске и происходит обсуждение под руководством учителя вида зависимости.

Аналогично происходит исследование зависимости силы тока от напряжения на участке цепи при постоянстве сопротивления. Конечно, учителю быстрее и проще на этом уроке было самому показать опыты в качестве иллюстрации своего рассказа, а закон Ома дать в готовом виде. Но при этом учащиеся остаются пассивными наблюдателями, что противоречит современным представлениям о процессе обучения как организации познавательной деятельности учащихся. В предложенном нами варианте учащиеся активно осваивают физическое содержание (в приведенном выше примере – закон Ома для участка цепи), но и основы планирования эксперимента, выбор необходимого оборудования, составление схемы цепи, обработку результатов эксперимента с помощью таблиц и графиков, умение делать выводы на основе полученных данных. В деятельности по наблюдению и выполнению опытов выделяются основные операции и действия, не зависящие от частных особенностей материала, определяется логическая последовательность их выполнения. В некоторых случаях, например, в целях экономии времени на уроке, учитель может сосредоточить внимание учеников на отдельных этапах.

В исследованиях [27; 74] предложены специально сконструированные системы заданий, направленных на формирование умений и навыков выполнения отдельных этапов исследовательской деятельности, определенных исследовательских умений. Е. С. Дементьевой предложена система заданий

домашнего эксперимента, направленных на формирование исследовательских экспериментальных умений учащихся основной школы [74].

В главе 2 была показана трехуровневая модель развития учебно-исследовательской деятельности: урок – коллективные внеурочные занятия – индивидуальные исследовательские проекты. Один и тот же эксперимент может быть основой учебно-исследовательской деятельности учащихся, реализованной на разных уровнях, что обосновано нами в работе [193].

Покажем выделенные уровни на примере включения учащихся в исследовательскую деятельность на основе физического эксперимента, предложенного В. В. Майером и Е. И. Вараксиной. В статье [39] предлагается учебное исследование плоского конденсатора, изготовленного из листов фольги, разделенных слоем диэлектрика. В качестве диэлектрика используется офисная бумага формата А-4, поскольку удобно изменять толщину слоя диэлектрика, добавляя или убирая стопки бумаги.

I уровень. На уроке, как предложено в работе [39], проводится исследование зависимости емкости конденсатора от толщины слоя диэлектрика и площади перекрытия обкладок, затем учащиеся строят графики полученных зависимостей, делают выводы о характере зависимости и вычисляют диэлектрическую проницаемость используемого диэлектрика (рисунок 23). Рекомендуется организовать групповую работу, причем для экономии времени учащиеся проводят разные опыты, затем результаты обобщаются. Удобно использовать для обработки данных табличный процессор Excel. Желательно подобрать задания в группах таким образом, чтобы использовались различные диэлектрики. В этом случае можно выполнить экспериментальную проверку расчета электроемкости конденсаторов, заполненных слоями двух диэлектриков (варианты расположения различные), диэлектрические проницаемости которых были измерены на уроке.

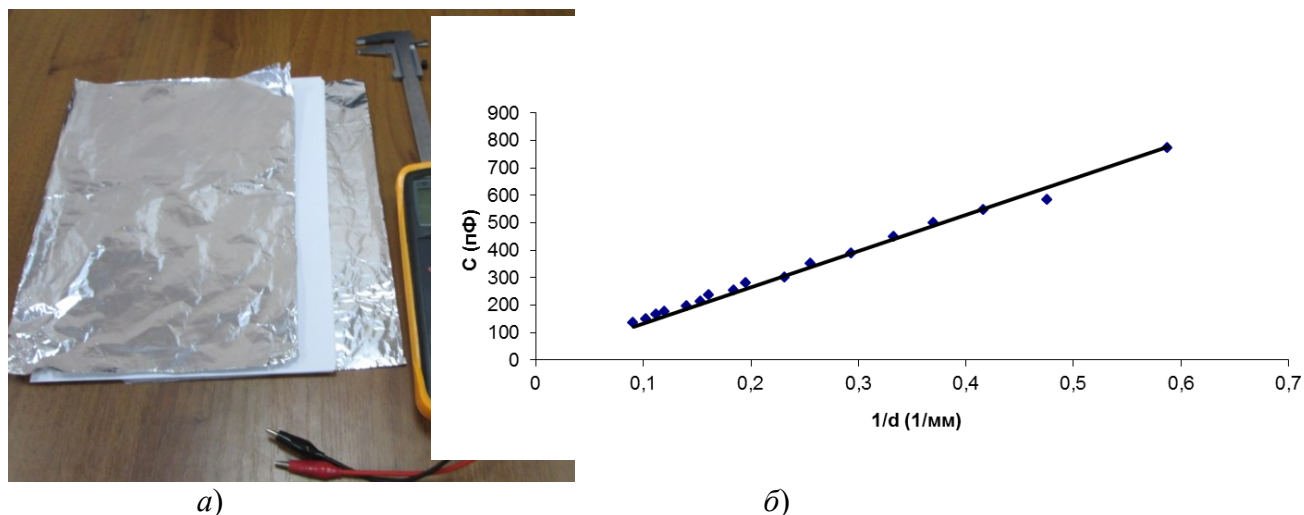


Рис. 23. Исследование зависимости емкости конденсатора от толщины слоя диэлектрика: *а)* оборудование; *б)* результаты эксперимента

Пуровень. На уроке был проведен эксперимент по исследованию зависимости емкости плоского конденсатора от площади перекрытия пластин, площадь изменялась путем сгибания (свертывания) одного из листов фольги, был получен вывод о линейной зависимости. Предлагаем учащимся повторить эксперимент, сворачивая лист фольги, постепенно изменяя площадь перекрытия до малых значений. При построении графика полученной зависимости обнаруживается, что при малых значениях площади перекрытия линейность нарушается (рисунок 24).

Повторяем эксперимент, изменяя площадь перекрытия путем сдвигания одного листа фольги относительно другого. До некоторого момента результаты двух экспериментов совпадают, но при малых значениях площади перекрытия наблюдаются заметные отличия. Далее необходимо «подвести» учащихся к качественному объяснению полученных результатов. На данном примере можно говорить о границах используемых нами моделей.

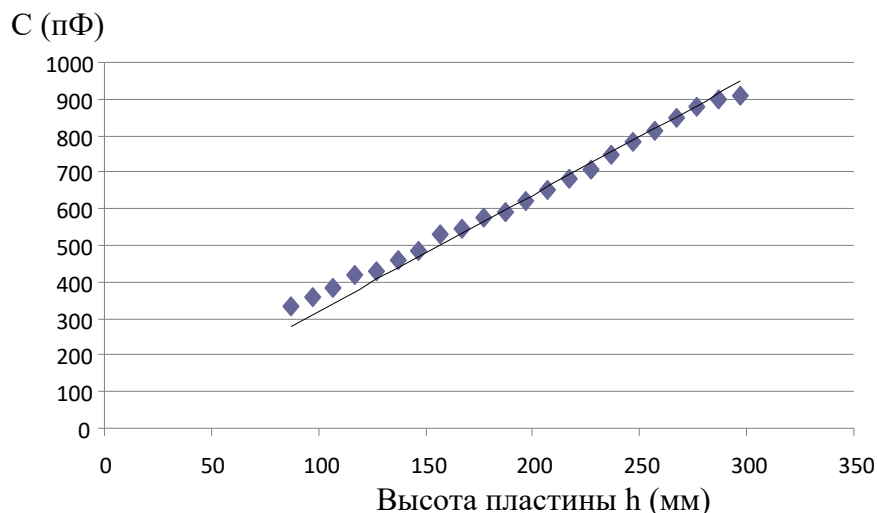


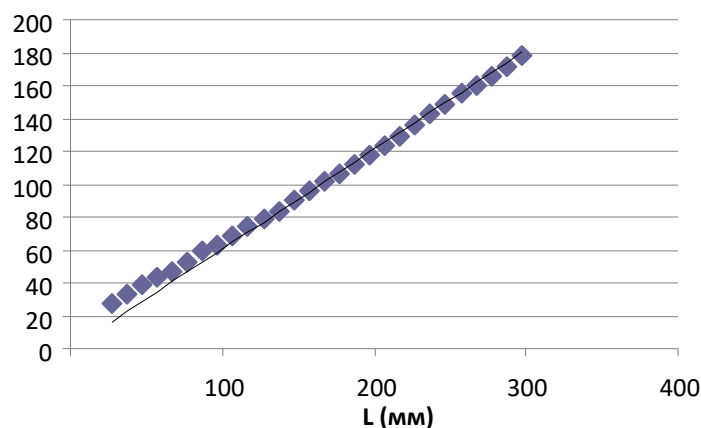
Рис. 24. Исследование зависимости емкости конденсатора от площади перекрытия пластин за счет уменьшения высоты одной из пластин путем сгибания

III уровень. В качестве индивидуального исследования предлагаем из фольги сделать цилиндрический конденсатор и изучить зависимость электроемкости от высоты конденсатора. Емкость цилиндрического конденсатора не изучают в школьной программе физики, но в индивидуальном исследовании ученик 11-го класса может ее вывести, поскольку основы интегрирования уже им освоены. Удобно в качестве основе взять отрезок полипропиленовой трубы, обклеив ее с внешней стороны фольгой, вложив в нее цилиндр из картона, обклеенный фольгой изнутри (рисунок 25, *а*). Высоту перекрытия можно изменять, вынимая картонный цилиндр из трубы. Краевые эффекты в данном эксперименте также обнаруживаются при анализе полученной зависимости емкости конденсатора от высоты при малых значениях перекрытия обкладок (рисунок 25, *б*).



а)

С (пФ)



б)

Рис. 25. Исследование зависимости емкости цилиндрического конденсатора от толщины слоя диэлектрика: а) оборудование; б) результаты эксперимента

Приведем еще один пример, когда одна и та же экспериментальная установка является основой организации учебно-исследовательской деятельности на разных уровнях. Речь идет об исследовании колебаний жидкости в сообщающихся сосудах, 11-й класс.

I уровень. На уроке, проводим фронтально или в группах теоретическое исследование, строим модель колебаний идеальной жидкости в сообщающихся сосудах постоянного сечения и получаем зависимость периода колебаний от параметров колебательной системы (объема жидкости в трубке и площади сечения трубки):

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{V}{2Sg}},$$

где T – период колебаний жидкости, S – площадь сечения трубки, g – ускорение свободного падения. Затем планируем и проводим эксперимент по проверке зависимости периода колебаний от объема жидкости, используя установку, изображенную на рисунке 26, а.

II уровень. На внеурочных занятиях предлагаем немного изменить установку и исследовать колебания жидкости под переменным давлением

(рисунке 26, б). Идея эксперимента описана в работе [25], но мы изменили методику его проведения.

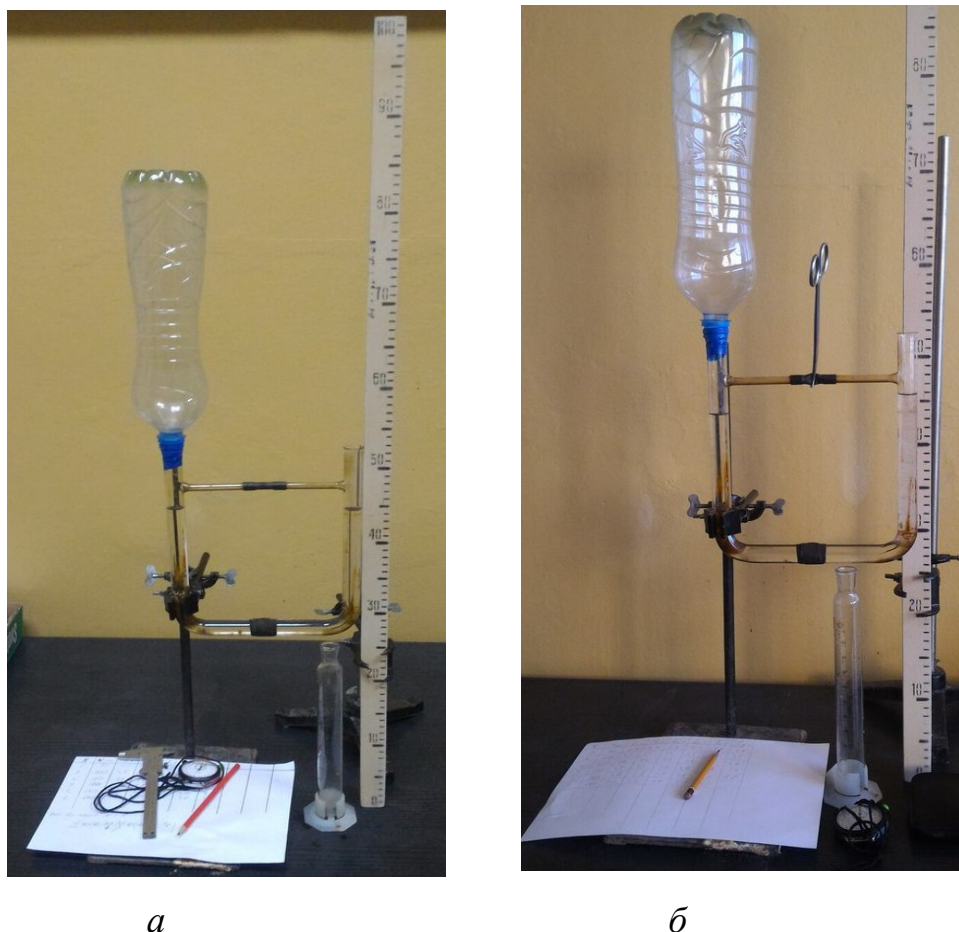


Рис. 26. Установки для исследования колебаний жидкости:
а) в открытых сосудах; *б*) под переменным давлением

Установка отличается тем, что соединительная трубка перекрывается. В правом колене давление над жидкостью остается атмосферным, а в левом давление больше или меньше атмосферного при колебаниях. Как и в предыдущем эксперименте, целью опыта является исследование зависимости периода от объема жидкости. Считая температуру воздуха постоянной, применяем закон Бойля-Мариотта для воздуха, изолированного в колене, находим изменение его давления в процессе колебаний, возвращающую силу и выводим периода колебаний от объема жидкости:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\rho V_0 V}{S(2g\rho V_0 + p_0 S)}},$$

где ρ – плотность жидкости, p_0 – атмосферное давление, V_0 – объем изолированного воздуха.

И в том, и в другом случае при планировании эксперимента учитываем, что удобнее выполнять линейную аппроксимацию, поэтому строим график зависимости $T^2(V)$.

III уровень. В качестве индивидуального исследования предлагаем по результатам экспериментов, выполненных на уроке и факультативе, определить ускорение свободного падения и сравнить его с известным значением. Полученное значение в пределах погрешности измерений не совпадет с табличным. Корректируем теоретическую модель и изучаем затухание. При затухающих колебаниях жидкости амплитуда колебаний изменяется по закону

$$A = A_0 e^{-\delta t},$$

где A_0 – начальное значение амплитуды, δ – коэффициент затухания. Если прологарифмировать выражение, указанное выше, получим линейную зависимость:

$$\ln \frac{A_0}{A} = \delta t,$$

которую и будем проверять. Сложность в том, что колебания происходят очень быстро и, чтобы снять значение амплитуды, требуется видеосъемка и последующее повременное разбиение на кадры.

Очень важную роль для развития опыта учебно-исследовательской деятельности учащихся играют лабораторные работы. Не все лабораторные работы школьного курса могут быть выполнены в исследовательском варианте. Многие из них предполагают отработку определенных умений и навыков, например, работы, обучающие применять амперметр и вольтметр в электрической цепи в 8-м классе. При этом формируется важнейший инструментально-деятельностный компонент основы исследовательской деятельности в дальнейшем, в частности при выполнении следующих

лабораторных работ в этой теме – по измерению сопротивления проводника, получению законов последовательного и параллельного соединения проводников и др.

Если лабораторная работа предполагает включение учебно-исследовательской деятельности, нельзя учащимся предоставлять готовое полное описание работы, в котором все необходимые действия (целеполагание, подбор оборудования, планирование и т.д.) уже выполнены автором учебника или учителем. Полнота описания зависит от той степени самостоятельности учащихся, которую определил учитель на основе предварительного анализа дидактической ситуации (глава 2). В некоторых учебно-методических комплексах предусмотрено развитие умений по планированию эксперимента, оформлению его результатов на основе рабочей тетрадей, в которых описание к лабораторной работе предполагает постепенное развитие соответствующих умений и навыков [284].

При выполнении лабораторной работы могут чередоваться этапы фронтальной и групповой работы. Акцент может быть поставлен на отдельном этапе исследования, умение осуществлять который учащиеся должны освоить. Например, с семиклассниками, начинающими изучать физику и проводить учебное исследование, необходимо отрабатывать умение оформлять экспериментальные результаты в виде таблиц, графиков.

У старшеклассников эти базовые умения должны быть отработаны согласно карте формирования исследовательских умений (таблица 4), соответственно, эти этапы они могут выполнять самостоятельно. В приложении 7 в качестве примера приведено описание лабораторной работы «Изучение движения конического маятника» 10-го класса как основы учебно-исследовательской деятельности учащихся на уроке. Рассмотрим на примере этой работы организацию активной познавательной деятельности учащихся на каждом этапе ее проведения.

Для актуализации знаний, являющихся содержательной основой планируемого исследования предлагаем накануне проведения лабораторной работы в качестве домашнего задания ответить на вопросы:

1. Шарик движется по окружности с постоянной по модулю скоростью. Сделайте рис., покажите направление скорости и ускорения шарика. Как вычислить ускорение шарика?

2. Если мы можем наблюдать за движением шарика (см. вопрос № 1), как измерить ускорение экспериментально? Какие величины для этого надо измерить? Сколько раз проводить измерения?

3. Как рассчитать погрешность измерения ускорения?

Отвечая на эти вопросы, учащиеся фактически закладывают основу планирования исследования, хотя о коническом маятнике пока не говорится. Далее учащимся представлена очень краткая теоретическая часть.

Конический маятник представляет собой груз, подвешенный на нити и движущийся по окружности в горизонтальной плоскости. Модель: груз – материальная точка, нить невесома и нерастяжима. (как собрать реальную установку, чтобы модель работала?). Сделайте рисунок, расставьте силы, действующие на груз, запишите 2-й закон Ньютона, выберите систему координат и спроецируйте.

Поскольку изучаемый материал относится к следствиям теории, то учащиеся могут сами выполнить рисунок и построить теоретическую модель исследования. Необходимо обсудить границы применимости модели, как собрать реальную установку, чтобы теоретическая модель была применима к ее описанию. Далее следует задание.

Задание 1. Измерьте ускорение, с которым движется конический маятник. Составьте таблицу для записи измерений. Повесьте груз на нити. Начертите на листе бумаги окружность радиусом 20 см. Поместите шарик над центром окружности и, взяв нить у точки подвеса, раскрутите маятник по окружности. Проведите необходимые измерения, сосчитайте ускорение и его погрешность. Результат запишите в виде: $a = a_{изм} \pm \Delta a$.

Таким образом, учащиеся сами должны составить план выполнения задания, опираясь на ответы к вопросам допуска к лабораторной работы. Определяют, какие величины им нужно измерить, сколько раз, как оформить результаты измерений и рассчитать погрешность. Далее второе задание.

Задание 2. Измерьте равнодействующую сил, действующую на груз при движении. Запишите результат в виде: $F = F_{изм} \pm \Delta F$.

Подсказка: рассмотрите положение груза, отклоненного на нити на угол α от вертикали и находящегося в равновесии. Какие силы на него действуют?

Поскольку существует сложность в нахождении способа измерения равнодействующей силы, дана подсказка, наводящая на правильное решение. И далее финальная часть задания.

Задание 3. Проверьте, выполняется ли 2-й закон Ньютона, используя результаты, полученные в задании 1 и 2. Какую величину нужно еще измерить? Сделайте вывод.

Приведенное выше описание лабораторной работы обеспечивает активную познавательную деятельность учащихся на всех этапах исследования и степень их самостоятельности определена с учетом принципа доступности и посильной трудности.

Один из приемов – трансформация традиционных школьных лабораторных работ путём ухода за границы применимости используемых в них моделей – показан Г. В. Заровняевым [88].

Еще один вид школьного физического эксперимента – физический практикум. Физический практикум являлся неотъемлемой частью курса физики 9-11-х классов в советской школе. Реформирование образования, в том числе сокращение часов на изучение физики, привело к тому, что в настоящее время в большинстве школ физический практикум не проводится. Однако, на наш взгляд, введение новых образовательных стандартов (ФГОС), предполагающих внедрение активных методов обучения, организацию активной познавательной деятельности школьников, формирование универсальных учебных действий,

опыта и навыков учебно-исследовательской деятельности требует возвращения физического практикума в практику работы школ.

Методика организации физического практикума, ориентированного на повторение, закрепление и обобщение изученного теоретического материала, разработана А. А. Покровским, Л. И. Анциферовым, В. А. Бутовым и др. [138; 270; 345]. Изменения, происходящие в школьном образовании, привели к пересмотру роли и места физического практикума в учебном процессе и появлению различных точек зрения по поводу его организации в школе. Л. В. Тищенко предлагает в качестве средства реализации деятельностного подхода в профильных классах уроки – лабораторные практикумы [331], особенность которых заключается в выполнении старшеклассниками работ без предоставления им инструкции, при этом основной целью является «научить ставить цель исследования». В работе [79] предложена методика проведения уроков, объединяющих решение задач и лабораторный практикум, нацеленная на формирование понимания учащимися взаимосвязи теории и эксперимента в физике. А. Е. Тарчевский предполагает работу физического практикума в формате кружка в послеурочное время, в ходе которого учащиеся индивидуально или в малых группах выполняют исследовательские работы, осваивая культуру исследования [328]. Н. В. Первышина обосновала методику проведения физического практикума в классах с углубленным изучением физики как отдельного учебного предмета, сопровождающего основной курс физики, на основе уровневой дифференциации [258]. Коллективом авторов Московского физико-технического института (МФТИ) разработан физический практикум для школ и классов с углубленным изучением физики [372].

Во всех указанных выше работах практикум выполняется в старшей школе (10-11-й класс). Существуют варианты организации физического практикума в основной школе (6-9 классы): в физико-математическом лицее № 40 города Нижнего Новгорода физический практикум вынесен из общего курса физики в отдельный предмет – основы физического эксперимента (ОФЭ). Уроки ОФЭ включены в программу с 6-го по 11-й класс. Содержание и

методика проведения практикума разрабатывались в течение нескольких лет Р. Н. Шилковым, П. М. Савкиным, А. Ф. Беленовым [20; 21]. В работах [73; 194] нами были выделены критерии отбора содержания физического практикума в физико-математическом лицее, обеспечивающего формирование экспериментальных исследовательских умений учащихся на необходимом уровне, и обоснована методика его проведения.

Методика организации работ физического практикума должна отвечать его задачам: используются методы и формы обучения, направленные на развитие исследовательских и экспериментальных умений, формирование ключевых УУД, в старших классах – на подготовку к дальнейшему профессиональному обучению.

В работах [191; 192; 271] нами предложены критерии отбора содержания физического практикума в системе довузовской подготовки, в ходе которого учащиеся выполняют экспериментальные работы исследовательского характера. Для старшеклассников, изучающих физику на профильном уровне, нами разработано содержание исследовательского физического практикума [271]. В предлагаемом учебном пособии предлагаются экспериментальные работы, разработанные преподавателями физического факультета ННГУ для проведения физического практикума с учащимися физико-математической школы.

Критерии отбора содержания работ физического практикума в довузовской подготовке:

- комплексный характер: при выполнении работы обобщаются и интегрируются знания нескольких тем (разделов) физики;
- исследовательский характер: содержание должно позволять учащимся осваивать основные исследовательские экспериментальные умения;
- субъективная новизна: в ходе выполнения работы учащиеся должны получать новые физические знания либо новые результаты применения предыдущего содержания;

- вариативность: работа может выполняться на различных уровнях сложности и с различной степенью самостоятельности учащихся, в зависимости от их подготовленности;
- доступность оборудования: для выполнения работы должно быть либо стандартное оборудование кабинета физики, либо возможность создания самодельной установки.

Большинство предложенных работ выполняется на оборудовании, которым оснащены кабинеты физики средних школ. Физический практикум может быть включен в учебный курс физики физико-математических классов, либо организован как отдельный элективный курс.

Выполнение работ практикума предполагает освоение учащимися экспериментального метода познания, что становится возможным только при достаточной степени самостоятельности школьников. В зависимости от сложившейся дидактической ситуации работы, предлагаемые в пособии, могут быть выполнены в исследовательском варианте: учащиеся планируют экспериментальную часть самостоятельно или под руководством учителя. Некоторые работы могут быть использованы для индивидуальных учебных исследований.

При проведении практикума следует обратить внимание на математическую обработку результатов измерений физических величин: методики расчета погрешностей измеряемых величин, использование метода наименьших квадратов. Рекомендуем использовать учебное пособие [339], в котором изложена элементарная методика обработки результатов экспериментов.

Лабораторный практикум в качестве основной организационной формы обучения исследовательской деятельности выбран М. И. Старовиковым [319] при условии, что практикум проводится регулярно и нацелен на освоение методов научного познания.

Как уже говорилось, самый высокий уровень учебно-исследовательской деятельности в школе – выполнение индивидуального исследовательского

проекта. В периодических изданиях – «Физика для школьников», «Потенциал», «Учебная физика» предложено достаточно много примеров экспериментальных работ, которые составляют основу исследовательских проектов школьников. Большую базу для проведения школьных экспериментальных исследовательских работ можно найти в публикациях В. В. Майера и Е. И. Вараксиной [38; 39; 40; 211; 212; 213; 293]. Многие идеи для выполнения исследований на основе школьного курса физики предложены И.В. Гребеневым [57-59].

Учитель-руководитель проекта может выбирать тему и степень сложности предлагаемой работы в каждом индивидуальном случае, проанализировав сформированность у школьника каждого компонента ориентировочной основы для выполнения предполагаемого исследования (мотивационного, содержательного, операционно-деятельностного). Если хотя бы один компонент отсутствует, исследование не состоится. Например, в системе «школа – вуз» зачастую руководят исследовательскими школьными работами преподаватели вуза или аспиранты. В последнем случае существуют попытки подключить школьника к проводимому научному исследованию, для выполнения которого школьнику потребуются знания высшей математики, квантовой механики. Не обладая этими знаниями, т.е. содержательной основой для выполнения исследования, ученик не может принять исследовательскую задачу.

Для выполнения индивидуального исследовательского проекта зачастую не требуется сложного физического оборудования, главное, чтобы школьник понимал и мог обосновать ход исследования и объяснить полученные результаты. В качестве примера учебного исследования, выполняемого на простейшем оборудовании, имеющемся в любом кабинете физики, приведем исследование трения нити о неподвижный цилиндр (рисунок 27). Данная работа отвечает всем критериям отбора содержания практикума, указанным выше. Работа дает возможность, с одной стороны обобщить и систематизировать знания по динамике, с другой стороны, получить

физические знания, которые в основном курсе не изучались. Работа является вариативной, может быть поставлена на разных уровнях сложности. В школьном курсе физики изучается движение связанных тел на основе модели, включающей идеальный блок и идеальную нить, при отсутствии трения между блоком и нитью. Работа позволяет экспериментально проверить влияние трения между нитью и блоком на движение тел.



Рис. 27. Экспериментальная установка для исследования трения нити о неподвижный цилиндр

Через неподвижный цилиндр перекидывается нить, к одному концу которой привязан груз, к другому прикреплен динамометр. Угол охвата можно изменять с шагом $\pi/4$. Положение динамометра при изменении угла охвата меняется: горизонтальное положение, направление приложенной силы влево или вправо ($\pi/4$, $5\pi/4$, $9\pi/4$ и т.д.); вертикальное, сила направлена вниз ($\pi/2$, $5\pi/2$, $9\pi/2$); вертикальное, сила направлена вверх (2π , 4π и т.д.). При каждом значении угла проводится многократное измерение силы натяжения нити T . Измерив вес груза P и угол охвата нитью цилиндра φ , можно проверить, что зависимость $\ln(T/P)$ от угла охвата φ является линейной, и определить коэффициент трения

нити о цилиндр как коэффициент полученной линейной зависимости (рисунок 28).

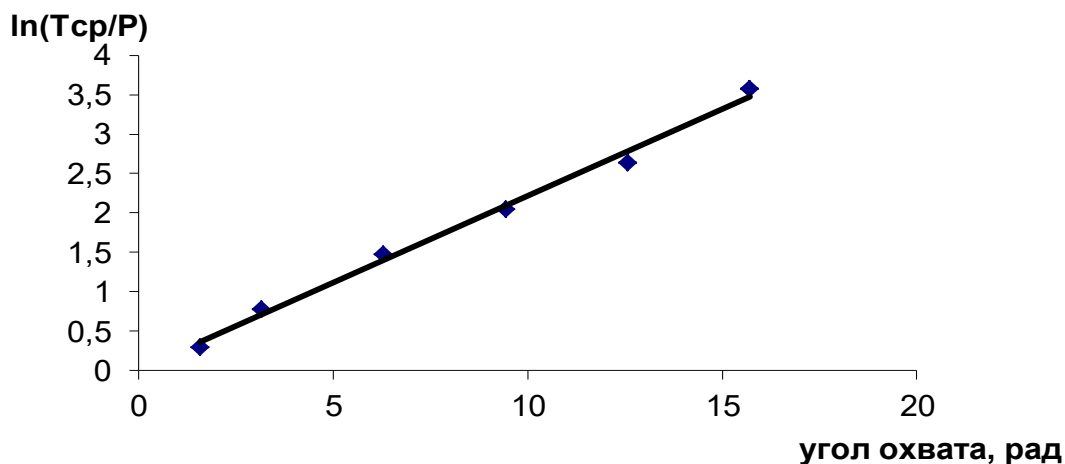


Рис.28. График зависимости для определения коэффициента трения нити о неподвижный цилиндр

При обработке результатов эксперимента школьники учатся использовать табличный процессор Microsoft Office Excel при расчете коэффициента трения нити о блок. Работа является вариативной, в зависимости от дидактических целей ее можно выполнить в одном из следующих вариантов:

- проверить, что трение не зависит от диаметра цилиндра, подобрав цилиндры разных диаметров с одинаковыми поверхностями и используя одну и ту же нить;
- измерить коэффициенты трения разных нитей (капроновой, хлопчатобумажной и т.п.) о поверхность цилиндра;
- измерить коэффициенты трения одной и той же нити о цилиндры с разной поверхностью (алюминиевая, деревянная, стеклянная) одного диаметра.

Описание работы практикума приведено нами в работе [189] и в приложении 8.

Приведем еще один пример проектирования индивидуальной учебно-исследовательской работы учащихся [187]. Задача движения шарика в «мертвой петле» является типовой задачей школьного курса физики, в которой шарик предлагается считать материальной точкой и можно пренебречь трением

и сопротивлением воздуха. При решении такой задачи обычно требуется найти минимальную высоту, с которой нужно отпустить шарик, чтобы он смог сделать полный оборот. В результате решения получаем высоту, в 2,5 раза больше радиуса «мертвой петли» ($h = 2,5 R$). Результат можно проверить экспериментально, поскольку существует типовая установка, входящая в оснащение школьного кабинета физики. Если отпустить шарик с рассчитанной выше высоты, обнаруживаем, что шарик не может описать полную окружность, отрывается от петли, не доходя высшей точки. Далее и начинается решение исследовательской задачи, в результате которой необходимо найти минимальную высоту.

Решение этой задачи выходит за границы школьного курса физики, поэтому ее можно предложить либо как одну из работ физического практикума для школьников в системе «школа – вуз», либо как индивидуальную учебно-исследовательскую работу, выполняемый школьником. Предлагаем поэтапно усложнять модель, чтобы учесть все факторы.

Сначала учтем, что шарик имеет размеры и обладает кинетической энергией не только поступательного, но и вращательного движения. Считая, что шарик катится без проскальзывания, находим минимальную высоту, которая в 2,7 раза больше радиуса петли ($h = 2,7 R$). Кроме того, учитывать размеры шарика нужно во всем: центр масс шарик движется по окружности радиуса $(R - r)$, где r – радиус шарика. Потенциальная энергия шарика в верхней точке тоже определяется положением центра масс относительно нулевого уровня: на высоте $(2R - r)$. С учетом размеров шарика получаем минимальную высоту:

$$h_1 = 2,7 R - 1,7r.$$

Проводим экспериментальную проверку и получаем, что шарик снова не может описать полную окружность.

Следующее уточнение: учтем профиль поверхности, по которой катится шарик. В типовой установке это две направляющих, находящихся на некотором расстоянии b друг от друга. Таким образом, нужно учесть, что шарик касается

опоры в двух точках. Связь линейной скорости центра масс и угловой скорости вращения шарика в этом случае:

$$\omega = \frac{2v}{\sqrt{4r^2 - b^2}}.$$

Находим минимальную высоту:

$$h_2 = 2,5R - 1,5r + \frac{4r^2(R-r)}{5(4r^2 - b^2)}.$$

Экспериментальная проверка показывает, что шарик, отпущенный с данной высоты, действительно способен описать полную окружность. Кроме того, можно поэкспериментировать с шариками разного размера для проверки полученной зависимости.

Таким образом, выполняя работу, мы дважды уточняли модель: сначала считали шарик материальной точкой, затем учли его размеры, затем профиль поверхности, по которой он катится, каждый раз выполняя экспериментальную проверку.

При выполнении работы оказалось, что результат зависит от вида установки, имеющегося в кабинете физики. Указанный выше вариант работы был выполнен на установке, выпускаемой для школьного кабинета физики в 60-70-е годы прошлого века. Направляющие стержни в данной установке создают достаточное трение для вращения шарика и движения без проскальзывания. При использовании современной установки, выпускаемой для школьных кабинетов, оказалось, что направляющие стержни покрыты эмалью. Характер движения шарика по этой петле оказался совершенно иным. Гладкий стальной шарик в данной петле не раскручивается, а скользит. Тогда при нахождении минимальной высоты можно оценить работу силы трения скольжения. Если взять другой шарик, с более шероховатой поверхностью, оказывается, что происходит качение шарика с проскальзыванием, изучение такого движения на школьном уровне достаточно сложно, но можно пронаблюдать отличие. И, наконец, оказалось, что для школьных кабинетов выпускается еще один вид установки, в которой шарик движется по пластиковой дорожке, которая является гибкой, меняет форму при движении

шарика. Направляющая прогибается даже под действием собственного веса, петля не сохраняет форму окружности. Проводить исследование на такой установке нельзя.

В данном примере мы показали, что ученическое исследование на основе экспериментальной установке, как и научное, проходит через этапы уточнения модели исследуемого явления на основе экспериментов.

4.3 Применение цифровых технологий в организации учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике

В настоящее время появились широкие возможности использования средств электронного обучения в российских школах. В частности, одной из важных задач в сфере образования является «создание современной и безопасной цифровой образовательной среды, обеспечивающей высокое качество и доступность образования всех видов и уровней» [333, с.6].

Можно выделить три основных направления развития цифровых технологий в современном естественнонаучном образовании [80]:

- дистанционное образование;
- цифровые лаборатории;
- библиотеки мультимедиаобъектов.

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.

Вопросам применения информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в учебно-исследовательской деятельности учащихся при изучении физики посвящены исследования [1; 2; 125; 147; 319; 349].

Р. М. Абдулов предложил методику развития исследовательских умений

на основе комплексного применения учебного физического эксперимента и современных технических средств (интерактивная доска, цифровой фотоаппарат, цифровая лаборатория) [1; 2].

Роль компьютерного моделирования при изучении электромагнитных колебаний в школе раскрыта в работе Е. С. Кошечевой [126]. Т. А. Ханановой предложена методика формирования общеучебных умений учащихся основной школы на основе интерактивных компьютерных заданий по физике [349].

На кафедре методики обучения физике РГПУ им. А. И. Герцена проводятся методические исследования по повышению научного уровня обучения физике в школе на основе современных информационных технологий [147]. Одним из направлений является обработка экспериментальных данных с помощью ИКТ [121], другим направлением является использование компьютерных моделей для организации учебно-исследовательской деятельности [147], что позволяет значительно экономить время на уроке и осваивать элементы исследовательской деятельности.

В работе [86] разработана методика комплексного использования средств новых информационных технологий и традиционных технических средств обучения в учебном процессе на основе принципа оптимизации процесса обучения физике с их применением на различных этапах учебных и внеурочных занятий. Автор подчеркивает роль информационных технологий и технических средств обучения в повышении наглядности обучения, формирований умений работать с информацией, но не рассматривает возможности этих средств в организации учебного процесса, в котором обучающиеся способны получать новое знание под руководством учителя. Новые информационные технологии и традиционные технические средства обучения учитель использует как иллюстрацию новых знаний, либо как средство закрепления и применения полученных знаний.

В работе [396] рассматривается использование устройств виртуальной реальности для организации исследовательской деятельности на уроке физики.

Авторы указывают, что устройства виртуальной реальности позволяют провести наблюдения и собрать фактический материал, не выходя из класса.

Интересной с точки зрения нашего исследования является диссертационная работа М. Ю. Гармашова, в которой предложена методическая система формирования исследовательской компетентности учащихся при обучении физике на основе видеокомпьютерного эксперимента [48]. Автор дает следующее определение видеокомпьютерного эксперимента: «способ организации школьного физического эксперимента, в ходе которого осуществляется реальный (натурный) эксперимент и видеосъемка процесса с последующим созданием компьютерной модели для изучения быстротекущих физических явлений стробоскопическим методом» [48, с. 10]. В рамках предложенной методики учащиеся осваивают и умения планирования и постановки реального эксперимента, и навыки его изучения и обработки с помощью компьютера (создание компьютерной модели, обработки и представления данных эксперимента посредством компьютерных технологий).

М. И. Старовиков предложил методическую систему формирования исследовательских умений учащихся в ходе физического практикума на основе использования компьютера [319].

Очень важной, на наш взгляд, частью работы [319] является описание возможностей табличного процессора Excel в обработке полученных в учебно-исследовательской деятельности результатов – расчета погрешностей полученных результатов измерений, аппроксимации результатов, в частности применение метода наименьших квадратов.

Действительно, использование компьютера (например, табличного процессора Excel, пакета «Математика» и др.) значительно облегчает обработку результатов эксперимента и экономит время. В частности, графики, приведенные в параграфе 4.2, построены по результатам исследования с помощью табличного процессора Excel. Использование данного процессора позволяет быстро рассчитать коэффициент линейной зависимости, полученной

в результате аппроксимации, коэффициент корреляции, чтобы оценить достоверность аппроксимации, отразить на графике погрешности измерений.

Покажем это на примере обработки результатов учебно-исследовательской работы по изучению колебаний жидкости в сосудах постоянного сечения, описанной в параграфе 4.2. На первом уровне используется установка, изображенная на рисунке 26а, которая позволяет исследовать зависимость периода колебаний жидкости T от ее объема V . Для аппроксимации удобнее линейная зависимость:

$$T^2 = \frac{8\pi}{d^2 g} V,$$

где d – диаметр сосудов, а g – ускорение свободного падения.

После проведения измерений с помощью табличного процессора Excel аппроксимируем линейную зависимость (рисунок 29).

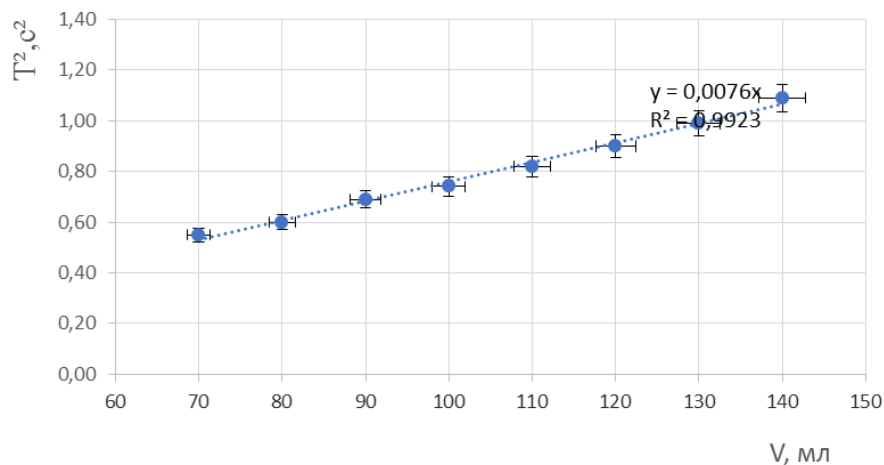


Рис. 29. График зависимости, полученный в табличном процессоре Excel

Возможности Excel позволяют вычислить коэффициент полученной функции (0,0076) и коэффициент корреляции (0,9923), показать погрешности экспериментальных точек.

При исследовании процесса затухания колебаний в указанном исследовании по методике, описанной в предыдущем параграфе, снова аппроксимируем линейную зависимость и определяем коэффициент затухания и строим графики (рисунок 30).

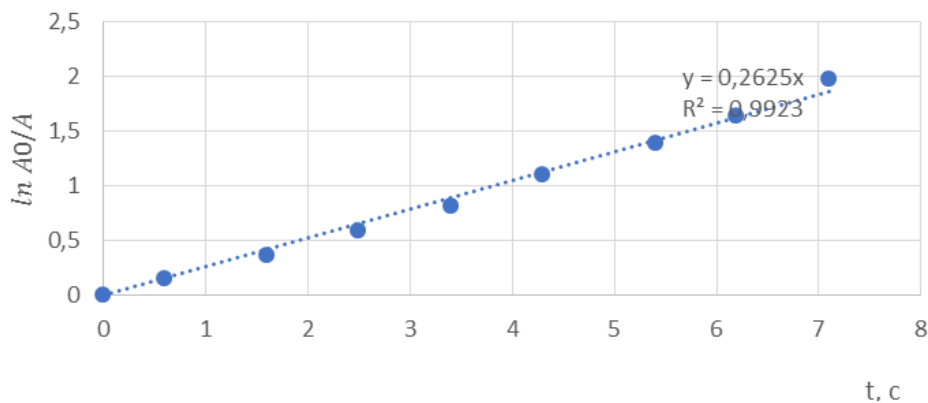


Рис. 30. Определение коэффициента затухания колебаний жидкости

Затухающие колебания по полученным параметрам описываются функцией: $x = 3,6 * e^{-0,25t} \cos(2\pi t)$. Построим полученную зависимость с программного пакета, предлагаемого сайтом <http://yotx.ru> (рисунок 31). Указанный сайт дает возможность строить графики функций онлайн.

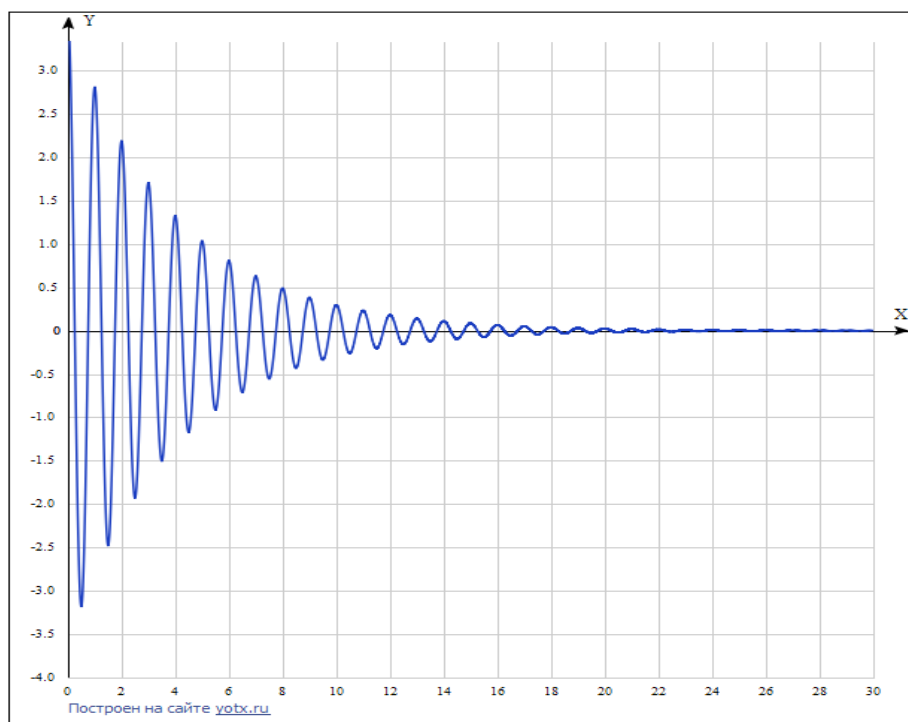


Рис. 31. Построение графика полученной функции с помощью электронных ресурсов

Цифровые технологии играют большую роль и на других этапах учебно-исследовательской деятельности. Проиллюстрируем использование программирования на этапе моделирования процесса.

В статье [386] нами предложен новый объект для исследования в курсе физики – паровой картезианский водолаз (Vapor Cartesian diver), предназначенный для изучения свойств насыщенного водяного пара. Вообще, изучение состояния насыщенного пара в процессе обучения физике имеет большое значение в связи с привлечением большого числа фундаментальных законов и теорий. Насыщенный пар – один из самых интересных и трудных для изучения объектов курса физики средней. В работе [385] мы предложили несколько экспериментов для изучения свойств насыщенного пара. Предложенная в работе [386] экспериментальная установка может быть полезна как пример автоколебательной системы, основанной на свойствах насыщенного пара. В статье описана математическая модель физических процессов, протекающих в ходе эксперимента, которая представляет собой систему дифференциальных уравнений, которые школьники решить не могут. Поэтому предложен способ численного решения полученной системы уравнений. На рисунке 32 изображён график зависимости координаты пробирки от времени, полученный в результате работы программы при значениях $T_{\max} = 95^{\circ}\text{C}$, $T_{\min} = 93^{\circ}\text{C}$.

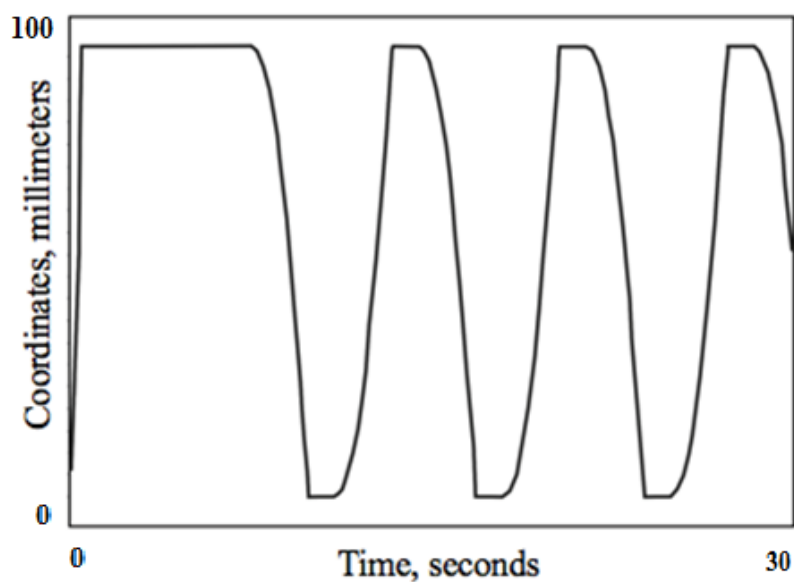


Рис. 32. Результат работы моделирующей программы

На графике можно заметить площадки, которые соответствуют процессам нагревания и охлаждения, протекающим до достижения указанных условий в верхнем и нижнем положениях пробирки. Полученное решение полностью соответствует результатам наблюдений за реальным ходом процесса.

Таким образом, учащиеся убеждаются в совпадении результатов численного моделирования с параметрами возникающих автоколебаний в реальном эксперименте.

Приведем еще один пример совмещения реального эксперимента и численного моделирования явления. Речь идет об исследовании колебаний деревянного цилиндра в жидкости. В идеальных условиях безграничной поверхности жидкости задача решается совершенно стандартно и сводится к нахождению периода колебаний:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\rho_1 h}{\rho_2 g}},$$

где ρ_1 – плотность дерева, ρ_2 – плотность жидкости.

Задача становится исследовательской, если учесть влияние того, что жидкость в сосуде ограничена стенками, следовательно, при колебаниях цилиндра уровень жидкости в сосуде будет изменяться. При проведении эксперимента удобно использовать видеосъемку. Следует исследовать зависимость периода колебаний от соотношения радиуса колеблющегося цилиндра (r) и радиуса сосуда (R): $T(r/R)$. Для проверки модели можно использовать численное моделирование.

В работах [151; 173] нами описано применение современных технологий в организации учебно-исследовательской деятельности учащихся. Большие возможности в организации учебно-исследовательской деятельности дают современные цифровые лаборатории. В настоящее время рынок оборудования, выпускаемого для школ, очень разнообразен. Самые распространенные виды цифровых лабораторий, используемых в школах при обучении физике: Архимед, L-микро, Einstein, Releon, Радуга, научные развлечения. Большинство лабораторий имеют набор датчиков, который можно варьировать. Лаборатории

выпускаются для использования в учебном процессе по физике, химии, биологии.

Разработчики отмечают преимущества, которые дает использование цифровых лабораторий на уроках: возможность проводить автоматизированный сбор, обработку и хранение данных; совершать измерения, недоступные с использованием обычного оборудования [347; 355].

Учителя отмечают, что использование цифровых лабораторий экономит как время на подготовку эксперимента, так и на его проведение на уроке, что очень важно в условиях интенсификации учебного процесса. Применять цифровую лабораторию можно во всех видах школьного физического эксперимента – демонстрационного, лабораторного, практикума, экспериментальных задач. Анкетирование учителей, проведенное в процессе их повышения квалификации в УрГПУ в 2017 году, показало, что даже при наличии цифровых лабораторий в школьном кабинете физики, учителя не всегда применяют их учебном процессе, поскольку для этого требуется специальная подготовка [230].

Применение цифровых лабораторий при постановке демонстрационного эксперимента позволяет активизировать познавательную деятельность учащихся, формировать умения планировать эксперимент и объяснять полученные результаты [43]. С.А. Винницкая показывает, что с помощью цифровой лаборатории SenseDisc можно не только обнаружить явление, но и изучить его детально, построив графики на основе программного обеспечения, прилагающегося к цифровой лаборатории.

Многие авторы работ по методике обучения физике подчеркивают, что особое значение имеет применение цифровых лабораторий для осуществления проектной и исследовательской деятельности учащихся [24; 43; 87; 134; 230]. Причем спектр применения цифровых лабораторий очень широк: можно превратить обычную лабораторную работу в полноценное исследование или организовать междисциплинарное естественнонаучное исследование.

Для нас важно подчеркнуть, что применение цифровых лабораторий расширяет спектр физических задач для организации на их основе учебно-исследовательской деятельности, поскольку позволяет исследовать быстропротекающие процессы. Например, с помощью датчиков можно исследовать колебания, в том числе затухающие, поскольку есть возможность изучать графики зависимостей измеряемых величин. В параграфе 4.2 было описано исследование колебаний жидкости в сообщающихся сосудах постоянного сечения. Для изучения процесса затухания колебаний была использована видеосъемка и программы покадрового изображения видеозаписи. Использование цифровой лаборатории в данном случае значительно сократит время на обработку результатов и позволит увеличить точность.

Цифровые лаборатории могут являться инструментальной основой внеурочной учебно-исследовательской деятельности. В работе Е. А. Енюшкиной описан интересный опыт организации физических исследований в условиях передвижного летнего лагеря-экспедиции [83]. Например, школьники проводили цифровые исследования с помощью цифровой лаборатории «Архимед» микроклимата реки Ветлуга: изучение температурного режима речной воды в зависимости от различных факторов, скорости течения и расхода воды на различных участках реки, определение радиационного фона и т.д.

Наиболее полное описание возможностей цифровых измерительных комплексов в учебной исследовательской деятельности учащихся по физике и химии можно найти в работах [51; 196; 207; 252; 265; 266; 267].

4.4 Диагностическая деятельность учителя в проектировании и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся

Любая поставленная в образовательном процессе цель должна предполагать возможности ее диагностики. Формирование опыта учебно-исследовательской деятельности и исследовательских умений школьников требует разработки диагностического инструментария.

М. Ю. Демидовой предложена методическая система оценки учебных достижений учащихся по физике в условиях введения ФГОС [75; 76]. Автор рассматривает преимущественно письменные формы диагностики учебных достижений и отмечает, что «почти все умения из блока «Познавательные универсальные учебные действия» могут быть проверены при помощи письменных заданий. Исключение здесь составляет освоение основ реализации проектно-исследовательской деятельности» [75, с.107].

Существует мнение, что для оценки ключевых компетенций, развиваемых у учащихся, необходимо использовать элементы квалитетического анализа [94].

В дидактике [97; 257] рассматривается диагностическая деятельность учителя как один из видов профессиональной деятельности. Предлагается следующая последовательность этапов диагностической деятельности учителя: определить объекты диагностики, уровней их усвоения, критерии их достижения; выбрать формы, методы и средства проведения диагностики; проверить и обработка полученные результаты; проанализировать полученные результаты и провести коррекцию образовательного процесса для достижения целей.

Согласно указанной выше последовательности действий, будем моделировать диагностическую деятельность в отношении эффективности организации учебно-исследовательской деятельности учащихся. Сначала определим объекты диагностики в этом случае.

Подходы психологов и педагогов к оценке качества учебно-исследовательской деятельности расходятся, существуют разные точки зрения на объекты диагностики.

В работе А. В. Леонтовича предлагается оценивать формальные результаты исследовательской деятельности учащихся, заключающиеся в соответствии полученных результатов принятым в науке нормам проведения исследования, и личностные результаты, которые отражают развитие качеств личности исследователя [201].

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.) [301-303].

О. В. Алиева разработана критериально-оценочная база учебно-исследовательской культуры учащихся [6], включающую три критерия: мотивационно-потребностный, операционально-технологический и личностно-преобразующий. По каждому из критериев предложены показатели проявления на трех уровнях: низкий, средний, высокий [6, с. 12-13].

Е. Р. Важнова, разрабатывая проблему оценки качества исследовательской деятельности обучающихся в профессиональном лицее, предлагает оценивать три группы умений: операционные, тактические и стратегические исследовательские умения [37]. Для этого предложены методы интервьюирования, сравнительный анализ оценки результатов выполнения исследовательских работ и наблюдения [37, с. 81].

В ряде исследований, посвященных развитию исследовательских умений в образовательном процессе школы, предлагают различные уровни сформированности исследовательских умений (опыта исследовательской деятельности; исследовательской культуры) и различные критерии их достижений [7; 37; 74; 139; 238]. Кроме исследовательских умений оценке

подлежит мотивация учащихся к учебно-исследовательской деятельности. Диагностические методики для оценки мотивации школьников к тому или иному виду деятельности разработаны в психологии. В меньшей степени разработаны инструменты для оценки исследовательских умений.

Подходы к оценке эффективности организуемой учебно-исследовательской деятельности и диагностике исследовательских умений учащихся изложены нами в статьях [171; 172]. В контексте нашего исследования будем считать объектами диагностики исследовательские умения, отраженные в карте их поэтапного формирования (таблица 2), где отражены требуемые уровни их сформированности на каждом этапе (таблица 1). На основании указанной карты можно определить объекты, как текущей диагностики, так и итоговой: по результатам обучения в основной и средней школе.

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.

При проведении текущего контроля нами были разработаны задания по проверке отдельных исследовательских умений и задания по проектированию решения исследовательской задачи. В контрольные работы, применяемые для текущего контроля по физике, были включены задания, проверяющие отдельные экспериментальные исследовательские умения, которые отражены в требованиях программ школьного образования и, соответственно в карте формирования умений и навыков исследовательской деятельности на каждом этапе обучения физике в школе (таблица 2). 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. Приведем примеры таких заданий: как проверить, что скорость испарения зависит от температуры? как исследовать, зависит ли сопротивление проволоки от ее диаметра? от чего зависит время соскальзывания бруска с наклонной плоскости, как это проверить? 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.

Кроме заданий, моделирующих учебно-исследовательскую деятельность, разработаны задания, при выполнении которого учащиеся должны осуществить полный цикл исследования. Содержание таких заданий должно базироваться на содержании изучаемого школьного курса физики, иначе учащиеся не смогут найти решения задачи, поскольку не имеют для этого содержательной основы. Сложность заданий должна учитывать возрастные особенности, степень сформированности УУД.

Пример задания для учащихся 9-го 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.

Задание предлагается 9-классникам (возможно и старшеклассникам), т.к. они изучили основы динамики и могут построить модель изучаемого процесса движения тела по наклонной плоскости и получить следующую зависимость коэффициента полезного действия:

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

На основании такого моделирования выдвигается две гипотезы: коэффициент полезного действия зависит от коэффициента трения между телом и плоскостью и от угла наклона.

Соответственно, для проверки первой зависимости необходимо изменять коэффициент трения между поверхностями и определять каждый раз КПД; для проверки второй зависимости необходимо менять высоту наклонной плоскости и каждый раз определять КПД. Рабочая формула для измерения КПД известна учащимся с 7-го класса, поскольку этому была посвящена лабораторная работа:

$$\eta = \frac{Ph}{Fl}. \quad (2)$$

Следующий шаг учащихся: выбор оборудования для проверки гипотез: доска, брусок с различными поверхностями, линейка, динамометр.

Далее планируется последовательность действий: что измерять, сколько раз, в какой последовательности. В частности, для опыта с каждой поверхностью должна быть выполнена серия измерений во избежание случайных погрешностей, тоже и с каждой высотой. В отчетах учащихся нужно проверить, как оформляются результаты измерений, составлены ли таблицы для записей результатов.

Оценивается и умение учащихся анализировать результаты, делать выводы. Если необходима точная зависимость, требуется построение точек на графике, сопоставление с теоретической зависимостью. Для определения качественной зависимости достаточно сопоставить: увеличивается или уменьшается КПД при изменении параметров.

Пример задания для 8 класса.

Исследовать, как зависит скорость теплопередачи от нагретого тела в окружающую среду от разности температур.

Учащиеся самостоятельно должны выполнить весь цикл исследования. Определить, какие приборы и материалы понадобятся: стакан с горячей водой и

термометр. Предварительно должны прийти к выводу, что нельзя брать нагретое твердое тело: возникнут сложности с измерением его температуры. При планировании важно определить, что температуру измерять через равные промежутки времени. Далее построить график зависимости и на его основании сделать выводы.

Восьмиклассникам можно предложить задание исследовать зависимости сопротивления проволоки от ее длины или скорости испарения жидкости от ее температуры.

Оценивается, насколько план исследования и его воплощение в реальном эксперименте позволяет достичь цели, обоснованность полученных выводов.

В старшей профильной школе (10-11-й класс) большие возможности для формирования исследовательских умений является физический практикум, как описано в параграфе 4.2. Эта форма организации занятий дает и дополнительные возможности для диагностики исследовательских умений при допуске к лабораторным работам практикума и анализе 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. Защита работ происходит на конференциях научного общества учащихся, лучшие работы представляются на конкурсы и олимпиады различного уровня.

Защита индивидуальных исследовательских работ, которые в основной школе выполняются отдельными учащимися по их желанию, а в 10-11 классе каждым учащимся (обязательная часть программы старшей школы) может рассматриваться как метод диагностики. «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» [343, с. 24].

Средством диагностики в этом случае будет использоваться экспертная

оценка, как результатов выполненного исследования, так и степени развития личностных качеств учащихся, что потребует разработки единой критериальной базы. В настоящее время в публикациях поднимается проблема оценки проектной и учебно-исследовательской деятельности [249; 378], в частности, в качестве критериев предлагают рассматривать выполнение отдельных этапов исследования, а уровни определять по степени самостоятельности учащегося в выполняемом исследовании.

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 образовательных стандартов к результатам изучения предмета, пытаются проверить, насколько это возможно в письменной работе, степень освоения экспериментальных умений и методологических знаний. В ГИА включено задание, требующее проведения эксперимента. В ЕГЭ по физике экспериментальная часть отсутствует, включены несколько вопросов с выбором ответа, проверяющих отдельные умения [240].

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.

4.5 Особенности организации учебно-исследовательской деятельности учащихся во внеурочных формах обучения

Еще раз подчеркнем, что в настоящее время не существует единой теории организации учебно-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 [301, 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. параграф 2.1). Еще раз подчеркнем основные моменты.

Формирование исследовательских умений происходит на уроке, как основной форме обучения в современной школе. Для этого требуется обоснованно проектировать систематическое и последовательное включение учебно-исследовательской деятельности учащихся (ее элементов) в учебный процесс (см. параграф 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, опираясь на свои склонности и ценностные ориентации, и в более свободном темпе заниматься учебно-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, в полной мере реализовав свой творческий потенциал.

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 [124]. 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» [7]. К сожалению, автор исключает из системы урочную деятельность.

Методика факультативных занятий по физике в школе была разработана О. Ф. Кабардиным, С. И. Кабардиной, В. А. Орловым, В. Г. Разумовским [228]. Авторы методики выделяли три вида факультативных занятий: спецкурсы, курсы повышенного уровня и курсы прикладной физики, причем отмечали, что спецкурсы и курсы прикладной физики позволяют «ближе познакомить учащихся с методами физических исследований» [228, с. 7]. Разрабатывая факультативные курсы физики, О. Ф. Кабардин и В. А. Орлов кроме теоретических вопросов, включали лабораторные работы и работы физического практикума [101].

Единство урочной и внеурочной форм организации учебно-исследовательской деятельности, согласно предложенной нами модели, заключается в том, что учебно-исследовательская деятельность выстраивается согласно одним и тем же принципам, указанным в параграфе 2.1. При планировании коллективных внеурочных форм организации учебно-исследовательской деятельности учащихся учитель ориентируется по карте развития исследовательских умений (таблица 7), учитывая, на каком уровне те или иные умения сформированы на данном этапе в системе уроков физики.

Внеурочные коллективные формы обучения, направленные на развитие опыта учебно-исследовательской деятельности учащихся, по содержанию можно разделить на три группы:

- 1) расширение базового курса физики (дополнительный материал, не изучавшийся на уроках);
- 2) углубление курса физики (более глубокое изучение темы, изученной на уроках);
- 3) содержание, интегрирующее несколько естественнонаучных дисциплин (физика, химия, биология).

Рассмотрим примеры организации учебно-исследовательской деятельности, относящиеся к каждой из указанных групп.

Примерами содержания, расширяющегося школьный курс физики, являются кружки по росту кристаллов или схмотехнике, изучению свойств отдельных материалов и т.п. Существуют разработанные программы элективных курсов или кружков [99; 100; 274; 286; 290; 317]. Некоторые разработанные программы элективных курсов нацелены на формирование методов познания, экспериментальных умений и включают лабораторные работы [99; 286; 317]. Для реализации предложенной нами методической системы можно воспользоваться содержанием этих программ при условии сохранения исследовательского характера обучения и выполнения, указанных в модели системы принципов.

Расширение содержания школьного курса через элективные дисциплины рассматривается в ряде педагогических исследований [7; 133; 252]. В. В. Кудрявцевым разработано содержание элективного курса радиофизики, включающий практикум [133]. С. И. Официн разработал элективный курс по микроэлектронике и элементам нанoeлектроники для профильных классов средней школы, включая авторские лабораторные работы [252], которые могут служить для организации учебно-исследовательской деятельности. Об элективных курсах, разработанных для школьников на физическом факультете ННГУ им. Н. И. Лобачевского будет сказано в параграфе 3.4.

Примером организации внеурочной учебно-исследовательской деятельности на содержании, углубляющим школьный курс физики, является решение исследовательских задач, выполнение практикума по... (механике, термодинамике и т.д.). Система исследовательских задач для внеурочных занятий в основной школе подбиралась нами на основе многих существующих работ [13; 93; 102; 127; 146; 218; 219; 222; 332; 366]. Тематика задач соответствует темам курса физики, изучаемого на уроках. В настоящее время существуют разные программы курса физики основной школы, в которых распределение содержания курса физики различно, учитель может сам выбрать соответствующие задачи. Например, раздел «Давление газов, жидкостей и твердых тел» по учебникам А. В. Перышкина изучается в 7 классе [259], а по

учебникам Н. С. Пурышевой – в 8 классе [285]. Однако задачи исследовательского характера по гидростатике учитель может использовать как для семиклассников, так и для восьмиклассников.

Е. И. Вараксиной и В. В. Майером разрабатываются дидактические ресурсы проектной деятельности, в частности в пособии [40] приведены дидактические ресурсы по всем темам, традиционно изучаемым в 7 классе. Эксперименты, описанные в этом пособии, могут быть использованы в качестве учебно-исследовательских задач и положены в основу факультативного курса 7 класса по развитию учебно-исследовательской деятельности.

В. В. Майером разработаны также пособия, которые могут стать основой курсов, включающие учебные исследования по отдельным разделам физики – оптике и электричеству [212-213]. В частности, пособие [213] позволяет организовать совместную работу учителя и учащихся по созданию самодельных установок и проведению на них «исследования интересных и практически важных оптических явлений, относящихся к распространению света в оптически неоднородных средах» [213, с 6].

При планировании факультативных занятий важно опираться на принцип целостности учебного процесса. Проектируются не отдельные занятия с решение конкретных исследовательских задач, а учебный процесс по физике в единстве урочной и внеурочных форм обучения, освоение предметного содержания и развитие исследовательских умений. Исследовательские задачи подбираются с учетом подготовки учащихся по физике (на основе текущей диагностики), так и степени сформированности исследовательских умений. Например, планируя внеурочные занятия по теме «Гидростатика», мы постепенно усложняем задания:

1. Проверка закона Архимеда на установке «Ведерко Архимеда».
2. Определение плотности предложенного тела с использованием различных измерительных приборов (весы и измерительный цилиндр, только динамометр, только весы).

3. Определение объема полости в стеклянной пробке в двух случаях: пробка плавает в воде или тонет.

4. Определение массы с помощью гидростатического взвешивания.

Желательно возвращаться к изученному материалу при изучении других тем физики. Например, к измерению выталкивающей силы можно вернуться при изучении рычагов или блоков, предложив найти объем тела, имея в распоряжении рычаг, динамометр, линейку и стакан с водой, в которое это тело можно опустить.

Приведем несколько примеров организации учебно-исследовательской деятельности и планирования факультативного занятия.

Пример 1. Определите, какую часть составляет вода во влажном снеге [306, с.109].

Это задание предлагается на факультативе после того, как на уроках изучена тема «Изменение агрегатных состояний вещества». Учащихся разделяем на группы по 4-5 человек. На первом этапе в группах вырабатывается план решения исследовательской задачи. Степень самостоятельности учитель определяет, исходя из состава учащихся, имеющих у них умений и навыков решения физических задач. Если нужно облегчить учащимся задачу планирования, можно предварительно решить подобную расчетную задачу, например, приведенную ниже.

Задача. В литр воды при температуре 20°C бросили ком мокрого снега массой 250 г. Температура воды после установления теплового равновесия равна 5°C . Определите массу воды, первоначально содержащейся в коме снега [337, с. 140].

Соответственно, учащиеся составляют уравнение теплового баланса, определяют величины, которые нужно измерить: объем теплой воды, ее температуру, массу комка снега, температуру после установления теплового равновесия.

После отведенного времени работы в группах наступает этап фронтального обсуждения, на котором планы выверяются. Далее учащиеся

выполняют эксперимент. И определяют количество воды в комке снега. Оно получится неправдоподобно большое (до 50%). Происходит обсуждение, выясняем, что не учли в плане эксперимента: калориметр тоже отдает тепло. Корректируем математическую модель, повторяем эксперимент и определяем, какая часть воды в мокром снеге.

Пример 2. Различие между аморфными и кристаллическими телами проявляется при переходе их в жидкое состояние и обратно. Сравните по переход воска и парафина в жидкое состояние. Постройте график зависимости температуры парафина и воска от времени при нагревании до 70°C или охлаждении до комнатной температуры. Какие выводы о строении парафина и воска можно сделать на основании графика?

Выполнение этого задания происходит на протяжении нескольких занятий. На первом занятии снимаем зависимость температуры от времени нагревания парафина. Экспериментальная установка показана на рисунке 33.

Изучать переход воска и парафина из твердого состояния в жидкое на имеющемся оборудовании неудобно, т.к. необходимо поддерживать постоянную температуру воды, в которую погружена пробирка с воском, и создать такие условия, чтобы процесс теплопередачи происходил достаточно медленно для того, чтобы можно снять график зависимости температуры воска от времени теплопередачи. Поэтому в нашем эксперименте мы сначала помещали пробирку с твердым веществом в кипящую воду, затем пробирку с жидким веществом помещали в пустой стакан калориметра и снимали зависимость температуры от времени теплопередачи. В этом случае термостатом служит окружающий воздух.



Рис. 33. Экспериментальная установка для изучения тепловых свойств парафина и воска

Теплопередача происходит достаточно медленно для того, чтобы снять зависимость. Опыт повторяли несколько раз, для того чтобы уменьшить случайные погрешности. По результатам серии опытов построен график зависимости, показанный на рисунке 34.

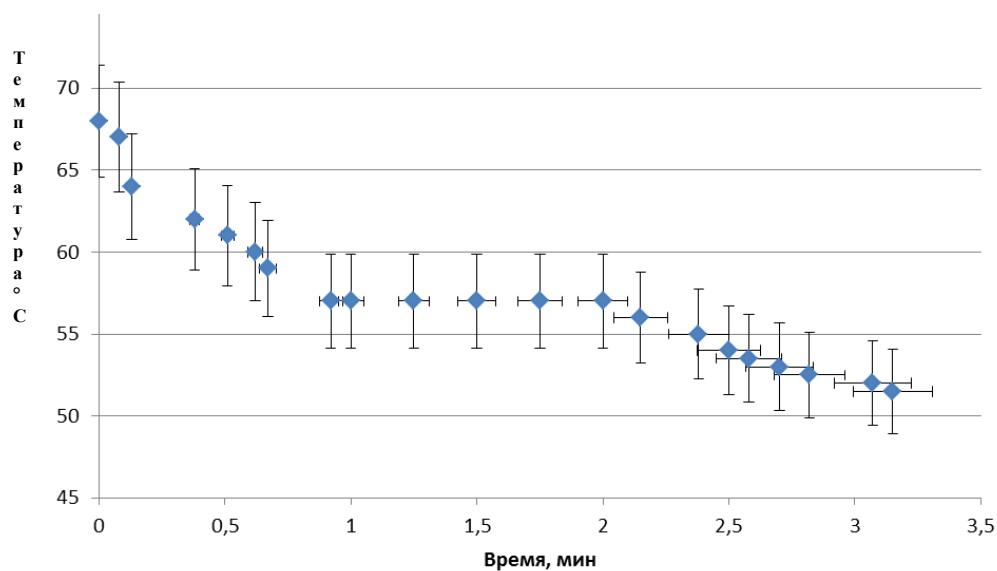


Рис. 34. График зависимости температуры парафина от времени при охлаждении

На следующем занятии учащимся предлагается снять зависимость температуры охлаждения воска от времени теплопередачи аналогичным способом (рисунок 35).

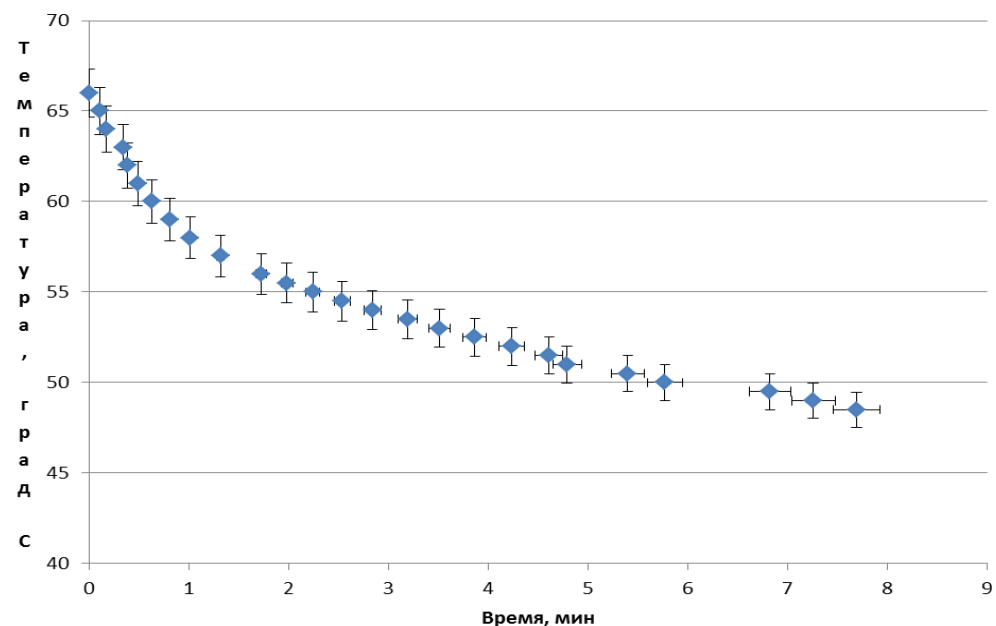


Рис. 35. График зависимости температуры воска от времени теплопередачи

Кроме измерений, учащимся предлагается записывать результаты наблюдений за процессом охлаждения парафина и воска, особенно внимательно при изменении их агрегатных состояний. Наблюдения за происходящим процессом показали, что резких внешних отличий при плавлении воска не происходит, в расплавленном состоянии это непрозрачная очень вязкая жидкость. В отличие от воска при плавлении парафина переход из твердого состояния в жидкое визуально заметен: в твердом состоянии парафин выглядит как белое непрозрачное вещество, а при плавлении появляется прозрачная жидкость, гораздо менее вязкая, чем жидкий воск. В связи внешними отличиями твердого парафина от жидкого, легко определить начало и конец процесса отвердевания парафина. На данном этапе исследования учащиеся делают вывод, что воск — это аморфное вещество, а парафин — кристаллическое, т.к. воск не имеет определенной температуры плавления, он постепенно размягчается, а парафин переходит из жидкого состояния в твердое при температуре 56°C , причем переход заметен визуально.

На следующем этапе можно предложить определить удельную теплоту плавления парафина. Планирование решения задачи происходит фронтально, при участии учителя, т.к. самостоятельно предложить метод восьмиклассники не смогут. Логика эвристической беседы, в ходе которой вырабатывается план эксперимента, следующая: нужно знать массу парафина и количество теплоты, которое он получает в процессе плавления. Массу легко найти, взвесив на весах пустую пробирку и пробирку с парафином. Что известно о процессе плавления? Время, в течение которого происходит процесс и температура. Нужно определить мощность теплопередачи, т.е. количество теплоты, выделяемое пробиркой с парафином за единицу времени. Для этого такую же пустую пробирку заполняем водой до того же уровня, что и парафином в другой пробирке. Измеряем интенсивность теплопередачи, т.е. количество теплоты, выделяемое за единицу времени в интервале температур, близком к температуре плавления парафина. (Условия окружающей среды были одинаковые для охлаждения парафина и воды).

Таким образом, в процессе описанного исследования восьмиклассники убеждаются в отличии кристаллических тел от аморфных.

Пример 3. Определите сопротивление резистора, если у вас только вольтметр, источник, ключ, резистор известного сопротивления и соединительные провода. Примечание: учитель заранее подбирает известное и неизвестное сопротивления одного порядка, а сопротивление вольтметра должно быть гораздо больше их.

Задача предлагается на факультативе после того, как на уроке учащиеся выполняли лабораторную работу «Измерение сопротивления резистора». В ходе лабораторной работы учащиеся применяют знания закона Ома для участка цепи, продолжает формироваться навык сборки электрических цепей, измерения силы тока и напряжения.

На факультативном занятии учащиеся должны применить знания в измененной ситуации. Им снова нужно измерить сопротивления резистора, но нет амперметра для измерения силы тока. Они должны продумать, каким

образом найти силу тока без прямого измерения. Можно поставить в цепь оба резистора последовательно, тогда сила тока в них будет одинакова (это учащиеся проверяли в ходе лабораторной работы «Сборка электрической цепи и измерение силы тока»). Силу тока в резисторе известного сопротивления можно найти по закону Ома, измерив на нем напряжение. Зная силу тока и измеряя на первом резисторе напряжение, находят его сопротивление. Новых знаний для выполнения этого задания учащимся не требуется, но они должны систематизировать свои знания по этой теме и применить их в измененной ситуации. Соответственно при планировании эксперимента учитель должен дать учащимся самостоятельно найти метод измерения (планируют в группах), затем обсудить предложения и скорректировать их. Если ученики затрудняются при поиске решения задания, не нужно давать им готовый план, необходимо помочь им найти метод измерений в ходе эвристической беседы через серию уточняющих вопросов.

На следующем занятии задание то же, но из измерительных приборов дан амперметр. Если ученики усвоили метод измерений, то они смогут применить его в новой ситуации.

В приложении 6 приведены исследовательские задачи, которые учитель физики может использовать для организации внеурочных занятий в 8 классе.

В старших классах наиболее эффективной формой внеурочных коллективных занятий по физике для развития умений и навыков исследовательской деятельности мы считаем физический практикум. Организация исследовательского физического практикума излагается в параграфе 4.2

Примером внеурочных занятий, интегрирующих содержание нескольких естественнонаучных дисциплин, является решение исследовательских задач естественнонаучного содержания. А. Ю. Пентиним разработана программа межпредметного элективного курса для 9 класса «Исследовательские задачи на стыке наук (биологии, физики, химии)» [255]. Цель курса: «показать учащимся универсальный характер естественнонаучной деятельности, способствовать

устранению психологических барьеров, мешающих школьникам, а потом и взрослым людям, видеть общее в разных областях знания, безбоязненно осваивать новые сферы деятельности» [255, с. 2]. Действительно, важно, чтобы учащиеся понимали универсальность исследовательской деятельности как способа получения новых знаний и могли перенести умения и навыки этой деятельности на содержание другой предметной области.

Для организации учебных исследований на основе интеграции нескольких естественнонаучных дисциплин могут быть использованы практические работы по физике с экологическим содержанием, разработанные А. И. Семке [308].

До сих пор мы говорили о внеурочных коллективных занятиях, которые дают возможность развивать исследовательские умения. На рис. 9 это соответствует второму уровню организации учебно-исследовательской деятельности в школе. На третьем уровне, изображенном на рис. 9, учебно-исследовательская деятельность школьников осуществляется также после уроков, но индивидуально, при его выполнении учащийся максимально применяет и развивает исследовательские умения, сформированные на уроке и коллективных внеурочных занятиях. Согласно ФГОС, в 10-11-м классе выполнение индивидуального проекта становится обязательным для школьников. В учебном плане отводится определенное время, в течение которого «индивидуальный проект выполняется обучающимся самостоятельно под руководством учителя (тьютора) по выбранной теме в рамках одного или нескольких изучаемых учебных предметов, курсов в любой избранной области деятельности» [343].

Однако наиболее мотивированные школьники должны приобщаться к выполнению индивидуальных исследовательских проектов еще в основной школе. Основным условием при этом является сформированность компонентов основы исследовательской деятельности (содержательного, мотивационного, инструментально-деятельностного), иначе ученик не воспримет исследовательскую задачу, она будет непосильна. Руководство работой

осуществляется либо учителем, либо преподавателями вузов или сотрудниками научно-исследовательских институтов. На наш взгляд, руководство учебно-исследовательскими работами школьников со стороны преподавателей вузов эффективно только в старших классах, когда сформирован определенный уровень знаний по физике и математике. Заметим, что тематика работ, предлагаемых к выполнению на базе вуза, зачастую выходит за пределы школьной программы. В текущем разделе остановимся на общих подходах к проектированию и организации индивидуальных учебно-исследовательских проектов.

Тематика исследования выбирается исходя из интересов школьника (мотивационный компонент основы), уровня его знаний по физике и математике (содержательный компонент), уровня сформированных умений деятельности (инструментально-деятельностный компонент). Конечно, предлагая школьнику тему исследования необходимо учитывать наличие необходимого оборудования для его выполнения. Важно, что при выполнении индивидуального исследования школьник самостоятельно проходил все этапы исследования – от сбора информации до построения выводов, обобщений и презентации результатов.

В параграфе 4.1 показаны экспериментальные работы, которые могут быть выполнены на различном уровне сложности, и быть реализованы как на уроке, так и на внеурочных факультативных занятиях, и в индивидуальном исследовании.

Ключевые экспериментальные самостоятельные исследования предложены в работе [239].

Приведем еще несколько примеров учебно-исследовательских работ, выполняемых школьниками класса разного возраста под руководством учителей физики на базе школьного кабинета физики.

Заинтересовавшись, как можно измерить влажность, ученица 9 класса предложила три способа измерения – по точке росы, с помощью жидкостного манометра и с помощью самодельного волосяного гигрометра [148, с. 144].

Шкала самостоятельно сконструированного волосяного гигрометра была построена на основании показаний стандартного психрометра. Кроме того, были обнаружены преимущества своего прибора над стандартным психрометром. Оказалось, что психрометр более инерционен – человеческий волос очень быстро реагирует на изменение влажности, а психрометру требуется некоторое время для изменения показаний. Таким образом, сделан вывод, что, хотя сконструированный прибор не очень точный, для определения влажности в быту этого достаточно [148, с. 144].

Для исследования индукционного тока с магнитным полем в работе ученицы 9 класса был изготовлен макет экспериментальной установки, рассмотрено явление ЭМИ и проведена опытная проверка на примере взаимодействия индукционных токов в макете прибора [235, с.137]. Кроме того, было выполнено компьютерное моделирование работы экспериментальной установки, рассчитаны токи и напряжения в индукционной катушке и замкнутом кольце при разрядке конденсатора на катушку [235, с.139].

Ученик 9 класса разработал и при помощи родителей создал установку, позволяющую изучить процесс протекания электрического тока через электролит, в которую входит кювета и самодельные электроды. Установка позволяет изучить зависимости сопротивления электролита (раствора поваренной соли) от площади поперечного сечения проводящей среды, расстояния между электродами, температуры раствора и концентрации соли в растворе (рисунок 36).

Отметим, что представленная самодельная установка, изготовленная для выполнения индивидуального исследования ученика, в дальнейшем может использоваться в учебном процессе, например, для проведения физического практикума, поскольку позволяет экспериментально исследовать законы протекания тока в растворах электролита.



Рис. 36. Установка для изучения протекания тока в электролите

Важным этапом выполнения индивидуального исследования является оформление и презентация его результатов. Оформление результатов ученического исследования выполняется согласно требованиям, предъявляемым к оформлению научных результатов, школьники осваивают правила структурирования отчета, оформления иллюстративного материала, таблиц, библиографических ссылок, списка литературы, приложений. Некоторые школьные работы публикуются в специальных сборниках, при этом учащиеся осваивают умение оформления научной статьи.

Наконец, обязательным этапом выполнения учебно-исследовательской работы является публичная защита ее результатов, которая тоже подразумевает определенные умения – оформлять презентацию, строить доклад, отвечать на вопросы.

Говоря о развитии внеурочных форм организации учебно-исследовательской деятельности, необходимо подчеркнуть, что в развитии этих форм ощутимую помощь могут оказать вузы. В педагогических исследованиях рассматриваются вопросы развития исследовательской деятельности учащихся в системе «школа - вуз» [18; 28; 42; 66; 85; 112]. 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.

Мы предполагаем, что непосредственное участие преподавателей высшей школы в организации учебно-исследовательской деятельности школьников должно происходить в старшей школе (10-11-й класс), когда повышается уровень сложности предмета исследования, более широко используются теоретические методы исследования [166; 170; 174; 195]. Именно на этом этапе помимо урочных и внеурочных занятий в школе, развитие навыков учебно-исследовательской деятельности может происходить на базе вуза. Однако для того, чтобы реализовать преемственность в формировании умений и навыков исследовательской деятельности школьников-студентов в совместной работе школы и вуза, эта работа должна быть организована на единой теоретической основе. Именно поэтому ресурсы университета как центра трансфера технологий обучения должны быть задействованы на всех этапах учебного процесса в создании теоретических моделей, сопровождении процесса и мониторинге его результатов. На рисунке 37 представлена структурно-функциональная модель организации учебно-исследовательской деятельности в совместной работе школы и вуза.



Рис. 37. Структурно-функциональная модель организации УИДУ при обучении физике в совместной работе школы и вуза

На первом этапе разрабатывались модель методической системы организации учебно-исследовательской деятельности при обучении физике, включая теоретические основания, систему принципов обучения, единые для всех этапов изучения физики в школе и вузе. На основании модели разрабатывалась наполнение компонентов методической системы, включая алгоритмы, позволяющие учителю проектировать учебно-исследовательскую деятельность с учетом возрастных и индивидуальных особенностей учащихся и содержания курса физики в единстве урочных и внеурочных форм обучения. Наполнение компонентов модели проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике конкретизировано для ступени основной и старшей школы в таблице 3, а для ступени бакалавриата и магистратуры представлено в таблице 13.

Таблица 13

Компоненты организации исследовательской деятельности обучающихся в вузе

Бакалавриат	Готовность осуществлять научно-исследовательскую деятельность при решении профессиональных задач	1. Общий физический практикум 2. Практикумы по специальным дисциплинам 3. Курсовые работы и проекты 4. Научно-исследовательская практика 5. Научный семинар 6. Выпускная квалификационная работа	1. Учебно-методический комплекс по дисциплинам физического и специального практикума 2. Лаборатории, оснащенные учебным и научным оборудованием в структуре ННГУ, институтов РАН и др. предприятий 3. Библиотечные ресурсы, доступ к мировой научной периодике и электронным библиотекам	1. Система допусков к работе и отчетности по каждой работе 2. Публичное представление и защита работ в учебной и научной среде 3. Публичная защита выпускной работы с привлечением представителей работодателей
Магистратура	Готовность осуществлять научно-исследовательскую деятельность и научно-инновационную деятельность при решении профессиональных задач	1. Научно-исследовательская работа 2. Научно-исследовательская практика 3. Магистерская диссертация	1. Научные лаборатории вуза, институтов РАН и др. наукоемких предприятий страны и зарубежья 2. Самостоятельная работа и работа в научном коллективе 3. Современные информационные технологии получения, обработки, анализа и представления результатов	1. Представление научных результатов на конференциях различного уровня, в научной среде с привлечением работодателей; 2. Публикации в научных изданиях, выполнение патентного поиска (составление патентной заявки) 3. Публичная защита магистерской диссертации

Еще раз подчеркнем, что в основной школе (7-9 класс) организация учебно-исследовательской деятельности учащихся осуществляется учителем и только в 10-11 классе непосредственное участие в руководстве внеурочными формами учебно-исследовательской деятельности учащихся принимают

преподаватели вуза [233]. Студенты, уже имеющие школьный опыт учебно-исследовательской работы, значительно продуктивнее включаются в научную работу.

Рассмотрим формы внеурочных занятий, направленных на развитие исследовательских умений школьников, целесообразные в совместной работе школы и вуза [170].

Лекции ведущих ученых, 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. Тематика лекций, как правило, связана с выполняемыми научными коллективами университета научными проектами. Приведем примеры тематики лекций, читаемых для школьников на физическом факультете ННГУ им. Н. И. Лобачевского:

- Гравитационные волны: история открытия.
- Материалы будущего.
- Современные проблемы и перспективы электроники.
- Кристаллы в природе и технике.

Элективные курсы, организуемые для старшеклассников на базе вуза, могут как углублять школьный курс физики, так и дополнять его, рассматривая вопросы, не включенные в программу физики школы. На физическом факультете ННГУ им. Н. И. Лобачевского организованы регулярные занятия для учащихся 10-х и 11-х классов по физике и математике, основная цель которых – подготовка школьников к дальнейшему успешному обучению в вузе и получение ими профессионального физического образования. Как уже отмечалось, готовность к дальнейшему обучению в исследовательском

университете предполагает не только определенный объем знаний, но и готовность к творческому поиску, наличие исследовательских умений и опыта учебно-исследовательской деятельности. Элективные курсы позволяют получить более глубокие знания по физике и математике, ликвидировать пробелы в знаниях школьных курсов. На занятиях элективных курсов развивается умения проводить теоретическое исследование, строить модели изучаемых явлений. Для сопровождения элективных курсов физики разработаны специальные учебные пособия [336-338] по основным разделам физики, которые помогают более эффективно организовать самостоятельную работу учащихся.

Практикумы по физике, в ходе которого учащиеся выполняют экспериментальные работы исследовательского характера. Нами 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) [271]. Работы практикума, которые учащиеся школ выполняют на базе вуза, не должны дублировать лабораторные работы, выполняемые в курсе физики школы, должны давать возможность применить знания школьного курса физики в новой или измененной ситуации. С другой стороны, тематика работ должна соответствовать программе изучения физики в школах. Для учащихся 10-х классов подбираются работы по механике (за исключением колебаний) и молекулярной физике, для учащихся 11-х классов – по электричеству, магнетизму, оптике, колебаниям (и механическим, и электромагнитным). При выполнении работ необходимо учитывать начальный уровень знаний и экспериментальных умений, поскольку в разных школах физику изучают по разным программам, с различным количеством часов. Особое внимание при проведении практикумов следует уделить обработке результатов эксперимента, расчету погрешностей, в том числе с использованием средств ИКТ.

Выполнение индивидуальных учебно-исследовательских работ наиболее мотивированным к этому виду деятельности учащимся может происходить под

руководством преподавателей вуза. Именно на этом этапе происходит переход от учебного к учебно-профессиональному исследованию, поскольку школьник знакомится с современным оборудованием, используемым для исследований в определенной профессиональной области, и приобщается к научной работе коллектива исследователей. Это учебно-профессиональное исследование зачастую развивается уже в научно-исследовательскую деятельность, если в дальнейшем школьник поступает на соответствующее направление подготовки и продолжает с интересом заниматься научной деятельностью, которая часто развивается до курсовой и дипломной работы, а затем и до кандидатской диссертации.

Приведем примеры некоторых тем учебно-исследовательских работ с указанием кафедры, на которой она выполнялась:

«Вольт-амперная характеристика р-п-перехода в арсениде галлия» (кафедра физики полупроводников и оптоэлектроники).

«Логические элементы на мемристорных структурах» (кафедра электроники твердого тела).

«Симметричный анализ в задачах электростатики» (кафедра теоретической физики).

«Исследование колебаний в системе с двумя степенями свободы» (кафедра кристаллографии и экспериментальной физики).

«Рост нитевидных кристаллов в метасиликатном геле в системах микронного размера» (кафедра кристаллографии и экспериментальной физики)

«Моделирование двумерного идеального газа» (кафедра информационных технологий в физических исследованиях).

«Электроимпульсное плазменное спекание нанокерамик на основе оксида алюминия» (кафедра физического материаловедения»).

На финальном этапе школьники, выполняющие индивидуальное исследование, защищают его результаты на конкурсе на базе факультета, причем в жюри входят ведущие специалисты в каждой профессиональной области. На этом этапе школьники получают большой опыт презентации

результатов исследований и научной дискуссии. В дальнейшем лучшие работы направляются на городскую конференцию научного общества учащихся. По результатам выполнения работ на физическом факультете ННГУ им. Н. И. Лобачевского издаются сборники научных трудов школьников [322]. Оформляя свою работу к публикации, школьники получают еще один полезный навык оформления результатов исследования в виде научной статьи.

Организация учебно-научного центра для школьников на базе Научно-образовательных центров (НОЦ) при университете – еще одна возможность реализовать индивидуальные образовательные запросы старшеклассников в проведении исследовательской деятельности в области физики. Первый такой учебно-научный центр Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского для учащихся школ и лицеев города Нижнего Новгорода «Перспективные материалы и технологии» был создан на базе НОЦ «Физика твердотельных наноструктур» (НОЦ ФТНС). Задача центра – ориентировать молодежь на инженерные и технические специальности в области создания перспективных материалов, технологий и устройств на их основе.

Образовательный комплекс учебно-научного центра состоит из адаптированных для освоения старшеклассниками лекционных занятий, курса лабораторных работ, выполняемым каждым школьником самостоятельно на сканирующем зондовом микроскопе Nano Educator (рисунок 38), индивидуального выполнения старшеклассниками учебно-исследовательских работ совместно с преподавателями и научными сотрудниками.



Рис. 38. УИДУ в учебно-научном центре: а) лабораторная работа; б) индивидуальное исследование.

На этапе выполнения индивидуальных учебно-исследовательских работ учащиеся имеют возможность использовать самое современное оборудование: сверхвысоковакуумный комплекс “Multiprobe RM” фирмы «Omicron Vakuumphysik GmbH» (Германия) для исследования морфологии, атомной структуры и химического состава поверхности твердых тел; лабораторию высокоразрешающей просвечивающей электронной микроскопии на базе микроскопа сверхвысокого разрешения JEM-2100F («Jeol», Япония); комплекс воздушных сканирующих зондовых микроскопов фирмы «NT-MDT» (Россия), включающий в себя C3M Solver PRO-M, SolverBio, SolverSNOM, современный модульный C3M NTEGRA; лабораторию для оптической и фотоэлектрической спектроскопии твердых тел и твердотельных наноструктур.

Все школьные работы связаны с научно-исследовательскими проектами, грантами, договорами на физическом факультете и в НОЦ ФТНС ННГУ. Приведем примеры тем работ, выполняемых школьниками: «Атомно-силовая микроскопия самоорганизованных полупроводниковых квантовых точек InAs/GaAs», «Исследование аккумуляции электрического заряда в наночастицах Au в пленках стабилизированного диоксида циркония методом сканирующей Кельвиновской микроскопии», «Исследование энергетического спектра квантовых точек InAs/GaAs методами фотоэлектрической спектроскопии», «Химический анализ твердых тел методами электронной

спектроскопии», «Резистивные переключения в МДП-структурах на основе $ZrO_2(Y)$ », «Морфология поверхности эпитаксиальных слоев Ge на Si».

Таким образом, при создании учебно-научного центра уже на этапе обучения в школе учащиеся вливаются в научный коллектив, что способствует выявлению и развитию их способностей, дает возможность максимально реализовать личностный потенциал.

Опыт организации учебно-исследовательских работ учащихся на базе физического факультета ННГУ показывает, что очень многие школьники, выполнявшие индивидуальное исследование на кафедрах и в лабораториях физического факультета, поступают в дальнейшем на факультет и продолжают начатое исследование зачастую под руководством тех же преподавателей.

Выводы по четвертой главе

1. В подготовке учителей физики реализуется последовательность этапов: теоретическое моделирование деятельности учителя по проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике; проектирование на основе ситуаций, моделирующих профессиональную деятельность учителя; проектирование реального учебного процесса с учетом конкретной дидактической ситуации; реализация созданного проекта в практической деятельности; рефлексия. Процесс подготовки будущих учителей в вузе и практикующих учителей в постдипломный период имеет отличительные особенности. При подготовке практикующих учителей в постдипломный период необходимым условием является тесная связь с практической профессиональной деятельностью учителя, учет конкретной дидактической ситуации при проектировании учебно-исследовательской деятельности учащихся, внедрение разработанных проектов в реальный учебный процесс и рефлексия полученных результатов. При обучении будущих учителей физики в вузе

подготовка к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся происходит в комплексе учебных дисциплин и практик, системообразующую роль играет специально разработанная дисциплина «Организация учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике в школе».

2. Все виды школьного физического эксперимента (демонстрационный эксперимент, фронтальные лабораторные работы, физический практикум, домашние экспериментальные задания) могут служить основой для организации учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике в школе. Один и тот же эксперимент при организации учебно-исследовательской деятельности учащихся может играть разную роль, в зависимости от того, какие действия учебно-исследовательской деятельности и, соответственно, исследовательские умения планируем развивать. Одна и та же экспериментальная установка может являться основой организации учебно-исследовательской деятельности на разных уровнях: на уроке, на внеурочных коллективных занятиях, при выполнении индивидуального исследовательского проекта.
3. Цифровые технологии играют важную роль при организации учебно-исследовательской деятельности на содержании школьного курса физики, позволяя осуществлять моделирование исследуемых процессов, получать экспериментальные данные, осуществлять обработку полученных в учебно-исследовательской деятельности результатов – расчета погрешностей полученных результатов измерений, аппроксимации результатов.
4. Для диагностики результатов учебно-исследовательской деятельности необходимо выделить объекты диагностики на каждом этапе обучения, уровни сформированности и критерии их достижения, что отражено в карте формирования экспериментальных и исследовательских умений. Для текущей и итоговой диагностики умений и навыков учебно-исследовательской деятельности используются следующие средства:

- система уровневых контрольных работ по физике, включающих задания по проверке исследовательских умений;
 - система заданий для проверки сформированности отдельных познавательных универсальных учебных действий на содержании физики;
 - система исследовательских задач;
 - система допусков к лабораторным работам физического практикума и отчетности по каждой работе;
 - рекомендации для экспертной оценки результатов выполнения индивидуального учебно-исследовательского проекта.
5. Внеурочная деятельность должна развивать исследовательские умения, которые формируются на уроках физики. Внеурочная деятельность реализуется на двух уровнях: коллективные внеурочные формы организации учебно-исследовательской деятельности (кружки, факультативы и т.д.) и индивидуальные учебно-исследовательские работы, выполняемые под руководством учителей физики и преподавателей вузов.
6. Организация учебно-исследовательской деятельности в совместной работе школа и вуза обеспечивает преемственность учебного процесса школы и вуза, поскольку формирование исследовательских умений и опыта исследовательской деятельности школьников-студентов базируется на единой теоретической основе и предусматривает непрерывное и последовательное их развитие на всех этапах образования в школе и вузе. Ресурсы университета как центра трансфера технологий обучения задействованы на всех этапах учебного процесса в создании теоретических моделей, сопровождении процесса и мониторинге его результатов.

ГЛАВА 5

ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ И ЕГО РЕЗУЛЬТАТЫ

1.1 Общая характеристика педагогического эксперимента. Результаты констатирующего и поискового этапов

Педагогический эксперимент состоял из трех этапов: констатирующего, поискового и формирующего (обучающего). На первом этапе исследования, 2005–2008 гг., был проведен анализ нормативных документов в сфере школьного образования, научно-методической и психолого-педагогической литературы по проблеме проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся и подготовки учителя к осуществлению этих процессов; изучен отечественный и зарубежный опыт организации учебно-исследовательской деятельности учащихся в школе и подготовки учителя к решению этой профессиональной задачи, определена проблема исследования, его цели и задачи.

На втором этапе исследования, 2009–2014 гг., была разработана модель процессов проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике в школе; сформулирована гипотеза исследования; разработана концепция и на ее основе построена модель методической системы подготовки учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся в образовательном процессе; созданы методические материалы для учителя по реализации разработанной модели; разработаны учебные пособия по отдельным разделам физики, физическому практикуму для учащихся; определено содержание подготовки учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике на уроке и во внеурочных формах организации обучения.

На третьем этапе исследования, 2015–2019 гг., проведена апробация результатов исследования, обработка результатов формирующего педагогического эксперимента, проводилось оформление результатов исследования в виде монографии и диссертации, определялись перспективы и направления дальнейшего развития исследования.

Общая характеристика этапов эксперимента представлена в таблице 14.

Таблица 14

Общая характеристика этапов педагогического эксперимента

	Этап		
	Констатирующий	Поисковый	Формирующий
	2005-2008 гг.	2009-2013 гг.	2014-2019 гг.
Цель	Выявление и изучение состояния проблемы подготовки учителя физики к организации учебно-исследовательской деятельности учащихся в образовательном процессе	Разработка модели процессов проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике в школе; разработка концепции и модели методической системы подготовки учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся, определение критериев и показателей готовности учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся	Проверка гипотезы исследования
Методы	Анализ нормативных документов в сфере школьного образования, научно-	Моделирование процессов проектирования и организации учебно-	Подготовка учителей физики к реализации разработанной модели в системе

	методической литературы по проблеме исследования; анкетирование и интервьюирование учителей физики, наблюдение за деятельностью учителя и учащихся на уроках физики; проведение контрольных работ	исследовательской деятельности учащихся при обучении физике в школе и методической системы подготовки учителя к осуществлению этих процессов; разработка методической системы подготовки учителей физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся; подготовка учителей в постдипломный период в форме педагогической мастерской и повышения квалификации; экспериментальное преподавание; наблюдение за деятельностью учителя и учащихся на уроках физики; проведение контрольных работ	повышения квалификации, педагогических мастерских, магистратуре ННГУ. экспериментальное преподавание; наблюдение за деятельностью учителя и учащихся на уроках физики; экспертная оценка готовности учителя к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности с помощью разработанных средств диагностики на основании выделенных критериев и показателей; проведение контрольных работ
Участники	69 учителей физики г. Нижнего Новгорода и Нижегородской области; 168 студентов физического факультета ННГУ	27 учителей физики г. Нижнего Новгорода и Нижегородской области; 427 учащихся 7-11-х классов	57 учителей физики г. Нижнего Новгорода и Нижегородской области; 50 учителей физики школ – участников проекта «Школа Росатома» 1142 учащихся 7-11-х классов 25 студентов физического факультета ННГУ
Экспериментальная база	Факультет повышения квалификации и профессиональной переподготовки ННГУ им. Н.И.	ЧУ ДПО «Нижегородский центр непрерывного образования»; Факультет повышения	Факультет повышения квалификации и профессиональной переподготовки

	Лобачевского; физический факультет ННГУ	квалификации и профессиональной переподготовки ННГУ им. Н.И. Лобачевского; физико- математическая школа при физическом факультете ННГУ им. Н.И. Лобачевского, гимназии № 1, 2, 50, школы № 21, 43, 70, 73, 74, 75, 93, 113, 119, 128, 178 г. Нижний Новгород, 4 г. Чкаловск, 1 г. Богородск, 4 г. Бор	ННГУ им. Н. И. Лобачевского; ЧУ ДПО «Нижегородский центр непрерывного образования; Нижегородский институт развития образования; физико- математическая школа при физическом факультете ННГУ им. Н.И. Лобачевского, гимназии № 1, 2, 13, 50, лицеи № 40, 180, школы № 9, 21, 33, 43, 66, 113, 119, 128, 178 г. Нижний Новгород, 4 г. Чкаловск, 1 г. Богородск
Результаты	Проведен анализ научно-методической и психолого- педагогической литературы по проблеме организации учебно- исследовательской деятельности учащихся, подготовки учителя физики к проектированию в профессиональной деятельности и организации учебно- исследовательской деятельности учащихся, изучен отечественный и зарубежный опыт исследовательского обучения в школе, поставлены цели и задачи исследования	Разработаны модели процессов проектирования и организации учебно- исследовательской деятельности учащихся при обучении физике в школе и методической системы подготовки учителя физики к осуществлению этих процессов; сформулирована гипотеза исследования; сформулирована концепция подготовки учителя физики к проектированию и организации учебно- исследовательской деятельности учащихся; созданы методические материалы для учителя по реализации разработанной	Доказана гипотеза исследования, определены перспективы и направления дальнейшего развития исследования

		модели; выделены критерии и показатели готовности учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся	
--	--	--	--

Целью первого этапа педагогического эксперимента (2005-2008 гг.) было определить состояние проблемы организации учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике в школе, готовности учителя физики к этому виду профессиональной деятельности. Было проведено анкетирование учителей физики, проходивших курсы повышения квалификации в ННГУ (57 учителей). Анкетирование было проведено также среди учителей физики Нижегородского района г. Нижнего Новгорода (12 учителей). Анкета приведена в приложении 1.

Вопросы анкеты были сформулированы таким образом, чтобы была возможность увидеть, включают ли учителя физики учебно-исследовательскую деятельность учащихся в учебный процесс, в какой форме, если не организуют учебно-исследовательскую деятельность учащихся, то по каким причинам, в каком методическом сопровождении они нуждаются. Результаты анкетирования учителей физики по вопросу организации учебно-исследовательской деятельности учащихся в учебном процессе основной школы (7-9 классы) и средней школы (10-11 классы) приведены в виде гистограмм (рисунки 39 и 40).

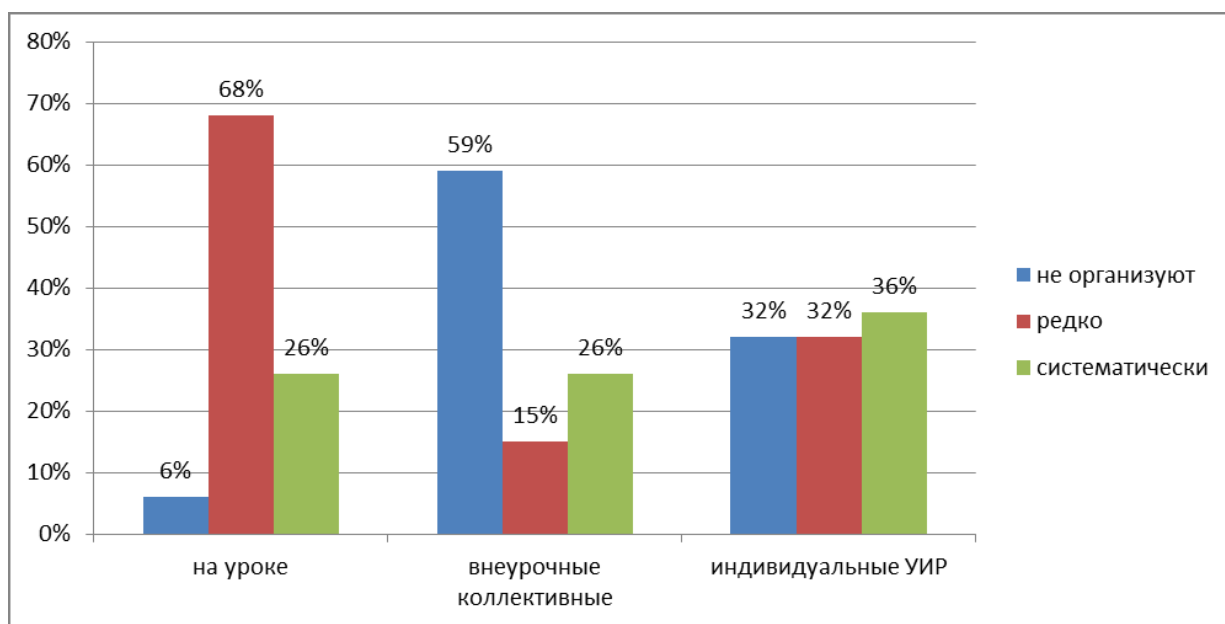


Рис. 39. Процент опрошенных учителей физики, организующих УИДУ в урочной и внеурочной форме обучения в основной школе (7-9-й классы)

На уроках физики систематически организуют учебно-исследовательскую деятельность учащихся четверть опрошенных учителей, вообще исключили этот вид учебной деятельности из уроков 6% опрошенных учителей физики. Во внеурочных формах организации образовательного процесса систематически организуют учебно-исследовательскую деятельность те же учителя, что и на уроке (26%), но большинство учителей вообще не занимаются развитием опыта учебно-исследовательской деятельности вне урока (59%). Треть учителей физики (36%) систематически руководят индивидуальными учебно-исследовательскими работами учащихся, и примерно такая же часть (32%) не занимается этим видом деятельности.

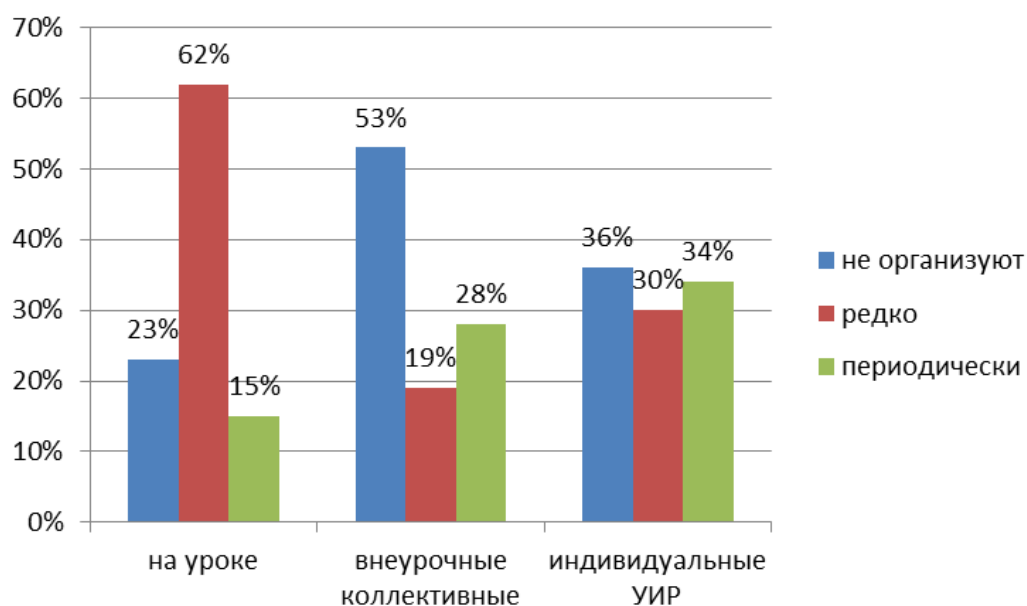


Рис. 40. Процент опрошенных учителей физики, организующих УИДУ в урочной и внеурочной форме обучения в старшей школе (10-11-й классы)

Процент учителей, систематически организующих учебно-исследовательскую деятельность учащихся во внеурочных формах обучения (как коллективной, так и индивидуальной) в 10-11-х классах, по сравнению с основной школой практически не изменился. На уроках в старшей школе периодически организуют учебное исследование еще реже, чем в основной школе, только 15% опрошенных учителей физики.

Поскольку многие лабораторные работы позволяют развивать исследовательские умения учащихся при определенной организации учебной деятельности, в анкете учителям было предложено ответить, как они организуют деятельность учащихся при проведении лабораторных работ. Результаты представлены в таблице 15.

Таблица 15

**Организация учебной деятельности при проведении лабораторных работ
(по результатам анкетирования учителей физики)**

	Процент опрошенных учителей физики			
	Не использую	Очень редко	Достаточно часто	Системати- чески
Учащиеся выполняют работу по описанию в учебнике	13%	11%	43%	33%
Учащиеся выполняют работу по инструкции учителя, все получают одинаковое задание	11%	28%	38%	23%
Учитель планирует эксперимент в процессе эвристической беседы вместе с учащимися	23%	40%	26%	11%
Работа выполняется фронтально	9%	35%	30%	26%
Работа выполняется в группах, задание для всех одинаково	9%	17%	40%	34%
Работа выполняется в группах, задания дифференцированные	30%	49%	15%	6%

Преимущественно лабораторные работы выполняются по описанию в учебнике (76%), либо учащиеся выполняют работу по инструкции учителя. Подавляющее большинство учителей не используют элементы эвристической беседы, чтобы составить план эксперимента вместе с учащимися, а дают учащимся готовую собственную инструкцию, либо предоставляют инструкцию в учебнике. Учащиеся при такой организации лабораторной работы не выполняют (а значит, и не осваивают) такие важные умения, как постановка цели, построение модели, планирование эксперимента, подбор необходимого оборудования. Многие учителя практикуют фронтальную форму выполнения лабораторных работ: 30% учителей достаточно часто и 26% систематически. Если лабораторная работа выполняется в группах (парах), то задание чаще всего одинаковое для всех.

Учителя указали, что нуждаются в дополнительной подготовке по проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности (59%), а также в методических материалах:

- методические рекомендации для учителя, содержащие алгоритмы проектирования уроков (64%);
- дидактические материалы, содержащие задания для организации учебно-исследовательской деятельности (40%);
- программы факультативов, кружков, спецкурсов по формированию навыков исследовательской деятельности (57%);
- сборники выполненных учебно-исследовательских работ (47%);
- диагностические материалы (51%).

На втором этапе констатирующего эксперимента были проведены контрольные работы, диагностирующие уровень сформированности исследовательских умений у выпускников школ, ставших студентами первого курса физического факультета, т.е. желающих получить профильное физическое образование. Контрольные работы проводились до начала изучения курса физики в вузе, всего в течение двух лет приняли участие 168 студентов. Проверялись следующие умения, составляющие основные этапы завершеного ученического экспериментального исследования:

- 1) определять и точно формулировать цель предстоящей работы;
- 2) строить математическую модель исследования (определять формулу для определения искомой величины в данной работе/ определять вид зависимости одних величин от других);
- 3) планировать эксперимент (определять последовательность измерений, количество измерений, интервалы и т.п.);
- 4) отбирать оборудование для осуществления экспериментальной деятельности;
- 5) определять цену деления шкалы и снимать показания измерительного прибора;
- 6) определять погрешности прямых измерений;

7) анализировать полученный результат, делать выводы, обобщения, формулировать полученное новое физическое знание.

При качественном анализе полученных результатов (рисунок 41) следует обратить внимание на следующие моменты: очень низкие показатели наиболее сложных элементов исследовательской деятельности – планировать эксперимент и анализировать полученный результат, делать выводы (освоены примерно третью испытуемых). Кроме того, более чем у трети выпускников не сформированы такие базовые умения, как определять цену деления шкалы и снимать показания измерительного прибора, определять погрешности прямых измерений.

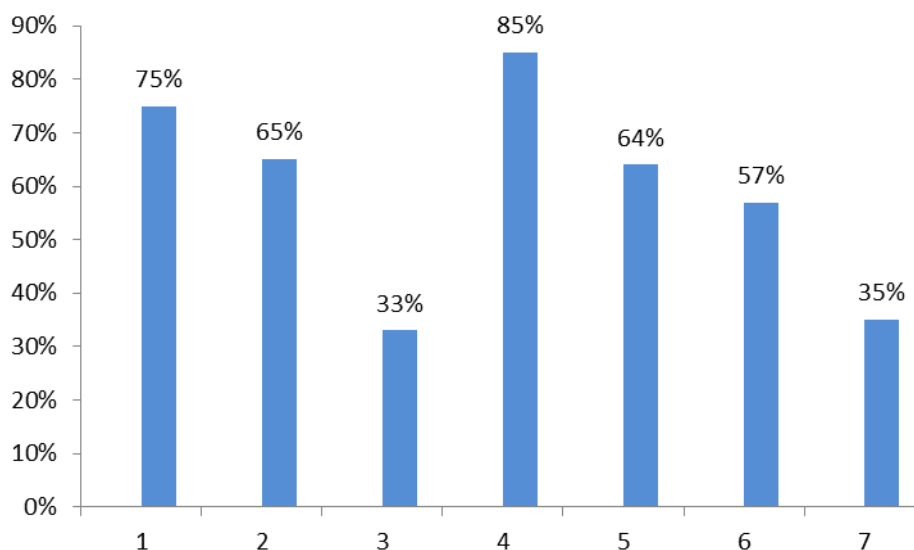


Рис. 41. Результаты выполнения экспериментального исследовательского задания студентами 1 курса физического факультета: цифры по горизонтальной оси от 1 до 7 соответствуют описанным выше умениям, по вертикальной оси – процент учащихся, овладевших соответствующим умением

Таким образом, констатирующий эксперимент показал, что учителя не готовы к организации учебно-исследовательской деятельности учащихся в учебном процессе, нуждаются в дополнительной подготовке и методическом обеспечении в этой области. Как следствие, у выпускников школ уровень сформированности исследовательских умений не соответствует современным требованиям.

В результате первого этапа эксперимента была определена проблема исследования, поставлены его цели и задачи.

На следующем, поисковом этапе педагогического эксперимента (2009-2013 гг.) происходил поиск путей решения поставленной проблемы. Все разрабатываемые на данном этапе идеи и решения выносились на обсуждение педагогической общественности на семинарах и конференциях, а также проходили экспериментальную проверку. Были проведены мастер-класс для учителей физики г. Нижнего Новгорода, в котором приняло участие более 100 человек. На базе физического факультета ННГУ была организована педагогическая мастерская учителей физики, основной целью которой была организация опытно-экспериментальной работы по обучению учителей проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся, методическому сопровождению разработанных моделей и алгоритмов в педагогической практике.

Учителя, участвующие в работе педагогической мастерской, активно включались в обсуждение результатов апробации основных идей, по результатам обсуждений вносились коррективы в модель процессов проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности при обучении физике в школе. Было организовано посещение уроков физики, применялся метод экспертной оценки результатов. Кроме нескольких школ Нижнего Новгорода основные идеи апробировались, в том числе лично автором исследования, в работе физико-математической школы при физическом факультете ННГУ, в которой обучаются учащиеся 10-х и 11-х классов различных школ Нижнего Новгорода. Кроме того, автор лично реализовал модель проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся в обучении физике учащихся 10-х и 11-х классов школы № 113 г. Нижнего Новгорода.

Разрабатывались методические материалы для учителя и для учащихся: учебно-методические пособия, пособия по решению задач, физическому практикуму, диагностические материалы.

На этом этапе были определено содержание подготовки учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся. В итоге была разработана программа повышения квалификации учителей физики «Организация исследовательской деятельности учащихся при изучении физики в школе в условиях введения ФГОС», объемом 144 академических часа (приложение 4) и основная образовательная программа подготовки магистратуры по направлению «Физика», профиль «Методика преподавания физики» (приложение 2). Были разработаны критерии и показатели готовности учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике в школе, а также средства диагностики.

1.2 Результаты формирующего педагогического эксперимента

На последнем этапе педагогического эксперимента (2014 – 2019 гг.) происходила проверка гипотезы исследования.

Подготовка учителей физики к реализации разработанной модели процессов проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике в школе была организована в постдипломном образовании и в подготовке будущих учителей физики в магистратуре ННГУ им. Н.И. Лобачевского.

В системе постдипломного образования подготовка была организована в двух вариантах:

- 1) курсы повышения квалификации учителей физики на базе физического факультета при поддержке факультета повышения квалификации и профессиональной переподготовки ННГУ им. Н. И. Лобачевского и Нижегородского института развития образования (НИРО) (таблица 16);

- 2) постояннодействующая мастерская учителей физики на физическом факультете ННГУ.

Таблица 16

Количество и состав учителей физики, прошедших повышение квалификации по проектированию и организации УИДУ

год	Период подготовки	Кол-во учителей	Состав
2014.	Апрель-июнь	20	Учителя физики школ университетского кластера при ННГУ
2014 - 2015	Октябрь - февраль	12	Учителя физики Нижегородского района г. Нижнего Новгорода
2015	Октябрь-декабрь	20	Учителя физики г. Нижнего Новгорода
2016	Ноябрь	50	Учителя физики – участники проекта «Школа Росатома» из 15 субъектов Российской Федерации
2017 - 2018	Октябрь - декабрь Февраль – апрель, октябрь – декабрь	25 25 25	Учителя физики и астрономии г. Нижнего Новгорода и Нижегородской области
2018	Октябрь- декабрь Июль	30 32	Учителя физики г. Нижнего Новгорода и Нижегородской области
2014-2019	Регулярно, 1 раз в месяц, сентябрь – май	17	Учителя физики г. Нижнего Новгорода

Кроме курсов повышения квалификации знакомство учителей проходило на семинарах, организованных в рамках мероприятий ННГУ – конференций, исследовательских школ: 7 семинаров с количеством участников от 10 до 50.

Для учителей, проходящих краткосрочные курсы повышения квалификации, оценка готовности к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся проводилась только по мотивационному и проектировочному компоненту, критерии, относящиеся к деятельностному компоненту оценить в этом случае невозможно, т.к. они

проявляются только непосредственно в профессиональной деятельности. Общее количество учителей, прошедших курсы повышения квалификации и выполнявших задания, составляет 189 человек. Оценка мотивационного и проектировочного компонента готовности проводилась дважды: до начала обучения и по окончании курсов по семи критериям, на основании показателей, указанных в таблице 9. Критерии, относящиеся к мотивационному компоненту, включали оценку показателей по работе учителя на семинарах, занятиях педагогических мастерских и самоанализ учителем уровня собственной педагогической деятельности, востребованность профессионального роста. В качестве средства диагностики критериев, относящихся к проектировочному компоненту, использовались задания, моделирующие профессиональную деятельность, описанные в параграфе 3.3 и проекты уроков, разработанные слушателями курсов. Каждый критерий оценивался по его проявлению на одном из трех уровней: 1-й уровень – репродуктивный, 2-й уровень – конструктивный; 3-й уровень – творческий. Распределение учителей по уровням проявления мотивационного и проектировочного компонента до подготовки представлено на рисунке 42.

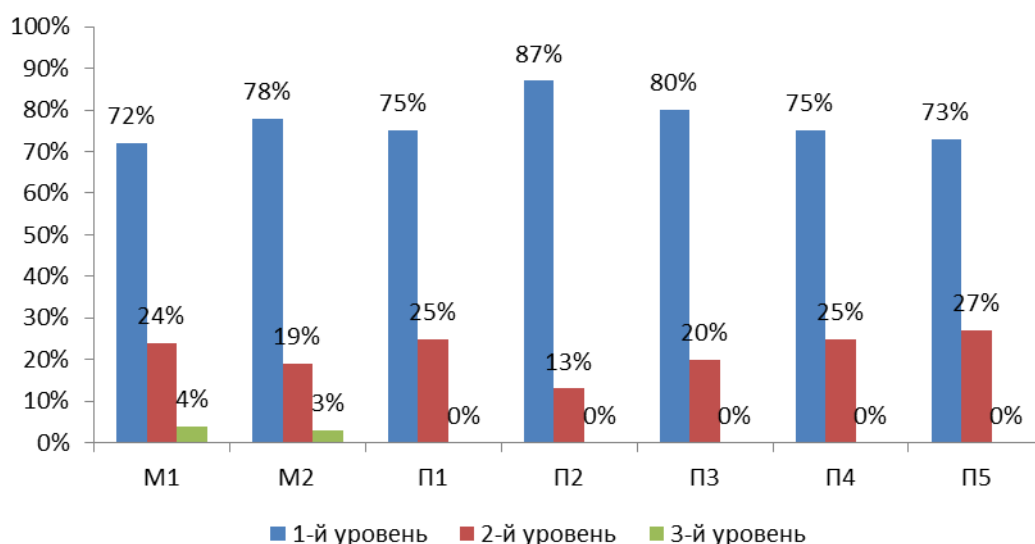


Рис. 42. Распределение учителей по уровням проявления критериев мотивационного и проектировочного компонента до подготовки (по вертикальной оси – процент учителей, проявивших соответствующие критерии на определенном уровне)

Несмотря на то, что большинство учителей имеют большой педагогический стаж (более 15 лет), на самом высоком, творческом уровне показатели проектировочного компонента не проявил ни один из учителей, большинство педагогов показали низкий уровень умений проектирования учебно-исследовательской деятельности учащихся в образовательном процессе, хотя некоторые из них имеют высокий уровень мотивации. На рисунке 43 показано распределение тех же учителей по уровням проявления критериев мотивационного и проектировочного компонента после прохождения подготовки на курсах повышения квалификации в объеме 144 академических часа.

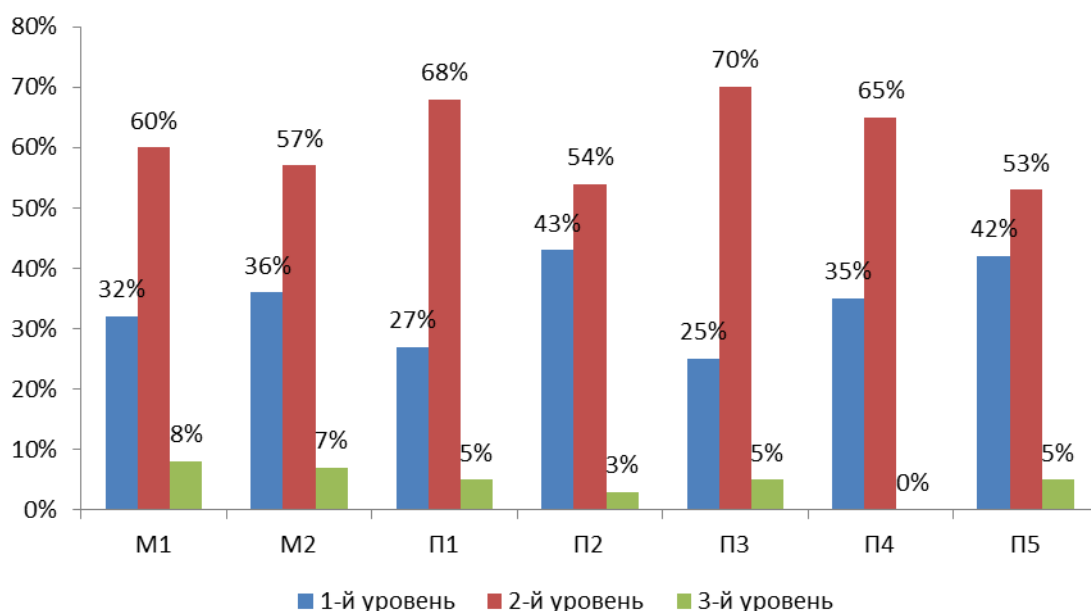


Рис. 43. Распределение учителей по уровням проявления критериев мотивационного и проектировочного компонента по окончании курсовой подготовки (по вертикальной оси – процент учителей, проявивших соответствующие критерии на определенном уровне)

Подготовка на курсах повышения квалификации (144 ч) позволяет вывести большинство учителей на конструктивный уровень мотивационных проектировочных умений, но даже при условии активных методов обучения этого недостаточно, чтобы выйти на самый высокий, творческий уровень. Для подтверждения статистически значимого сдвига уровня проявления критериев под влиянием экспериментального воздействия был выбран G-критерий знаков

[310, с. 77]. По всем проверяемым критериям на уровне значимости 0,01 можно утверждать, что сдвиг в положительном направлении не является случайным.

Развитие готовности учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся – длительный процесс, требующий апробации в собственной педагогической практике и методического сопровождения этого процесса. Наиболее эффективной формой оказалась непрерывная подготовка учителей физики в процессе их профессиональной деятельности. Такая работа проводилась на базе физического факультета с учителями физики школ Нижнего Новгорода при поддержке ЧУ ДПО «Нижегородский центр непрерывного образования». Формой работы являлась педагогическая мастерская, процессуальные и содержательные аспекты подготовки описаны в главе 4. Как и в предыдущем случае, оценивались мотивационные и проектировочные умения до начала подготовки (рисунок 44). Количество учителей-участников педагогической мастерской составляет 27 человек.

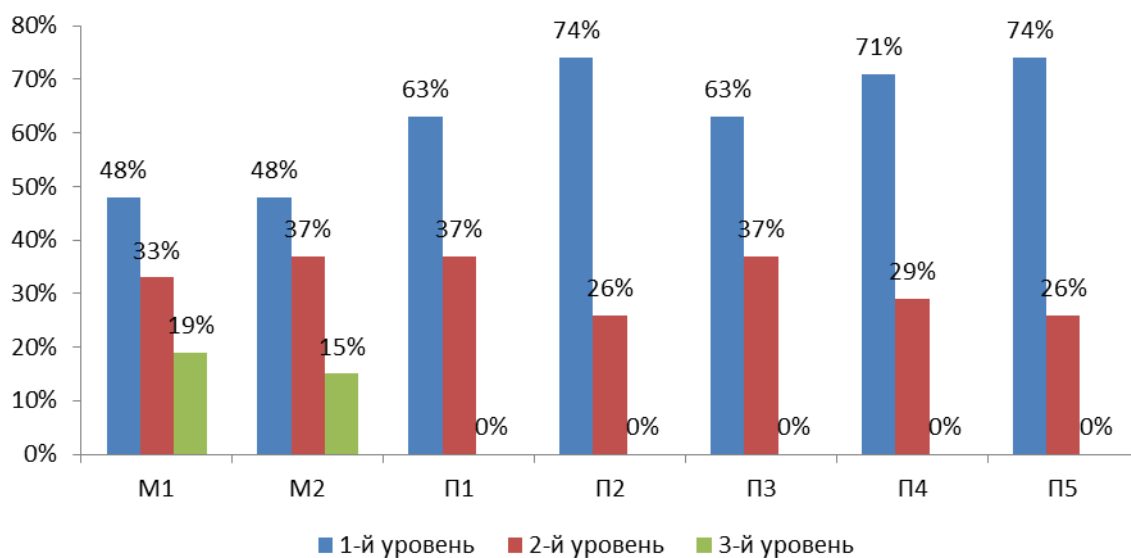


Рис. 44. Распределение учителей по уровням проявления критериев мотивационного и проектировочного компонента до подготовки (по вертикальной оси – процент учителей, проявивших соответствующие умения на определенном уровне)

Как и в предыдущем случае, до начала подготовки у большинства учителей физики показатели проявления критериев проектировочного компонента соответствуют репродуктивному уровню, никто не проявил

критерии на творческом уровне, хотя мотивация к организации учебно-исследовательской деятельности проявляется на более высоком уровне.

Поскольку при таком режиме подготовки возможно посещение уроков, то можно оценить проявление всех критериев, как проектировочного, так и деятельностного компонента. На рисунке 45 показано распределение учителей физики по уровням проявления критериев всех компонентов готовности к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся через четыре года работы учителей в составе педагогической мастерской. Был применен метод экспертной оценки при посещении уроков.

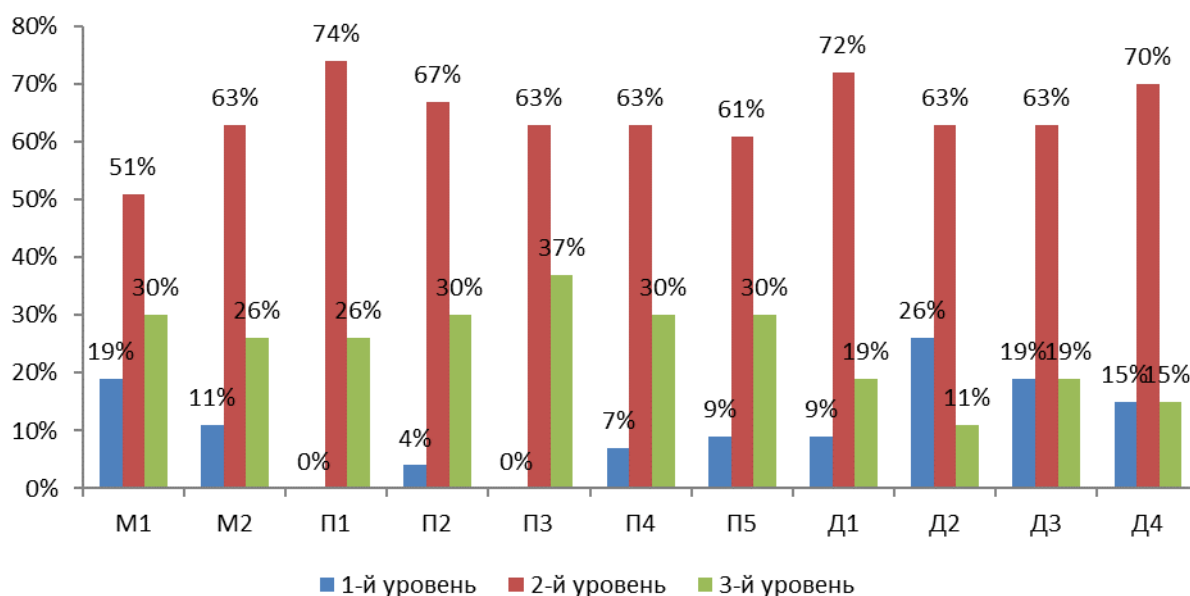


Рис. 45. Распределение учителей по уровням проявления критериев готовности по результатам непрерывной четырехлетней подготовки (по вертикальной оси – процент учителей, проявивших соответствующие критерии на определенном уровне)

Применение G-критерия знаков для сравнения уровня проявления критериев готовности учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся до и после обучения позволяет утверждать, что сдвиг в положительном направлении является статистически достоверным на уровне 0,05.

Для учителей-участников педагогической мастерской был рассчитан интегральный коэффициент R , отражающий уровень готовности учителя к

проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся в образовательном процессе, до начала подготовки и через 4 года работы педагогической мастерской. Распределение учителей физики по уровню готовности к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся в образовательном процессе показано на рисунке 46.

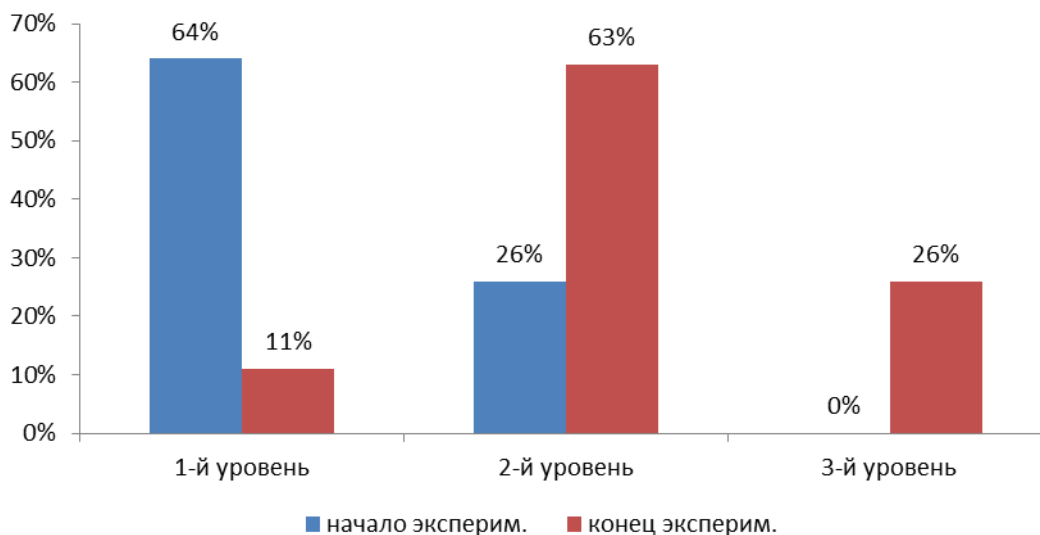


Рис. 46. Распределение учителей по уровням готовности по результатам непрерывной подготовки в педагогической мастерской

Далее сравним влияние кратковременной подготовки и непрерывной продолжительной подготовки на уровень проявления критериев мотивационного и проекторочного компонента. Сначала убедимся, что изначально (до подготовки) две выборки не отличаются. Для статистической обработки используем критерия χ^2 Пирсона, который может показать наличие или отсутствие значимых различий двух распределений. Результаты представлены в таблице 17. Сравнимые группы учителей физики: учителя, прошедшие подготовку на курсах повышения квалификации (группа 1) и учителя физики, прошедшие непрерывную подготовку в педагогической мастерской. Критическое значение критерия в данном случае на уровне статистической значимости $p \leq 0,05$ составляет $\chi^2_{кр} = 5,99$.

Таблица 17

Значения критерия χ^2 Пирсона при сравнении показателей мотивационного (М1 и М2) и проектировочного компонентов (П1-П5) готовности учителей физики

	Значения критерия χ^2 Пирсона по каждому критерию						
Сравниваемые группы учителей физики	М1	М2	П1	П2	П3	П4	П5
Группа 1 и Группа 2 в начале эксперимента	10,81	16,13	1,80	3,02	3,92	2,82	0,01
Группа 1 в начале и в конце эксперимента	61,54	67,35	90,4	80,80	85,30	63,32	41,94
Группа 2 в начале и в конце эксперимента	17,36	8,88	27,33	30,03	28,81	25,00	24,09
Группа 1 и Группа 2 в конце эксперимента	12,10	13,84	21,69	35,74	34,70	34,26	22,83

В начале эксперимента отличия присутствуют в проявлении критериев мотивационного компонента: у учителей физики, принимавших участие в непрерывной подготовке в форме педагогической мастерской мотивация изначально выше, чем у коллег, проходивших подготовку в форме повышения квалификации ($\chi^2_{\text{эмп}} > \chi^2_{\text{кр}}$). Проектировочные умения у двух групп учителей изначально не отличаются.

В результате подготовки у учителей обеих групп наблюдается статистически значимый рост всех показателей готовности к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся. Сравнение показателей двух групп учителей в конце эксперимента показывает, что уровень проявления всех критериев готовности учителей физики, проходивших подготовку в педагогической мастерской выше, чем у их коллег, проходивших подготовку на курсах повышения квалификации.

Таким образом, на уровне значимости $p \leq 0,05$ можно утверждать, что при подготовке в разработанной нами методической системе в постдипломном образовании эффективно формируются умения, относящиеся к проектировочному компоненту готовности к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся, а также мотивация учителей физики к этому виду профессиональной деятельности. На уровне значимости

$p \leq 0,05$ можно утверждать, что при непрерывной подготовке в процессе профессиональной деятельности умения, относящиеся к мотивационному и проектировочному компоненту готовности учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся, формируются на более высоком уровне.

Подготовка будущих учителей физики в магистратуре ННГУ позволила всех обучающихся студентов вывести на конструктивный уровень готовности к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности. На рисунке 47 показано распределение магистрантов-будущих учителей физики по уровням проявления критериев готовности к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся по результатам обучения в магистратуре.

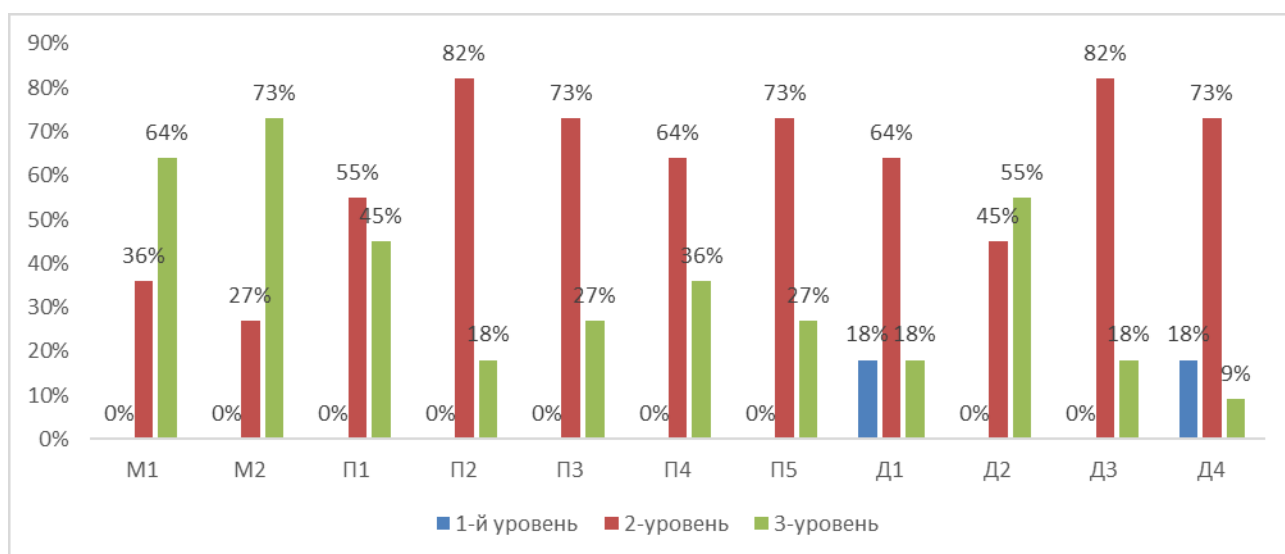


Рис. 47. Распределение будущих учителей по уровням проявления критериев готовности по результатам обучения в магистратуре (по вертикальной оси – процент учителей, проявивших соответствующие критерии на определенном уровне)

В результате обучения у большинства студентов на высоком уровне проявляются показатели мотивационного компонента, будущие учителя осознают важную роль учебно-исследовательской деятельности

образовательном процессе. Показатели проектировочного компонента проявлены у большинства будущих учителей на конструктивном уровне. Сложнее сформировать в учебном процессе вуза умения организовывать деятельность на практике. Наиболее высокие показатели по критерию Д.2, умения использовать в организуемой учебно-исследовательской деятельности цифровые технологии, это показывает высокий уровень подготовки выпускников в области ИКТ. Наиболее сложными для студентов являются умения организовать сотрудничество учеников и с учениками при организации учебно-исследовательской деятельности учащихся (Д.3) и организовать этап рефлексии (Д.5) в учебном исследовании. Все учебно-исследовательские работы школьников по физике, выполненные под руководством магистрантов, прошедших подготовку в описанной методической системе, занимали призовые места на конкурсах и конференциях различного уровня, в том числе на городской конференции НОУ «Эврика». Были выполнены выпускные квалификационные работы магистров, посвященные проблеме организации учебно-исследовательской деятельности учащихся. Приведем некоторые темы выполненных ВКР: «Организация учебно-исследовательской деятельности учащихся на занятиях физического кружка в основной школе», «Исследовательский физический практикум в системе «школа-вуз»».

Согласно выдвинутой нами гипотезе исследования, подготовка учителя физики в разработанной нами методической системе обеспечит эффективность организуемой учебно-исследовательской деятельности учащихся, критерием которой является формирование исследовательских умений учащихся. В течение четырех лет формирующего эксперимента проводился постоянный мониторинг исследовательских умений и некоторых познавательных УУД учащихся на содержании курса физики. Диагностические материалы описаны в параграфе 4.3. Всего в эксперименте приняли участие 897 учащихся 7-9 классов и 245 учащихся 10-11-х классов. В таблице 18 показан состав и количество учащихся основной школы (7-9 классы) на протяжении формирующего эксперимента.

Таблица 18

Количество и состав учащихся основной школы (7-9 классы) – участников эксперимента

	7-й класс		8-й класс		9-й класс	
	Кол-во уч-ся	Школа №	Кол-во уч-ся	Школа №	Кол-во уч-ся	Школа №
2013/2014 уч.г.	203	27 г.Дзержинск, 4 г. Чкаловск, 21, 43, 50, 119, 128 г. Н.Новгород				
2014/2015 уч.г.	215	4 г. Чкаловск, 21, 43, 50, 113, 119, 128 г. Н.Новгород	201	27 г.Дзержинск, 4 г. Чкаловск, 21, 43, 50, 119, 128 г. Н.Новгород		
2015/2016 уч.г.	254	4 г. Чкаловск, 21, 43, 50, 113, 119, 128 г. Н.Новгород	194	4 г. Чкаловск, 21, 43, 50, 113, 119, 128 г. Н.Новгород	173	4 г. Чкаловск, 21, 43, 50, 119, 128 г. Н.Новгород
2016/2017 уч.г.	225	21, 43, 50, 13, 119, 128 г. Н.Новгород	225	21, 43, 50, 113, 119, 128 г. Н.Новгород	180	21, 43, 50, 113, 119, 128 г. Н.Новгород
	897		620		353	

Эксперимент состоял в том, что в течение всего периода обучения физике в основной школе учителя систематически и последовательно проектировали и организовывали учебно-исследовательскую деятельность учащихся в учебном процессе согласно предложенной нами модели.

Мониторинг познавательных УУД проводился на содержании физики 7-го и 8-го класса, поскольку в процессе организации исследовательской деятельности используются и развиваются все виды УУД – регулятивные, познавательные, коммуникативные. В приложении 9 приведены разработанные нами задания мониторинга УУД для 7-го и 8-го класса на содержании курса физики.

В 7-м классе проверялись следующие познавательные умения на содержании курса физики:

1. Умение классифицировать объекты по самостоятельно выбранным критериям.

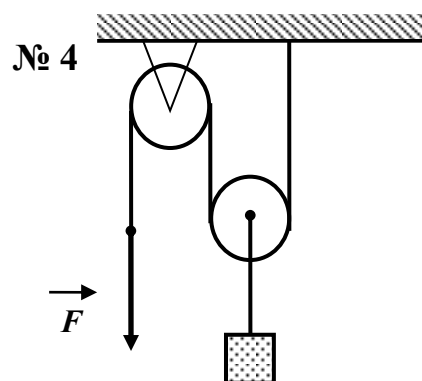
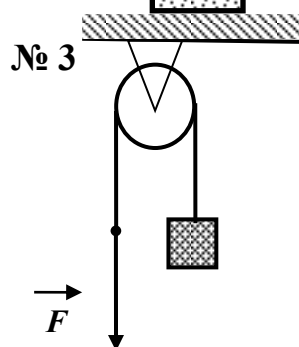
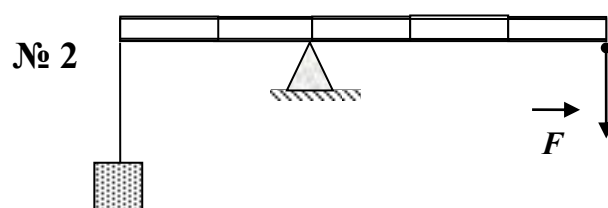
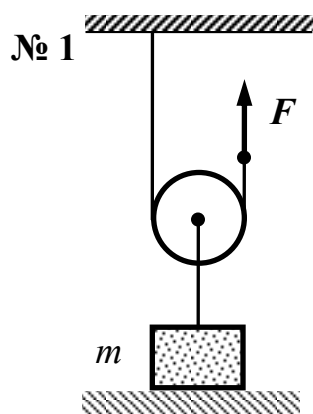
2-е основание (существенный признак движения объектов) _____

Название: _____	Название: _____

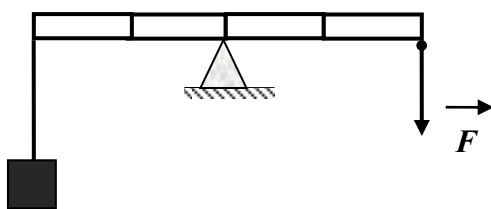
Задание № 1 (май)

Умение классифицировать объекты по самостоятельно выбранным критериям

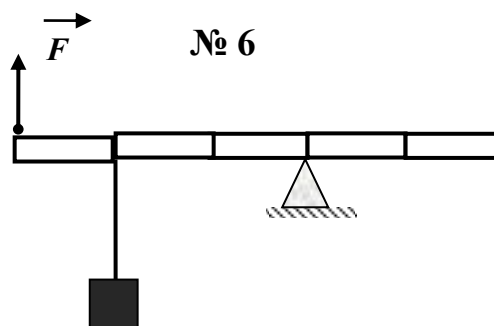
Проведите классификацию простых механизмов, изображенных на рисунках, по двум основаниям (по двум существенным признакам простых механизмов). Для этого сформулируйте эти основания. На их основе выполните две классификации. Дайте название каждой группе.



№ 5



№ 6



1-е основание (существенный признак) _____

Название: _____	Название: _____
Номера рисунков: _____	Номера рисунков: _____

2-е основание (существенный признак) _____

Название: _____	Название: _____
Номера рисунков: _____	Номера рисунков: _____

Как видно из примеров, было выбрано содержание, изучаемое семиклассниками в начале года (механическое движение и его виды) и в конце учебного года (простые механизмы). И в том, и в другом случае учащиеся должны сформулировать два основания для классификации и на их основе выполнить классификацию предложенных объектов. Для выполнения задания учащиеся должны применить знания физики и умение выполнять универсальное учебное действие – классификацию. В приведенных ниже заданиях учащиеся должны были показать умение конкретизировать (приводить примеры) на содержании физики. Другие задания, предложенные учащимся, приведены в приложении 9.

Задание № 4 (октябрь)
Умение конкретизировать

Приведите пример каждого движения.

Прямолинейное равномерное движение	
Равномерное движение по окружности	
Прямолинейное равноускоренное движение	

Задание № 4 (май)
Умение конкретизировать

Приведите примеры, показывающие, что давление в технике или в быту стараются уменьшить или увеличить.

Увеличение давления	
Уменьшение давления	

Оценивались умения по 3-балльной шкале: 2 балла – задание выполнено полностью, 1 балл – выполнено частично, 0 баллов – задание не выполнено. Сопоставив результаты выполнения учащимися одних и тех же заданий, можно определить, развиваются ли соответствующие УУД, и, в случае необходимости, внести коррективы в учебный процесс. Безусловно, для ответа на соответствующие задания необходимо обладать предметными знаниями.

В качестве примера приведем результаты выполнения указанных выше заданий учащимися 7-х классов в 2015/2016 учебном году (рисунки 48, 49). Ежегодно результаты повторяются.

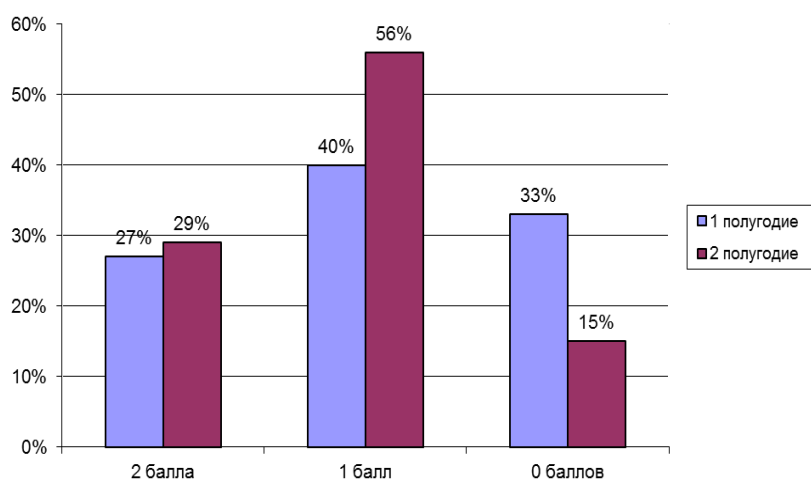


Рис. 48. Результаты выполнения учащимися 7-го класса задания, проверяющего умение классифицировать объекты по самостоятельно выбранным критериям

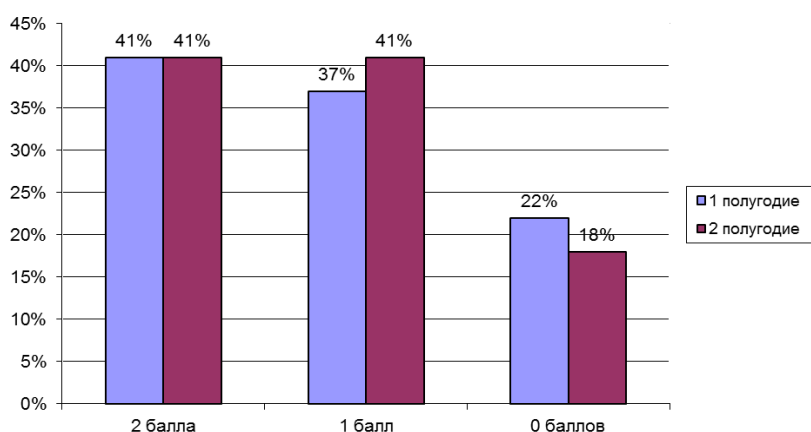


Рис. 49. Результаты выполнения учащимися 7-го класса задания, проверяющего умение сравнивать

Статистическая обработка результатов выполнения заданий проводилась с помощью критерия χ^2 Пирсона, который может показать наличие или отсутствие значимых различий двух распределений. Результаты представлены в таблице 19.

Таблица 19

Значения критерия χ^2 Пирсона при сравнении результатов выполнения заданий, проверяющих УУД, учащимися 7-го класса в начале и в конце учебного года

Номер проверяемого УУД	1	2	3	4	5
Значение критерия χ^2 Пирсона	20,75	11,70	35,88	1,43	31,10

Критическое значение критерия составляет $\chi^2_{кр} = 5,99$. Эксперимент, проведенный в 7-х классах, показал статистически значимый рост показателей выполнения по всем проверяемым умениям, кроме умения конкретизировать. Объяснить это, с нашей точки зрения, можно следующим образом: умение конкретизировать (приводить примеры) достаточно развито у учащихся 7-го класса за предыдущий период обучения, поэтому с заданием изначально справились 80% испытуемых. Остальные учащиеся не справились с заданием не потому, что не умеют конкретизировать, а потому, что не освоили соответствующее предметное содержание. Можно сделать вывод об эффективности организованного учебного процесса и развитии познавательных УУД.

Для учащихся 8-го класса мониторинг УУД и исследовательских умений также проводится в начале и в конце учебного года. Задания усложняются и приближаются к элементам исследовательской деятельности. В 8-м классе проверяли следующие учебные действия на содержании курса физики:

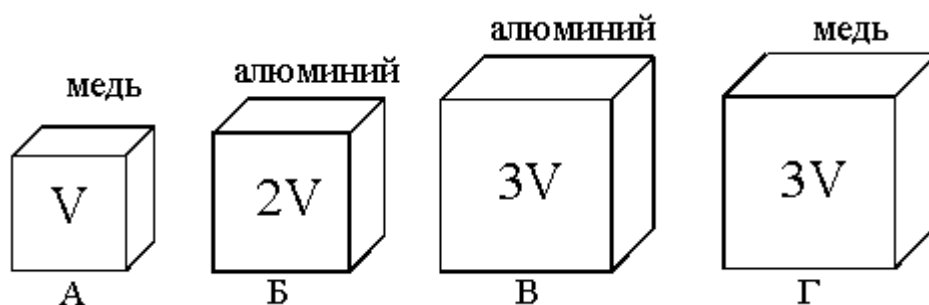
1. Умение делать вывод на основе сравнения.
2. Умение делать вывод по результатам наблюдений.
3. Умение прогнозировать результат эксперимента.
4. Умение переводить текст в модель.
5. Умение переводить графическую информацию в текст.
6. Умение делать вывод по результатам эксперимента.

Приведем примеры заданий, проверяющих умение делать вывод на основе сравнения, предлагаемые в начале 8-го класса и в конце (учащимся предлагается заполнить таблицы).

Задание № 1 (октябрь)

Умение делать вывод на основе сравнения

Необходимо экспериментально проверить, зависит ли выталкивающая сила от объёма погружаемого в воду тела и от плотности вещества, из которого изготовлено тело. Выберите из данных тел, те, с помощью которых можно провести эксперимент и проверить каждый указанный случай. Для этого сравните данные тела по объёму и плотности вещества. Заполните таблицу (сходство отмечайте «+», отличия «-»).



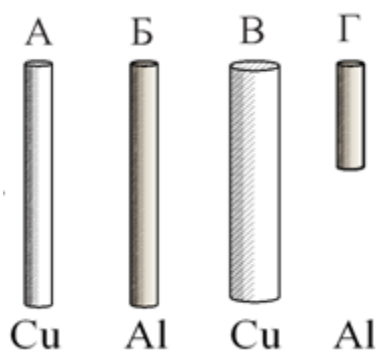
Для того, чтобы экспериментально проверить, зависит ли выталкивающая сила от объёма погружаемого в воду тела, необходимо взять кубики

Для того, чтобы экспериментально проверить, зависит ли выталкивающая сила от плотности вещества, из которого изготовлено тело, необходимо взять кубики

Задание № 1 (май)

Умение делать вывод на основе сравнения

Необходимо экспериментально проверить, зависит ли электрическое сопротивление цилиндрического проводника от его длины и от материала, из которого он изготовлен. Выберите из представленных на рисунке проводников те, с помощью которых можно провести эксперимент и проверить каждый указанный случай.



Для того, чтобы экспериментально проверить, зависит ли электрическое сопротивление цилиндрического проводника от его длины, необходимо взять цилиндры _____.

Для того, чтобы экспериментально проверить, зависит ли электрическое сопротивление цилиндрического проводника от материала, из которого он изготовлен, необходимо взять цилиндры _____.

Как видно из приведенного примера, содержание заданий соответствует программе по физике. Эксперимент проводился в школах, где при изучении физики используют УМК Н. С. Пурышевой, Н. Е. Важеевской, согласно которому гидростатика изучается вначале 8-го класса, постоянный ток – в конце 8-го класса. Для выполнения задания необходимо знать из физики, что такое выталкивающая сила и от чего она зависит, что такое электрическое сопротивление и от каких параметров проводника оно зависит, и необходимо уметь сравнивать объекты по выделенному признаку.

На рисунке 50 представлены результаты выполнения заданий восьмиклассниками в начале 2015/2016 учебного года, а на рисунке 51 – в конце учебного года.

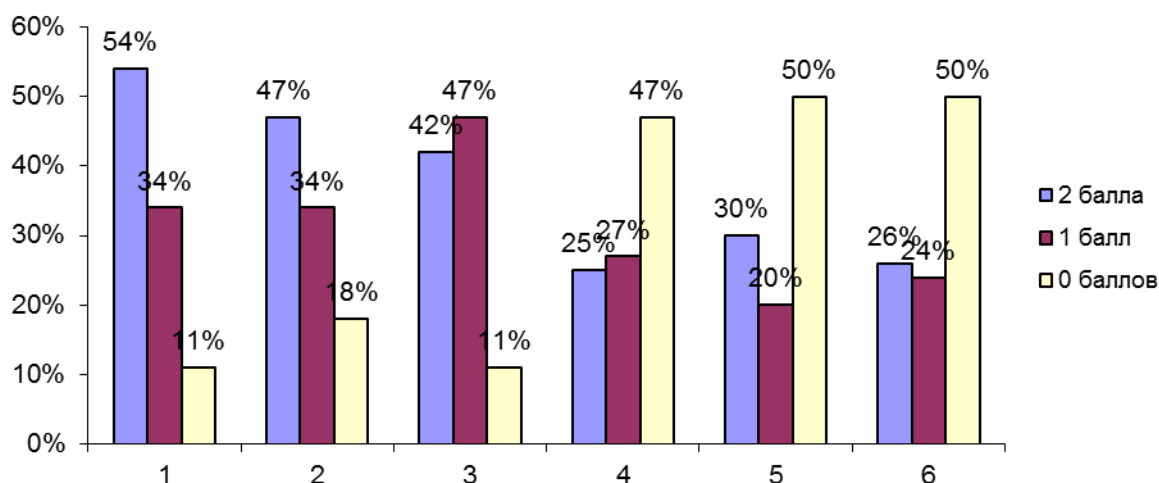


Рис. 50. Результаты выполнения заданий, проверяющих УУД в начале учебного года (цифры по горизонтальной оси от 1 до 6 соответствуют описанным выше умениям, по вертикальной оси – процент учащихся, овладевших соответствующим умением на определенном уровне)

В начале учебного года каждый второй восьмиклассник совершенно не умеет переводить информацию из одной формы её представления в другую (текстовую информацию в графическую и наоборот), не может делать вывод по результатам эксперимента. Лучше дело обстоит с результатами выполнения первых трех заданий: умение делать вывод на основе сравнения и по результатам наблюдений, умение прогнозировать результат эксперимента проявили большинство учащихся, выполнив задание полностью или частично.

На рисунке 51 показаны результаты выполнения заданий в конце учебного года.

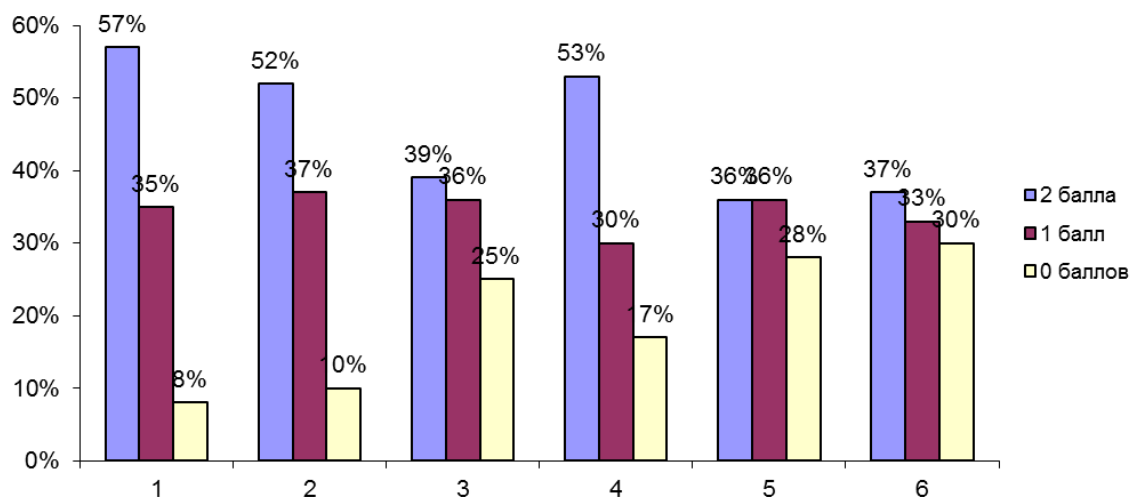


Рис. 51. Результаты выполнения заданий, проверяющих УУД в конце учебного года (цифры по горизонтальной оси от 1 до 6 соответствуют описанным выше умениям, по вертикальной оси – процент учащихся, овладевших соответствующим умением на определенном уровне)

Результаты выполнения первых трех заданий по-прежнему высокие, значительно улучшились результаты выполнения заданий 3-6. Статистическая обработка результатов выполнения заданий восьмиклассниками проводилась также с помощью критерия χ^2 Пирсона. Результаты представлены в таблице 20.

Таблица 20

Значения критерия χ^2 Пирсона при сравнении результатов выполнения заданий, проверяющих УУД, учащимися 8-го класса в начале и в конце учебного года

Номер проверяемого УУД	1	2	3	4	5	6
Значение критерия χ^2 Пирсона	0,96	3,62	9,45	28,32	13,28	11,14

Критическое значение критерия при сравнении двух распределений составляет $\chi^2_{кр} = 5,99$ на уровне статистической значимости $p \leq 0,05$. По умениям 1 и 2 нет статистически значимых отличий, по умениям 3-6 можно утверждать статистически значимые изменения к концу учебного года по сравнению с его началом.

Результаты мониторинга универсальных учебных действий, исследовательских умений на содержании физики дают учителю возможность оценить степень сформированности отдельных умений и, соответственно, выбирать в дальнейшем такой вариант включения учащихся в учебное исследование (степень самостоятельности учащихся в исследовании), который им посилен.

Кроме того, было проведено исследование сформированности исследовательских умений. Проверялись следующие умения, согласно карте формирования исследовательских умений (таблица 9):

1. определять и точно формулировать цель предстоящей работы;
2. строить математическую модель исследования (определять формулу для определения искомой величины в данной работе/ определять вид зависимости одних величин от других);
3. планировать эксперимент (определять последовательность измерений, количество измерений, интервалы и т.п.);

4. отбирать оборудование для осуществления экспериментальной деятельности;
5. определять цену деления шкалы и снимать показания измерительного прибора;
6. определять погрешности прямых измерений;
7. анализировать полученный результат, делать выводы, обобщения, формулировать полученное новое физическое знание.

Контрольную группу составляли девятиклассники тех же школ, но обучавшиеся по традиционной методике.

Результаты эксперимента представлены на рисунке 52.

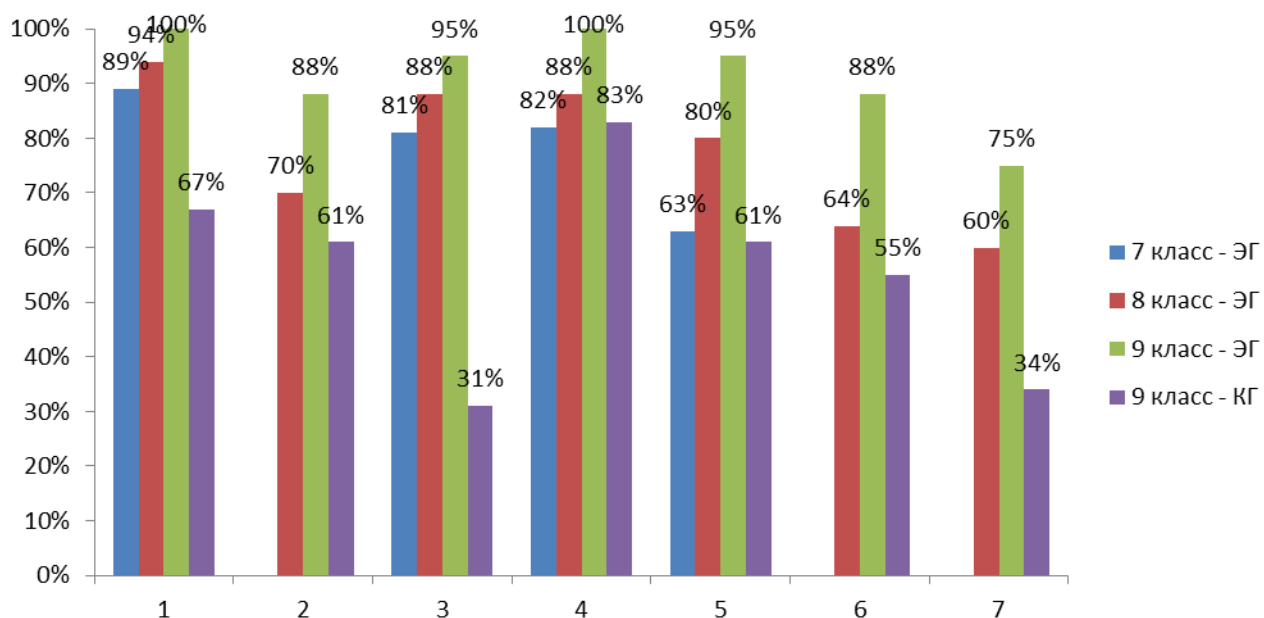


Рис. 52. Результаты выполнения экспериментального исследовательского задания (цифры по горизонтальной оси от 1 до 7 соответствуют описанным выше умениям, по вертикальной оси – процент учащихся, овладевших соответствующим умением)

Сравнивая результаты учащихся 7-9-х классов экспериментальной группы и девятиклассников контрольной группы, нужно иметь в виду, что уровень сложности заданий растет, оставаясь адекватным содержанию обучения и возрасту, что позволяет сопоставлять результаты разных групп учащихся. Поэтому считаем допустимым сравнение результатов выполнения учащимися различных возрастных групп одних и тех же этапов

исследовательских заданий. Фактически оценивалась и сравнивалась мера выполнения учащимися нормативных требований для каждой возрастной группы в части исследовательских умений. У семиклассников не оценивались некоторые умения (определять цель исследования, рассчитывать погрешности, формулировать выводы), т.к. эти шаги они выполняют с помощью учителя.

Статистический анализ различий между результатами сформированности основных исследовательских умений контрольной и экспериментальной групп

$$\varphi = 2 \arcsin(\sqrt{P})$$

проводился по критерию углового преобразования Фишера φ^* [311, С. 158-169]. При вычислении критерия φ^* происходит преобразование «сырых» данных P , выраженных в процентах на рис 30, в угловую величину φ :

Далее для двух значений P вычисляются φ_1 и φ_2 и формируются значения критерия φ^* в таблице 23:

$$\varphi^* = (\varphi_1 - \varphi_2) \cdot \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2}{n_1 + n_2}},$$

где объемы соответствующих выборок обозначены n_1 и n_2 .

Мы привели алгоритм расчета для того, чтобы пояснить, что знак числа критерия φ^* в таблице 23 показывает направление сдвига: возрастание уровня сформированности признака при положительном числе и снижение уровня сформированности признака при отрицательном.

Критическое значение параметра φ^* для уровня достоверности $p \leq 0.05$ $\varphi_{кр}^* = 1,64$. При $\varphi^* < \varphi_{кр}^*$ констатируем отсутствие статистически достоверного различия в уровне сформированности признаков. Превышение критического значения говорит о статистически достоверном сдвиге в исследуемом признаке. Результаты приведены в таблице 21. Полужирным шрифтом выделены значения, свидетельствующие о наличии статистически значимых сдвигов.

Таблица 21

Результаты педагогического эксперимента в основной школе по критерию ϕ^* Фишера

	Значение критерия ϕ^* по каждому умению и наличие статистически значимых отличий						
Сравниваемые группы учащихся	1	2	3	4	5	6	7
7-8-е классы ЭГ	1,70	-	1,81	1,58	3,55	-	-
8-9-е классы ЭГ	4,89	4,46	4,45	6,99	4,71	5,71	3,18
7-9-е классы ЭГ	7,08	-	4,72	9,17	8,96	-	-
9-й класс ЭГ – 9-й класс КГ	-13,74	-7,20	-16,94	-9,54	-10,08	-8,56	-9,53

Сравнение полученных значений критерия ϕ^* Фишера в части уровней исследовательских умений учащихся, составивших контрольную группу, и учащихся 7-го и 9-го классов экспериментальной группы проводилось на типичном для каждого уровня обучения содержании учебного материала и требуемых умениях.

При качественном анализе полученных результатов следует обратить внимание на следующие моменты: очень низкие показатели наиболее сложных элементов исследовательской деятельности для учащихся 7-го класса и учащихся контрольной группы – планировать эксперимент и анализировать полученный результат, делать выводы.

Мы не только не можем зафиксировать рост требуемых умений, но для ряда качеств у девятиклассников контрольной группы наблюдается заметное падение их уровня (выделено в таблице полужирным шрифтом). Причем чем сложнее умение, тем хуже выглядят девятиклассники контрольной группы по сравнению с семиклассниками. Это следует связать с тем, что ранее обе группы учащихся не вовлекались преподавателями в реальную исследовательскую, экспериментальную работу. Если для учащихся 7-х классов это допустимо, то результат девятиклассников контрольной группы свидетельствует об игнорировании учителями школ требований стандартов обучения в части развития исследовательских умений.

Влияние разработанного нами методического инструментария на успешность формирования исследовательских умений выявляется при сравнении результатов экспериментальных групп по мере их продвижения от 7-го к 9-му классу. Обучение на основе разработанной нами модели приводит к статистически достоверному возрастанию уровня сформированности исследовательских умений от 7-го к 9-му классу. В 9-м классе практически все обучаемые вышли на требуемый стандартом уровень владения основными экспериментальными исследовательскими умениями. Поэтому можно утверждать, что разработанная модель процессов проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности и её реализация учителями физики позволила сформировать исследовательские умения учащихся, превышающие результаты учащихся контрольной группы.

К сожалению, после окончания основной школы достаточно сильно меняется состав учащихся классов, школьники переходят в другие школы, либо классы реформируются по различным профилям на основании будущих профессиональных интересов. Поэтому педагогический эксперимент в старших, 10-11-х классах несколько оторван от эксперимента в 7-9-х классах. Однако экспериментальная работа по апробации модели процессов проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся также проводилась. Был измерен уровень умений исследовательской деятельности в начале 10-го класса (входной уровень) и в конце 11-го класса. В эксперименте участвовали 245 старшеклассников из 8 школ города, в их числе были как учащиеся, обучавшиеся в основной школе в составе экспериментальной группы, так и не входившие в нее. Результаты эксперимента показаны на рисунке 53. В качестве контрольной группы мы рассматриваем результаты выпускников школ, обучавшихся по традиционной методике и ставших студентами первого курса физического факультета (84 выпускника средних школ – контрольная группа).

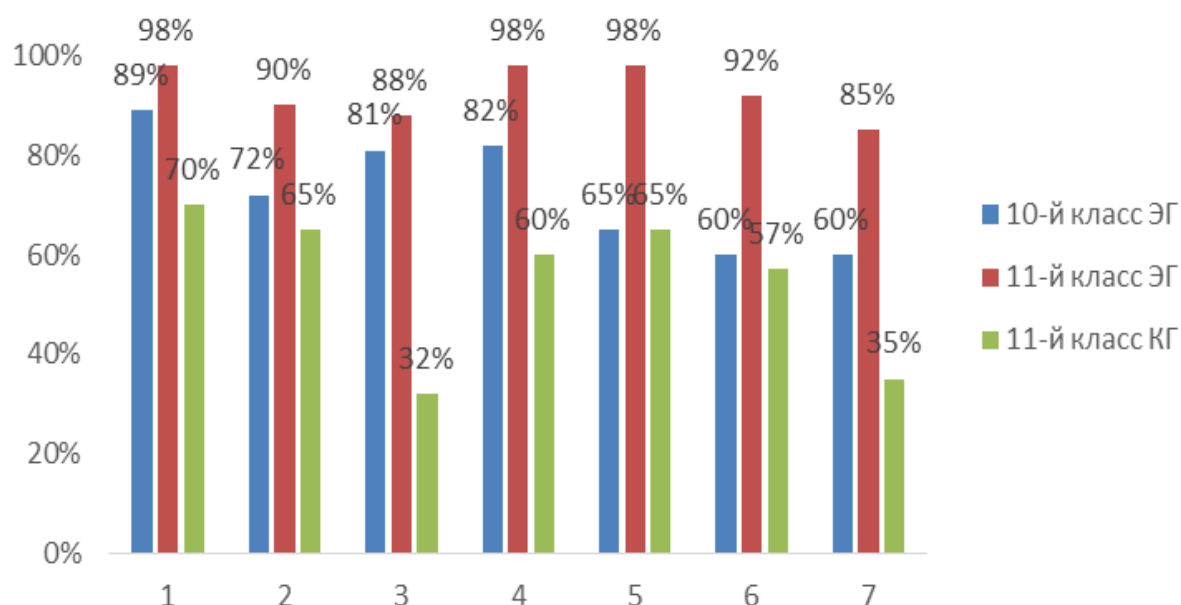


Рис. 53. Результаты выполнения экспериментального исследовательского задания учащимися 10-х и 11-х классов (цифры по горизонтальной оси от 1 до 7 соответствуют описанным выше умениям, по вертикальной оси – процент учащихся, овладевших соответствующим умением)

Как и в предыдущем случае, сравним входной и выходной уровень умений, а также сравним выходные результаты с результатами контрольной группы – выпускниками школы. Обработку также проведем с использованием критерия ϕ^* Фишера. Результаты статистической обработки представлены в таблице 22.

Таблица 22

Результаты педагогического эксперимента в средней школе по критерию ϕ^*

Сравниваемые группы учащихся	Значение критерия ϕ^* по каждому умению						
	1	2	3	4	5	6	7
10-11-е классы	4,27	5,14	2,11	6,46	10,70	8,67	6,25
11-й класс – контр. гр.	-8,24	-4,43	-9,52	-6,26	-10,12	-6,74	-8,50

Можно констатировать статистически значимый рост всех исследуемых умений учащихся экспериментальной группы в результате обучения. Результаты выпускников школ, обучавшихся в экспериментальной группе, выше результатов выпускников школ контрольной группы на уровне статистической значимости 0,05.

Одним из исследуемых нами аспектов является влияние сочетания учебно-исследовательской деятельности на уроке и во внеурочных формах обучения на результаты учебного процесса, в том числе сформированность исследовательских умений учащихся. На базе проектной лаборатории школьного физического эксперимента, созданной на физическом факультете ННГУ, был организован кружок экспериментальной физики для учащихся 8-х классов. В качестве экспериментальной группы мы рассматриваем учащихся, регулярно участвовавших в занятиях кружка, в качестве контрольной группы – их одноклассников, изучающих курс физики только в школе. Таким образом, школьный курс физики учащиеся изучают вместе, но учащиеся экспериментальной группы дополнительно посещают занятия кружка, на которых организуется учебно-исследовательская деятельность согласно описанной нами модели. Успеваемость по физике учащихся контрольной и экспериментальной группы до начала эксперимента статистически не отличалась, проверка была проведена по критерию Манна-Уитни (эмпирическое значения критерия в данном случае $U_{\text{эмп}} = 122$, критическое значение на уровне статистической значимости $p \leq 0,05$ составляет $U_{\text{кр}} = 98$, поскольку $U_{\text{эмп}} > U_{\text{кр}}$, то можно утверждать, что успеваемость учащихся контрольной и экспериментальной групп не отличается). В конце эксперимента выяснилось, что успеваемость учащихся контрольной группы не изменилась, а успеваемость учащихся экспериментальной группы выросла: $U_{\text{эмп}} = 42$ при $U_{\text{кр}} = 46$. Это можно объяснить тем, что внеурочные занятия мотивируют учащихся к изучению физики. В конце эксперимента была проведена диагностика экспериментальных умений учащихся контрольной и экспериментальной групп (таблица 23).

Таблица 23

Результаты педагогического эксперимента по реализации УИДУ во
внеурочной деятельности в основной школе

	Умения	Значение φ^* -критерий Фишера	Наличие статистически значимых отличий
1	Определять цену деления	1,15	Нет
2	Снимать показания прибора	1,05	Нет
3	Ставить цель опыта	2,92	Да
4	Отбирать оборудование для проведения эксперимента	3,49	Да
5	Планировать ход опыта	1,65	Да

Критическое значение критерия на уровне значимости 0,05 составляет для уровня достоверности $p \leq 0.05$ $\varphi^*_{кр} = 1,64$. По двум умениям статистически значимых отличий нет: определять цену деления и определять показания прибора. Эти умения являются базовыми и формируются с начала обучения физики (7 класса), к данному моменту они на достаточном уровне сформированы как у учащихся контрольной, так и экспериментальной группы. По умениям планировать эксперимент (ставить цель опыта, определять оборудование исследования, описывать ход опыта) выявлены статистически значимые отличия. Учащиеся экспериментальной группы освоили эти умения на более высоком уровне, чем их одноклассники. Дело в том, что при изучении физики в школе экспериментальные умения формируются при выполнении лабораторных работ. Поскольку лабораторные работы проводятся репродуктивным методом, по готовой инструкции в учебнике, умения планировать эксперимент не развиваются. На занятиях кружка, напротив, акцент ставился на развитии самостоятельности учащихся на всех этапах эксперимента, в том числе и определять цель опыта, выбирать необходимое оборудование, описывать последовательность шагов.

Таким образом, результаты формирующего эксперимента подтвердили выдвинутую в исследовании гипотезу: подготовка учителей физики в разработанной методической системе способна обеспечить их готовность к

проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся на конструктивном уровне, а организуемая подготовленными учителями физики учебно-исследовательская деятельность учащихся является эффективной, т.к. обеспечивает формирование исследовательских умений учащихся.

Выводы по пятой главе

1. В ходе констатирующего эксперимента было установлено, что учителя физики не готовы к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся в учебном процессе; учащиеся к моменту окончания школы без специального обучения не овладевают исследовательскими умениями и не имеют опыта учебно-исследовательской деятельности, необходимого для продолжения обучения в вузе.
2. Поисковый эксперимент позволил уточнить разрабатываемые модели процессов проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике в школе и подготовки учителя физики к осуществлению этих процессов.
3. Формирующий (обучающий) этап педагогического эксперимента был нацелен на проверку гипотезы исследования.

Подготовка учителей физики к реализации разработанной методической системы проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике в школе по программе повышения квалификации позволяет вывести большинство учителей на конструктивный уровень проектировочных умений, но даже при условии активных методов обучения этого недостаточно, чтобы выйти на конструктивный уровень организационных умений.

Непрерывная подготовка учителей физики к реализации разработанной методической системы проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике в школе и

методическое сопровождение в процессе их профессиональной деятельности позволяет обеспечить конструктивный уровень умений учителя проектировать и организовывать учебно-исследовательскую деятельность учащихся.

Результаты диагностики познавательных универсальных учебных действий и исследовательских умений учащихся, чьи учителя прошли подготовку в разработанной нами методической системе и реализовали на практике разработанную модель проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся, показывают статистически значимый рост проверяемых умений. Доказано, что исследовательские умения учащихся экспериментальной группы сформированы на более высоком уровне, чем учащихся контрольной группы как на этапе окончания основной школы (9 класс), так и средней школы (11 класс).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам проведенного исследования можно сделать следующие выводы.

1. Проведенный анализ состояния проблемы организации учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике в школе и подготовки учителя физики к этому виду деятельности показал необходимость разработки методической системы подготовки учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся в образовательном процессе, обеспечивающей готовность учителя физики к осуществлению этих процессов и повышающей эффективность организуемой учебно-исследовательской деятельности учащихся.

2. Модель процессов проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике в школе построена на основе выделенной в ходе исследования системы дидактических принципов и закономерностей, обеспечивающих эффективность учебно-исследовательской деятельности учащихся, учитывает специфику физики как учебного предмета, и специфику норм и методов исследовательской деятельности, характерных для физики как науки.

3. Описан алгоритм проектирования учителем учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике в школе, отражающий закономерную связь отобранного содержания, методов обучения и форм его организации с уровнем проектируемой учебно-исследовательской деятельности учащихся и формируемыми исследовательскими действиями.

4. Разработана концепция методической системы подготовки учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся в образовательном процессе как совокупность трех взаимосвязанных блоков: основание концепции, теоретический и прикладной блоки.

5. Построена модель методической системы подготовки учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся в образовательном процессе. В модели предусмотрены две основные линии реализации методической системы: подготовка будущих учителей физики в вузе и учителей физики в постдипломном образовании, для каждой из которых определены специфические методы и формы обучения.

6. Определено понятие готовности учителя физики к проектированию и организации УИДУ как интегративное состояние личности и его структура, включающая три взаимосвязанных компонента: мотивационный, проектировочный и деятельностный компонент.

7. Для диагностики готовности учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся по каждому её компоненту выделены критерии и описаны показатели их проявления на трёх уровнях (эмпирический, конструктивный и творческий). Разработаны методы диагностики готовности учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся и средства их реализации.

8. Результаты проведенного педагогического эксперимента подтвердили достоверность гипотезы и позволяют утверждать достижение его цели. Установлено, что реализация разработанной методической системы подготовки учителя физики обеспечивает его готовность к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике в школе на необходимом уровне и эффективное формирование исследовательских умений учащихся.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что цель диссертационного исследования, состоявшая в теоретическом обосновании, разработке и внедрении методической системы подготовки учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся при обучении физике в школе, достигнута.

Перспективными направлениями развития исследования являются

– перенос основных положений модели проектирования и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся на процесс обучения физике в классическом университете с целью создания системы непрерывного исследовательского обучения физике в школе и вузе, в которой учебно-исследовательская деятельность обучающихся выступает как фактор интеграции;

– перенос и уточнение разработанной методической системы подготовки учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности учащихся в образовательном процессе на подготовку учителей естественнонаучного цикла (химии, биологии) с учетом специфики дисциплин.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ГИА – государственная итоговая аттестация

ЕГЭ – единый государственный экзамен

ИД – исследовательская деятельность

ИКТ – информационно-коммуникационные технологии

НОУ – научное общество учащихся

ООП – основная образовательная программа

ПК – профессиональная компетентность

ТСО – технические средства обучения

УИДУ – учебно-исследовательская деятельность учащихся

УУД – универсальные учебные действия

ФГОС – федеральный государственный образовательный стандарт

IBL – Inquiry-based learning

СПИСОК ТЕРМИНОВ

Алгоритм: «способ (программа) решения вычислительных и других задач, точно предписывающий, как и в какой последовательности получить результат, однозначно определяемый исходными данными» [29].

Исследование: «процесс выработки новых знаний, один из видов познавательной деятельности. Исследование характеризуется объективностью, воспроизводимостью, доказательностью и точностью» [348].

Исследовательская деятельность: «особый вид интеллектуально-творческой деятельности, порождаемый в результате функционирования поисковой активности и строящийся на базе исследовательского поведения» [301, с. 47]

Исследовательские умения: «сознательное владение совокупностью операций, являющихся способами осуществления умственных и практических действий (в том числе творческих исследовательских действий), составляющих исследовательскую деятельность, успешность формирования и выполнения которых зависит от ранее приобретенных умений» [98, с. 25].

Профессиональная компетентность учителя: «интегративное качество учителя, включающее владение профессиональными знаниями и умениями, умением применять их в педагогической практике, профессиональную позицию учителя» [275, с. 11].

Методическая система: структура, компонентами которой являются цели обучения, содержание обучения, методы обучения, формы и средства обучения. Все составляющие методической системы обучения выступают в тесной взаимосвязи, и всякое изменение одной из них влечет за собой изменение других составляющих и всей системы в целом [14; 136; 137; 280].

Педагогическое проектирование: предварительная разработка предстоящей деятельности учащихся и педагога, состоящая в том, чтобы создать предположительные варианты этой деятельности и прогнозировать ее результаты [131; 234; 237; 243].

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 [199, с.13].

Умение: «освоенный человеком способ выполнения действий или деятельности, соответствующий цели и условиям, в которых приходится действовать» [334, с. 4].

Учебно-исследовательская деятельность учащихся: учебная деятельность, нацеленная «на овладение субъективно новым знанием наиболее характерными и продуктивными для данной предметной области методами его получения, осуществляемую в соответствии с логико-методологическими нормами научного познания» [319, с. 44-45].

Учебно-исследовательская культура учащегося: «интегративное качество личности, характеризующееся единством знаний целостной картины мира, умениями и навыками научного познания, наличием ценностного отношения к результатам обучения и стремления к творческому саморазвитию» [216, с. 36].

Эффективность обучения: «мера достижения учеником и учителем позитивного результата учебного познания в ходе их совместной деятельности при рациональном использовании ресурсов субъектов этой деятельности и среды, в которой происходит процесс обучения» [92, с. 38].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдулов, Р. М. Использование интерактивных средств в процессе развития исследовательских умений учащихся при обучении физике: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Абдулов Рашид Миниахметович. – Екатеринбург, 2013. – 183 с.
2. Абдулов, Р. М. Использование современных технических средств в исследовательской и проектной деятельности в процессе обучения / Р. М. Абдулов, Е. В. Абдулова // Педагогическое образование в России. – 2014. – №1. – С. 135-140
3. Авгусманова, Т. В. Педагогические условия развития исследовательской деятельности старшеклассников в инновационном образовательном учреждении: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01 / Авгусманова Татьяна Валерьевна. – Иркутск, 2003. – 21 с.
4. Аёшин, В. В. Подготовка будущего учителя физики к деятельности по формированию исследовательских способностей учащихся / В. В. Аёшин // Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева. – 2011. – т.1. – № 3. – С. 9-14.
5. Алексеев, Н. А. Педагогические основы проектирования личностно-ориентированного обучения: дис. ... докт. пед. наук: 13.00.01 / Алексеев Николай Алексеевич. – Тюмень, 1997. – 310с.
6. Алиева, О. В. Формирование учебно-исследовательской культуры учащихся на этапе предпрофильной подготовки: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01 / Алиева Ольга Васильевна. – Белгород, 2013. – 24 с.
7. Альникова, Т. В. Формирование проектно-исследовательской компетенции учащихся на элективных курсах по физике: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Альникова Татьяна Владимировна. – Томск, 2007. – 176 с.
8. Альтшулер, Ю. Б. Методическая система обучения электродинамике учащихся средней школы на основе синтеза фундаментальных и

- прикладных знаний: дис. ... докт. пед. наук: 13.00.02 / Альтшулер Юрий Борисович. – М., 2013. – 310 с.
9. Андреев, В. И. Дидактические условия развития исследовательских способностей старшеклассников (в процессе обучения физике): автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Андреев Валентин Иванович. – М., 1972. – 21с.
 10. Андриевских, Н. В. Технологии развития и саморазвития при обучении физике как средство реализации требований нового образовательного стандарта (ФГОС ОО): дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Андриевских Наталья Владимировна. – Челябинск, 2014. – 199с.
 11. Анофрикова, С. В. Руководство по разработке фрагментов урока с использованием учебного физического эксперимента / С. В. Анофрикова, Л. А. Прояненко. – Астрахань: Издательский дом «Астрах.гос.ун-т», 2004. – 74 с.
 12. Анохина, Г. М. Проектирование и методика реализации личностно адаптированной, развивающей системы обучения физике в средней школе: дис. ... докт. пед. наук: 13.00.02 / Анохина Галина Максимовна. – Челябинск, 2004. – 302 с.
 13. Антипин, И. Г. Экспериментальные задачи по физике в 6-7 классах: Пособие для учителей / И. Г. Антипин. – М.: Просвещение, 1974. – 127 с.
 14. Архангельский, С. И. Учебный процесс в высшей школе, его закономерные основы и методы / С. И. Архангельский. – М.: Высшая школа, 1980. – 367 с.
 15. Асмолов, А. Г. Формирование универсальных учебных действий в основной школе: от действия к мысли / А. Г. Асмолов. – М.: Просвещение, 2011. – 159 с.
 16. Асмолов, А. Г. Культурно-историческая системно-деятельностная парадигма проектирования стандартов школьного образования / А. Г. Асмолов // Вопросы психологии. – 2007. – № 4.

- 17.Бабанский, Ю. К. Оптимизация процесса обучения. Общедидактический аспект / Ю. К. Бабанский. – М.: Педагогика, 1982. – 198 с.
- 18.Баринов, С. Л Организация исследовательской деятельности учащихся в лицее НИУ Высшая школа экономики / С. Л. Баринов, Д. В. Шибалина // Сборник трудов Российской научно-методической конференции-семинара «Творчество молодых исследователей в системе школа-наука-вуз». М., 2017. – С. 182-191.
- 19.Баркова, Е. Ю. Подготовка учащихся к проектной деятельности при обучении физике в средней школе: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Баркова Елена Юрьевна. – Астрахань, 2006. – 21 с.
- 20.Беленов, А. Ф. Методические рекомендации и лабораторные работы по физике для учащихся 10 классов – Основы термодинамики / А. Ф. Беленов, П. М. Савкин. – Н. Новгород, 2008. – 25 с.
- 21.Беленов, А. Ф. Методические рекомендации и лабораторные работы по физике для учащихся 11 классов / А. Ф. Беленов, П. М. Савкин. – Н. Новгород, 2008. – 30 с.
- 22.Белянин, В. А. Учебные исследовательские задачи как средство формирования исследовательской компетенции будущего учителя физики / В. А. Белянин, Н. С. Пурышева // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2011. – № 5(1). – С. 24 – 30.
- 23.Белянин, В. А. Методическая система формирования исследовательской компетенции будущего учителя при изучении физики: дис. ... докт. пед. наук: 13.00.02 / Белянин Валерий Александрович. – М, 2012. – 483 с.
- 24.Беспятова О. В. Возможности лаборатории «Архимед» при организации проектно-исследовательской деятельности учащихся по физике / О. В. Беспятова // Сборник материалов Всероссийской науч.-практ. конф. «Проблемы и перспективы физико-математического и технического образования». Г. Ишим. – 2014. – С. 199-201.
- 25.Блинов, В. Н. Работа практикума для 11 класса / В. Н. Блинов // Физика в школе. – 2006. – № 3. – С. 58 – 60

- 26.Бозиев, Р. С. Отечественная педагогика и образование между прошлым и будущим/ Р. С. Бозиев, А. И. Донцов // Педагогика. – 2016. – № 1. – С. 3-11
- 27.Бойкова, А. Е. Экспериментальные задачи как средство формирования и развития исследовательских умений учащихся в процессе обучения физике: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Бойкова Анна Евгеньевна. - СПб, 2010. – 215 с.
- 28.Бокарев, М. Ю. Теория и практика профессионально-ориентированного процесса обучения в учебном комплексе «лицей-вуз»: дис. ... докт. пед. наук: 13.00.08 / Бокарев Михаил Юрьевич. – Калининград, 2001. – 287 с.
- 29.Большой энциклопедический словарь (2-е существенно обновленное и исправленное издание). – Под редакцией А.М. Прохорова. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://alcala.ru/entsiklopedicheskij-slovar/bolshoj-entsiklopedicheskij-slovar.shtml> (Дата обращения: 04.01.2019).
- 30.Бондаревская, Е. В. Теория и практика личностно-ориентированного образования / Е. В. Бондаревская. – Ростов-на-Дону, 2000. – 351 с.
- 31.Брунер, Дж. Исследование развития познавательной деятельности / Под ред. Дж. Брунера, Р. Олвер и П. Гринфилд. Перевод с англ. М.П. Лисиной. –М.: Педагогика, 1971. – 392 с.
- 32.Бубликов, С. В. Методологические основы вариативного построения содержания обучения физике в средней школе: дис. докт ... пед. наук: 13.00.02 / Бубликов Сергей Викторович. – СПб, 2000. – 407с.
- 33.Бурылова, Л. А. Методика создания и использования комплекса дидактических материалов по физике для учащихся 5-7 классов: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Бурылова Людмила Алексеевна. – Челябинск, 2004. – 24 с.
- 34.Бычова, А. С. Профессиональная подготовка бакалавров и магистров к организации исследовательской деятельности учащихся основной школы (на предмете физика): дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08 / Бычкова Анастасия Сергеевна. – Томск, 2014. – 178 с.

35. Ваганова, В. И. Система профессионально-методической подготовки преподавателя физики в классическом университете: дис. ... докт. пед. наук: 13.00.02, 13.00.08 / Ваганова Валентина Ивановна. – М., 2005. – 459 с.
36. Важеевская, Н. Е. Гносеологические основы науки в школьном физическом образовании: дис. ... докт. пед. наук: 13.00.02 / Важеевская Наталия Евгеньевна. – М., 2002. – 476 с.
37. Важнова, Е. Р. Система оценки качества исследовательской деятельности учащихся профессионального лица: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08 / Важнова Елена Радиковна. – Омск, 2010. – 175 с.
38. Вараксина, Е. И. Учебные униполярные электродвигатели / Е. И. Вараксина // Физика. – 2009. – №15.
39. Вараксина, Е. И. Учебное исследование плоского конденсатора/ Е. И. Вараксина, В. В. Майер // Учебная физика. – 2013. – № 4. – С.16-20.
40. Вараксина, Е. И. Учебные проекты по школьному физическому эксперименту: 7 класс. Дидактические ресурсы проектной деятельности / Е. И. Вараксина, В. В. Майер. – М.: ФЛИНТА: Наука, 2017. – 172 с.
41. Васильева, И. В. Проектная и исследовательская деятельность учащихся как средство реализации компетентностного подхода при обучении физике в основной школе: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Васильева Ирина Васильевна. – М., 2008. – 27с.
42. Вершинина, Л. Н. Опыт работы университетского лица № 1511 по развитию исследовательских способностей учащихся / Л. Н. Вершинина, Н. А. Королев // Физика в школе. – 2017. – №1. – С. 34-36.
43. Винницкая, С. И. Современное оснащение кабинета физики. Использование датчика света цифровой лаборатории на уроках физики. Дифракция света. Дифракционная решётка / С. А. Винницкая // Видеонаука. – 2016. – №4 (4). – С. 3.
44. Выготский, Л. С. Педагогическая психология / Л. С. Выготский. – М.: Педагогика, 1991. – 480 с.

- 45.Высотская, С. И. Дидактические основания конструирования процесса обучения / С. И. Высотская, В. В. Краевский // Новые исследования в педагогических науках. – 1986. – № 1 (47) – С.36-40
- 46.Галишева, М. С. Учебно-исследовательская деятельность школьника: структурная модель и формулировка понятия / М. С. Галишева, П. В. Зуев // Педагогическое образование в России. – 2019. – № 6. – С. 6-18.
- 47.Гальперин, П. Я. Введение в психологию: Учебное пособие для вузов / П.Я. Гальперин. – М.: Книжный дом «Университет», 1999. – 332 с.
- 48.Гармашов, М. Ю. Формирование исследовательской компетентности учащихся средней школы при обучении физике на основе видеокомпьютерного эксперимента: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Гармашов Михаил Юрьевич. – Волгоград, 2013. – 166 с.
- 49.Гауч, О. Н. Организация учебно-исследовательской деятельности учащихся школы в условиях внедрения федеральных государственных образовательных стандартов / О. Н. Гауч // Научный диалог. – 2016. – № 10 (58). – С. 326-337.
- 50.Горнов, А. М. Формирование проектировочных умений учителя в системе повышения квалификации: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01 / Горнов Александр Михайлович. – Кемерово. 2002. – 222 с.
- 51.Городилова, Н. А. Личностно-ориентированное обучение с использованием интернет-ресурсов на уроках химии / Н. А. Городилова // Первое сентября, Химия. – 2005. - № 15. – С. 44 – 47.
- 52.Гребенев, И. В. Теоретические основания развития методической компетентности учителя / И. В. Гребенев, О. В. Лебедева // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2007. – № 4. – С. 21-25
- 53.Гребенев, И. В. Дидактика физики как основа конструирования учебного процесса: Монография / И. В. Гребенев. – Н. Новгород: Изд-во Ниж. госуниверситета им. Н.И. Лобачевского, 2005. – 247 с.

- 54.Гребенев, И. В. Формирование педагогического профессионализма преподавателей в условиях классического университета: дис. ... докт. пед. наук: 13.00.08 / Гребенев Игорь Васильевич. – Нижний Новгород, 2008. – 476 с.
- 55.Гребенев, И. В. О предмете и метапредметности. Научные основы моделирования учебного процесса / И. В. Гребенев // Физика в школе. – 2014. – № 2. – С.21-25.
- 56.Гребенев, И. В. Дидактика предмета как контекстно зависимая теория обучения / И.В. Гребенев // Педагогика. – 2008. – № 2. – С. 27-31.
- 57.Гребенев, И. В. Комплексная работа практикума по методике преподавания физики / И. В. Гребенев // Учебная физика. – 2003. – № 4. – С. 47.
- 58.Гребенев, И. В. Школьный физический эксперимент в исследовательском и проектном обучении. Учебное пособие / И. В. Гребенев, О. В. Лебедева, С. В. Полушкина. – Н. Новгород: ННГУ, 2015. – 56с.
- 59.Гребенев, И. В. Паровой картезианский водолаз: элементарная теория / И. В. Гребенев, Д. В. Федосеев // Учебная физика. – 2013. – № 1. – С. 17-21.
- 60.Гребенев, И. В. Проблемы педагогического образования с позиции исследовательского университета / И. В. Гребенев, Е. В. Чупрунов // Высшее образование в России. – 2015. – № 5. – С. 5-11.
- 61.Гребенев, И. В., Масленникова Ю.В. Роль фронтального физического эксперимента в формировании первых представлений учащихся в 5 – 6 классах об исследовательской деятельности в науке / И. В. Гребенев, Ю. В. Масленникова // Наука и школа. – 2009. – №3. – С.28-31.
- 62.Гриценко, В. И. Система заданий для обучения школьников выдвижению и экспериментальной проверке гипотез при изучении курса физики средней школы: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Гриценко Валерий Ильич. – Москва, 2001. – 163 с.

- 63.Груденов, Я. И. Психолого-дидактические основы методики обучения математике / Я. И. Груденов. – М.: Педагогика, 1987. – 160 с.
- 64.Грудинина, В. В. Формирование профессионального самоопределения обучающихся в проектной деятельности по физике в общеобразовательной школе: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Грудинина Виктория Валерьевна. – Москва, 2015. – 215 с.
- 65.Гурина, Р. В. Подготовка учащихся физико-математических классов к профессиональной деятельности в области физики: дис. ... докт. пед. наук: 13.00.02 / Гурина Роза Викторовна. – Москва, 2008. – 471с.
- 66.Гурина, Р. В. Организационно-методическая поддержка проектной деятельности школьников при использовании ресурсов вуза / Р. В. Гурина, Н. А. Горбунова // Физика в школе. – 2016. – № 4. – С. 52-57.
- 67.Давыдов, В. В. Что такое учебная деятельность / В. В. Давыдов // Начальная школа. – 1999. – № 7. – С. 12-18
- 68.Давыдов, В. В. О понятии развивающего обучения: сб. статей / Сиб. ин-т развивающего обучения / В. В. Давыдов. – Томск: Пеленг, 1995. – 142 с.
- 69.Давыдов, В. В. Виды обобщения в обучении: Логико-психологические проблемы построения учебных предметов / В. В. Давыдов. – М.: Педагогическое сообщество России, 2000. – 480 с.
- 70.Давыдов В. В. Теория развивающего обучения / В. В. Давыдов. – М.: ИНТОР. – 544 с.
- 71.Даммер, М. Д. Методические основы построения опережающего курса физики основной школы: дис. ... докт. пед. наук: 13.00.02 / Даммер Манана Дмитриевна. – Челябинск, 1997. – 443 с.
- 72.Данилов, Д. О. Формирование системного мышления учащихся в процессе обучения физике на основе исследовательского метода: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Данилов Денис Олегович. – Томск, 2007. – 24 с.

73. Деева, Е. П. Физический практикум в физико-математическом лицее в условиях введения ФГОС / Е. П. Деева, О. В. Лебедева // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. – 2015. – № 4(40). – С. 175-181
74. Дементьева, Е. С. Формирование исследовательских экспериментальных умений учащихся основной школы при выполнении домашнего физического эксперимента: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Дементьева Елена Сергеевна. – М., 2010. – 218 с.
75. Демидова, М. Ю. Методическая система оценки учебных достижений учащихся по физике в условиях введения ФГОС: дис... докт. пед. наук: 13.00.02 / Демидова Марина Юрьевна. – Москва, 2014. – 438 с.
76. Демидова, М. Ю. Современные подходы к оценке качества естественнонаучного образования в международных и национальных исследованиях / М. Ю. Демидова // Естественнонаучное образование: проблемы оценки качества. Сборник. – М.: Издательство Московского университета, 2018. – С. 14-41.
77. Демонстрационный эксперимент по физике в старших классах средней школы: пособие для учителей : в 2-х т. / В. А. Буров [и др.] ; ред. А. А. Покровский. - 2-е изд., перераб. - М. : Просвещение, 1971. – 480 с.
78. Дидактика средней школы: Некоторые проблемы соврем. дидактики. / Под ред. М. Н. Скаткина. – 2-е изд., перер. и доп.–М.: Просвещение, 1982.– 319 с.
79. Дмитриева, О. А. Инновационный подход к решению задач и лабораторному практикуму в курсе физики средней школы: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02/Дмитриева Ольга Александровна. – СПб, 2005. – 162 с.
80. Дорофеев, М. В. Новые направления информатизации школьного химического образования / М. В. Дорофеев // Первое сентября. Химия. – 2005. – №15. – С. 6- 21.
81. Дробышев, Е. Ю. Компоненты готовности учителя к организации учебно-исследовательской деятельности школьников / Е. Ю. Дробышев, Д. А.

- Чернышев // Инновации в профессиональном и профессионально-педагогическом образовании: Материалы 23-й Междунар. науч.-практич. Конференции. Издательство: Российский государственный профессионально-педагогический университет (Екатеринбург). – 2018. – С. 36-38.)
82. Дубицкая, Л. В. Методическая система подготовки учителя к реализации педагогической интеграции в естественнонаучном образовании учащихся средней школы: автореф. дис. ... докт. пед. наук: 13.00.02 / Дубицкая Лариса Владимировна. – М., 2016. – 42с.
83. Енюшкина, Е. А. Цифровые технологии в исследовательской деятельности / Е. А. Енюшкина // Физика в школе. – 2011. – №5. – С.41-46.
84. Еремин, С. В. Информационные технологии как средство реализации уровневой дифференциации обучения физики в основной школе: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Еремин Сергей Викторович. – Шуя, 2009. – 227 с.
85. Ефимова, Е. В. Развитие исследовательской деятельности обучающихся в системе непрерывного образования «школа-вуз»: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01 / Ефимова Елена Викторовна. – Уфа, 2005. – 22 с.
86. Еслямова, У. Б. Комплексное использование средств новых информационных технологий и традиционных технических средств обучения в процессе обучения физике: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Еслямова Умыт Баукеновна. – Челябинск, 2005. – 28 с.
87. Замиралова, Е. В. Использование цифровых лабораторий на уроках физики в ГБОУ СПО (ССУЗ) «Челябинский механико-технологический техникум» / Е. В. Замиралова // Инновационное развитие профессионального образования. – 2014. - № 2 (06). – С. 35-37.
88. Заровняев, Г. В. Приемы постановки исследовательских лабораторных работ / Г. В. Заровняев // Учебная физика. – 1998. – №1. – 73-76.

- 89.Захарова, Д. И. Педагогические условия организации исследовательской деятельности учащихся: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01 / Захарова Дария Иннокентьевна. – Якутск, 2002. – 17 с.
- 90.Зверева, Н. М. Практическая дидактика для учителя: Учебное пособие / Н. М. Зверева. – М.: Педагогическое сообщество России, 2001. – 256 с.
- 91.Зеер, Э. Ф. Психолого-дидактические конструкты качества профессионального образования / Э. Ф. Зеер // Образование и наука. – 2002. – № 2(14). – С. 15.
- 92.Зуев, П. В. Теоретические основы повышения эффективности деятельности учащихся при обучении физике: дис. ... докт. пед. наук: 13.00.02/ Зуев Петр Владимирович. – СПб., 2000. – 343 с.
- 93.Зуев, П. В. Простые опыты по физике в школе и дома: метод. Пособие для учителей / П.В. Зуев. – Урал. гос. пед. ун-т. – Екатеринбург, 2011. – 142 с.
- 94.Зуев, П. В. Формирование ключевых компетенций учащихся в процессе обучения физике в школе: метод. пособие для учителей / П. В. Зуев, О. П. Мерзлякова. – Урал. гос. пед. ун-т. – Екатеринбург, 2009. – 117 с.
- 95.Ивашкина, Д. А. Деятельностный подход на уроках физики: организация учебного исследования. Пособие для учителей / Д. А. Ивашкина. – М.: Илекса, 2014. – 304с.
- 96.Ивашедкина, О. А. Методика проектно-исследовательской деятельности в образовательной практике учителя естествознания: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Ивашедкина Ольга Анатольевна. – СПб, 2016. – 21 с.
- 97.Ингекамп, К. Педагогическая диагностика: Пер. с нем. / К. Ингекамп – М.: Педагогика, 1991. – 240 с.
- 98.Исследовательская деятельность: Словарь / Авт.-сост. Е.А. Шашенкова. – М.: АПКиППРО, 2005. – 64 с.
- 99.Кабардина, С. И. Измерение физических величин. Элективный курс: Учебное пособие / С. И. Кабардина, Н. И. Шефер. Под ред. О. Ф. Кабардина. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. – 151 с.

100. Кабардина, С. И. Измерение физических величин. Элективный курс: Методическое пособие / С. И. Кабардина, Н. И. Шефер. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. – 136 с.
101. Кабардин, О. Ф. Факультативный курс физики. 8 кл. Пособие для Учащихся / О. Ф. Кабардин, В. А. Орлов, А. В. Пономарева. – М.: Просвещение, 1973. – 206 с.
102. Кабардин, О. Ф. Экспериментальные задания по физике. 9-11 классы: учебное пособие для учащихся общеобразовательных учреждений / О. Ф. Кабардин, В. А. Орлов. – М.: Вербум-М, 2001. – 208 с.
103. Каменецкий, С. Е. Формы обучения физике: традиции, инновации / С. Е. Каменецкий, В. В. Михайлова. – Уфа, 2001. – 166 с.
104. Каспржак, А. Г. Институциональные тупики российской системы подготовки учителей / А. Г. Каспржак // Вопросы образования. – 2013. – № 4. – С. 261-282
105. Карпей, Ж. Дидактические модели: Проблема обучающей дискуссии / Ж. Карпей, Б. ван Урс // Вопросы психологии. – 1993. – № 4. – С. 20-26.
106. Карпиньчик, П. Деятельностный подход к проектированию учебного процесса (на примере обучения физике): дис. ... докт. пед. наук: 13.00.02 / Карпиньчик Павел. – М., 1998. – 256 с.
107. Карпов, А. О. Теория исследовательского обучения и их становления / А. О. Карпов // Школьные технологии. – 2015. – № 2. – С. 40-54.
108. Карпов, О. А. Как организовать систему исследовательского обучения школьников / О. А. Карпов // Школьные технологии. – 2011. – № 3. – С. 98-104.
109. Кларин, М. В. Инновации в обучении. Метафоры и модели. Анализ зарубежного опыта / М. В. Кларин. – М.: Наука, 1997. – 223 с.
110. Кедров, Б. М. Предмет и взаимосвязь естественных наук / Б. М. Кедров. – М.: Наука, 1967. – 434 с.

111. Кизовски, Ч. Теория и практика управления деятельностью учащихся по развитию их мышления на уроках физики: дис. ... докт. пед. наук: 13.00.02 / Кизовски Чеслав. – СПб, 2001. – 313 с.
112. Кикоть, Е. Н. Теоретические основы развития исследовательской деятельности учащихся в учебном комплексе «лицей-вуз»: автореф. дис. ... докт. пед. наук: 13.00.08 / Кикоть Евгения Николаевна. – Калининград, 2002. – 42с.
113. Китайгородская, Г. И. Подготовка учителя физики к системному проектированию образовательного процесса в условиях профильного обучения: дис. ... докт. пед. наук: 13.00.02 / Китайгородская Галина Ивановна. – М., 2012. – 533 с.
114. Классика развивающего обучения. Деятельностный подход к физическому образованию школьников / В. А. Львовский, В. Ю. Грук, П. Г. Нежнов, М. А. Янишевская. – М.: Некоммерческое партнерство «Авторский клуб», 2015. – 140 с.
115. Ковалева, Г. С. Успешная школа и эффективная система образования: какие факторы помогают приблизиться к идеалу? (По данным исследования PISA-2015) / Г. С. Ковалева, О. Б. Логинова // Педагогические измерения. – 2017. – №2. – С. 56-62.
116. Кодикова, Е. С. Формирование исследовательских экспериментальных умений учащихся основной школы при обучении физике: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Кодикова Елена Сергеевна. – М., 2000. – 220 с.
117. Кожухова, М. Ю. Формирование исследовательских умений старшеклассников в научном обществе учащихся: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01 / Кожухова Марина Юрьевна. – М., 2004. – 22 с.
118. Колесникова, И. А. Педагогическое проектирование [Текст]: Учеб. Пособие для высш. учеб. заведений / И. А. Колесникова, М. П. Горчакова-Сибирская; под ред. И. А. Колесниковой. – М: Издательский центр «Академия», 2005. – 288 с.

119. Комаров, Б. А. Методы научного познания в современном образовательном процессе: Учеб. пособие / Б. А. Комаров, М. Н. Шишкина. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И.Герцена, 2008. – 195 с.
120. Кондаурова, И. К. Подготовка будущих учителей к работе с детьми, проявившими выдающиеся способности, в контексте требований концепции общенациональной системы выявления и развития молодых талантов / И. К. Кондаурова // Балтийский гуманитарный журнал. – 2016. – Т. 5. № 1(14). – С. 103-106.
121. Кондратьев А. С., Ларченкова Л. А. Методика проведения, обработки и анализа результатов физического эксперимента с применением инструментальных пакетов // Компьютерные инструменты в образовании. – 2008. – №3. –С. 34-38.
122. Копнин, П. В. Гносеологические и логические основы науки / П. В. Копнин. – М.: Мысль, 1974. – 568 с.
123. Коршунова, О. В. Влияние уровневой дифференциации обучения физике на формирование личности учащихся малокомплектной сельской школы: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Коршунова Ольга Витальевна. – Киров, 2001, 293 с.
124. Котляров, В. А. Организация исследовательской деятельности учащихся при изучении физики в основной школе: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Котляров Владимир Александрович. – Новосибирск, 2004. – 192 с.
125. Кошечева, Е. С. Развитие исследовательских умений учащихся на основе использования схемотехнического моделирования в процессе обучения физике: дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Кошечева Елена Сергеевна. – Екатеринбург, 2003. – 219 с.
126. Коханов, К. А. Экспериментальные физические загадки. / К. А. Коханов. – М.: Чистые пруды. 2007. – Биб-ка «Первого сентября», серия «Физика». Вып. 3(15). – 35 с.

127. Кочергина, Н. В. Формирование системы методологических знаний при обучении физике в средней школе: дис. ... докт. пед. наук: 13.00.02 / Кочергина Нина Васильевна. – М., 2003. – 409 с.
128. Кравцова, Е. Ю. Педагогические условия учебно-исследовательской деятельности учащихся старших классов общеобразовательных учреждений при изучении дисциплин естественнонаучного цикла: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01 / Кравцова Елена Юрьевна. – Пятигорск, 2015. – 24 с.
129. Краевский, В. В. Основы обучения. Дидактика и методика. Учебное пособие для высших учебн. завед. / В. В. Краевский, А.В. Хуторской. – М.: Академия, 2007. – 352 с.
130. Краевский, В. В. Методология научного исследования: Пособие для студентов и аспирантов гуманитарных ун-тов / В. В. Краевский. – СПб.: СПб. ГУП, 2001.
131. Краевский, В. В. Методология педагогики: Пособие для педагогов-исследователей / В. В. Краевский. – Чебоксары: Изд-во Чуваш, ун-та, 2001. – 244 с.
132. Крутова, И. А. Обучение учащихся средних общеобразовательных учреждений эмпирическим методам познания физических явлений: автореф. дис.... докт. пед. наук: 13.00.02 / Крутова Ирина Александровна. – Астрахань, 2007. – 40с.
133. Кудрявцев, В. В. Методическая система изучения элективного курса радиофизики в профильной школе с использованием мультимедийных технологий: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Кудрявцев Василий Владимирович. – М., 2010. – 26 с.
134. Кудряшов, В. И. Использование современного цифрового оборудования для проведения физического эксперимента / В. И. Кудряшов // Учебный эксперимент в образовании. – 2017. - №1 (81). – С. 34-41.

135. Кузнецов, И. В. Избранные труды по методологии физики / И. В. Кузнецов. – М.: Наука, 1975. – 296 с.
136. Кузьмина, Н. В. Способности, одаренность, талант учителя / Н. В. Кузьмина. — Л.: Знание, 1985. — 32 с.
137. Кузьмина, Н. В. Профессионализм личности преподавателя и мастера производственного обучения / Н. В. Кузьмина. – М.: Высшая школа, 1990. – 119 с.
138. 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. – 304 с.
139. Лагутина, А. А. Формирование исследовательских умений методического обеспечения эксперимента в физическом образовании: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Лагутина Анна Александровна. – СПб, 2006. – 17 с.
140. Лазарев, В. С. Метод проектов в образовании: новое понимание / В. С. Лазарев // Народное образование. – 2012. – №8. – С. 203-211.
141. Лазарев, В. С. Проектная деятельность учащихся как форма развивающего обучения / В. С. Лазарев // Психологическая наука и образование. – 2015. – Т. 20. – № 3. – С. 25-34.
142. Лазарев, В. С. Проектная деятельность в школе: неиспользуемые возможности / В. С. Лазарев // Вопросы образования. – 2015. – № 3. – С. 292-307
143. Лазарев, В. С. Рекомендации по развитию исследовательских умений учащихся / В. С. Лазарев. – М., 2007. – 22 с.
144. Лазарев, В. С. Система подготовки будущих педагогов к исследовательской деятельности: монография / В. С. Лазарев, Н. Н. Ставринова. – Ханты-Мансийск, 2010. – 210 с.
145. Лазарев, В. С. Критерии и уровни готовности педагога к исследовательской деятельности/ В. С. Лазарев, Н. Н. Ставринова // Педагогика. – 2006. – № 2. – С. 51-58.

146. Ланге, В. Н. Экспериментальные физические задачи на смекалку: Учебное руководство / В. Н. Ланге. – М: Наука, 1985. – 128 с.
147. Ларченкова, Л.А. Методика организации исследовательской деятельности учащихся по физике на основе цифровых образовательных ресурсов / Л.А. Ларченкова // Сибирский педагогический журнал. – 2012. – № 3. – С. 201-206.
148. Лебедева, Н. М. Способы измерения влажности/ Н. М. Лебедева // «Структура и свойства твёрдых тел». – 2005. – №9. – С. 142-144.
149. Лебедева, О. В. Проблемы организации исследовательской деятельности учащихся / О. В. Лебедева // Наука и школа. – 2008. – № 6. – С. 31-34.
150. Лебедева, О.В. Развитие методической компетентности учителя как средство повышения эффективности учебного процесса в общеобразовательной школе: дис. ... канд. пед. наук : 13.00.01 / Лебедева Ольга Васильевна. – Нижний Новгород, 2007. – 183 с.
151. Лебедева, О. В. Учебно-исследовательская деятельность школьников в области астрономии [Текст] / О. В. Лебедева, С. М. Пономарев // Физика в школе. – 2018. – №7. – С. 52-59.
152. Лебедева, О. В. Критерии и показатели сформированности методических компетентностей будущих учителей физики / В. А. Нижегородцев, О. В. Лебедева // Наука и школа. 2013. – № 3. – С. 34-39.
153. Лебедева, О. В. Научная основа подготовки преподавателей в университете / И. В. Гребенев, О. В. Лебедева, К. А. Марков // Нижегородское образование. – 2011. – С. 49-55.
154. Лебедева, О. В. Проектирование и организация исследовательской деятельности учащихся в учебном процессе / О. В. Лебедева, И. В. Гребенев // Педагогика. – 2013. – № 8. – С. 52-58.

155. Лебедева, О. В. Выбор форм и методов обучения при организации исследовательской деятельности на уроках физики / О. В. Лебедева, О. Ю. Степанова // Наука и школа. – 2010. – № 5. – С. 70-73.
156. Лебедева, О. В. Анализ содержания обучения физике как основа включения исследовательской деятельности учащихся в учебный процесс / О. В. Лебедева, О. Ю. Степанова // Физика в системе современного образования: материалы X междунар. Конф, т. 2. – СПб., 2009. – С. 96-97.
157. Лебедева, О. В. Сочетание форм обучения при организации исследовательской деятельности учащихся на уроках физики / О. В. Лебедева, О. Ю. Степанова // Роль инновационных университетов в реализации Национальной образовательной инициативы «Наша новая школа»: тезисы всерос. науч. конф. - Н. Новгород: Изд-во ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2011. – С. 262
158. Лебедева, О. В. Формирование экспериментальных умений учащихся в процессе организации демонстрационного эксперимента [Текст] / О. Ю. Степанова, О. В. Лебедева // Физическое образование: проблемы и перспективы: материалы VIII междунар. науч.-метод. конф. – М., 2009. – Ч. 1. – С. 153 - 155.
159. Лебедева, О. В. Развитие исследовательских умений учащихся на уроках физики / О. Ю. Степанова, О. В. Лебедева // Физическое образование: проблемы и перспективы: материалы VIII междунар. науч.-метод. конф. –МПГУ; РГУ им. С. А. Есенина. – М., Рязань, 2010. – Ч.1. – С. 155-158.
160. Лебедева, О. В. Подготовка учителя к организации исследовательской деятельности учащихся на уроках физики / О.В. Лебедева // Школа будущего. – 2012. – № 3. – С. 50-55.
161. Лебедева О. В. Подготовка учителя физики к организации исследовательской деятельности учащихся на уроке [Текст] / О.В. Лебедева // Физическое образование: проблемы и перспективы:

- материалы XI междунар. науч.-метод. конф. Часть 3. – М., 2012. –С. 68 - 71.
162. Лебедева, О. В. Формирование методической компетентности учителя в области организации исследовательской деятельности / О.В. Лебедева // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2010. - № 5. Часть 2. – С.403-406
 163. Лебедева, О. В. Методическая подготовка учителя физики к реализации ФГОС / О. В. Лебедева // Нижегородское образование. – 2013. – № 3. – С. 58-62.
 164. Лебедева, О. В. Профессиональная подготовка учителя к реализации исследовательского обучения в школе / О. В. Лебедева, И. В. Гребенев // Педагогика. – 2015. – № 4. – С. 51-58.
 165. Лебедева, О. В. Профессиональная подготовка учителя физики к реализации исследовательского обучения / О. В. Лебедева, И. В. Гребенев // Физика в системе современного образования: материалы XIII междунар. конф., т. 2. – СПб., 2015. – С. 441-444.
 166. Лебедева, О. В. Формирование исследовательских умений в процессе обучения физике и математике в системе довузовской подготовки / О. В. Лебедева, О. Н. Веретенникова // Наука и школа. – 2012. – № 6. – С. 106-108.
 167. Лебедева, О. В. Принципы организации исследовательской деятельности в учебном процессе по физике в средней школе / О. В. Лебедева // Наука и школа. – 2012. – № 4. – С. 113-116.
 168. Лебедева О. В. Моделирование учебного процесса для организации исследовательского обучения физике / О. В. Лебедева, И. В. Гребенев // Модели и моделирование в методике обучения физике: Материалы V всерос. науч.-теорет. конф. - Киров: Изд-во КИПКиПРО, 2010. – С. 7-12.
 169. Лебедева, О. В. Теоретические основания моделирования учебного процесса для организации исследовательского обучения физике / О. В. Лебедева // Модели и моделирование в методике обучения физике:

- Материалы докладов VI всерос. науч.-теорет. конф. – Киров: Изд-во ИРО Кировской области, 2013. – С.38-41.
170. Лебедева, О. В. Исследовательское обучение физике как фактор интеграции в системе «школа-вуз» / О. В. Лебедева, К.А. Марков // Нижегородское образование. – 2014. – № 2 – С. 43-49.
171. Лебедева, О. В. Оценка эффективности учебно-исследовательской деятельности / О. В. Лебедева // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. – 2014. – № 3(35). – С. 190-196.
172. Лебедева, О. В. Диагностика умений и навыков исследовательской деятельности учащихся при обучении физике в школе / О. В. Лебедева // Преподавание физико-математических и естественных наук в школе. Традиции и инновации: материалы Всерос. науч.-метод. конф. – Н Новгород, ННГУ, 2017. – С.12.
173. Лебедева, О. В. Современные технологии в организации исследовательской работы школьников / С. М. Пономарев, О. В. Лебедева // Преподавание физико-математических и естественных наук в школе. Традиции и инновации: материалы Всерос. науч.-метод. конф. – Н. Новгород, ННГУ, 2017. – С. 89-90.
174. Лебедева, О. В. Непрерывное исследовательское обучение физике в системе "школа-вуз" / О. В. Лебедева, К. А. Марков, Е. Л. Ким, М. А. Фаддеев // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2013. – № 5(2). – С. 113-118.
175. Лебедева, О. В. Единый государственный экзамен и проблемы подготовки студентов физических специальностей в классическом университете / О. В. Лебедева, Е. Л. Ким // Наука и школа. – 2010. – № 6. – С. 4-5.
176. Лебедева, О. В. Результаты ЕГЭ и успехи обучения физико-математическим дисциплинам студентов первых курсов университета [Текст] / Е. В. Зайцева, О. В. Лебедева, В. М. Соколов, С. С. Круглова //

- Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – № 3 (3). – 2011. – С.47-54.
177. Лебедева, О. В. Организация исследовательской деятельности учащихся в системе уроков физики / О. В. Лебедева // Физика в школе. – 2011. – № 5. – С. 12-17.
178. Лебедева, О. В. Проектирование и организация учебно-исследовательской деятельности при обучении физике в седьмом классе: учебно-методическое пособие / О. В. Лебедева. – МО, Ногинск: Аналитика Родис, 2017. – 67 с.
179. Лебедева, О. В. ФГОС школьного образования: проектирование и организация исследовательской деятельности в учебном процессе / О. В. Лебедева, И. В. Гребенев // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2013. – № 5(2). – С. 106-112.
180. Лебедева, О. В. Реализация требований ФГОС и методическое мастерство учителя / И. В. Гребенев, О. В. Лебедева // Педагогика. – 2016. – №6. – С. 72-79.
181. Лебедева, О. В. Организация исследовательской деятельности учащихся при изучении предметов естественнонаучного цикла: учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] / О. В. Лебедева, И. В. Гребенев. – Н. Новгород, 2014. – 219 с. – Режим доступа: http://www.unn.ru/books/met_files/posobie_po_ID.pdf
182. Лебедева, О. В. Учебно-исследовательская деятельность при обучении физике в школе: Проектирование и организация: монография / О. В. Лебедева. – Нижний Новгород: Изд-во ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2018. – 205с.
183. Лебедева, О. В. Исследовательское обучение в системе уроков физики / О. В. Лебедева, И. В. Гребенев, Е. О. Морозова // Интеграция образования. – 2017. – т. 21. – №4. – С. 736-750.
184. Лебедева, О. В. Универсальные учебные действия в структуре исследовательской деятельности учащихся / О. В. Лебедева // Новые

- педагогические технологии: содержание, управление, методика: тезисы
Всерос. науч.-метод. конф. - Н. Новгород: Изд-во ННГУ, 2013. – С.343.
185. Лебедева, О. В. Подготовка будущего учителя физики к проектированию и организации учебно-исследовательской деятельности / О. В. Лебедева, И. В. Гребенев // Педагогическое образование в России. – 2018. – № 5. – С. 98-104.
 186. Лебедева, О. В. Проектирование исследовательской деятельности в системе уроков физики / О.В. Лебедева, О.А. Харитоновна // Мастер-класс. – 2015. – № 10. – С. 17 – 29.
 187. Лебедева, О. В. Исследование движения шарика в «мертвой петле» / О. В. Лебедева, М. Г. Боженкина // Проблемы учебного физического эксперимента: Сборник научных трудов. Выпуск 30. М.: ИСРО РАО, 2019. – С. 59-60.
 188. Лебедева, О. В. Интегративная основа формирования познавательных умений учащихся / И. В. Гребенев, Ю. В. Масленникова, О. В. Лебедева // Педагогика. – 2018. – №2. – С. 52-58.
 189. Лебедева, О. В. Физический практикум в системе «школа-вуз»: трение нити о неподвижный цилиндр / О. В. Лебедева // Проблемы учебного физического эксперимента. Выпуск 25. М.: ИСМО РАО, 2015. – С. 37-38.
 190. Лебедева, О. В. Учебный эксперимент для формирования закона сохранения импульса / С. В. Полушкина, О. В. Лебедева // Физическое образование: проблемы и перспективы: материалы VII междунар. науч.-метод. конф. – М., 2008. – С. 156 – 158.
 191. Лебедева, О. В. Физический практикум в подготовке школьников в системе «школа-вуз» / О. В. Лебедева, И. В. Гребенев // Современный физический практикум: материалы XI Междунар. учебно-метод. конф. – Минск: издат. центр БГУ, 2010. – С. 275-276.
 192. Лебедева О. В. Физический практикум в системе подготовки школьников «школа – вуз» / О. В. Лебедева, И. В. Гребенев // Учебный

- физический эксперимент: Актуальные проблемы. Современные решения: Программа и материалы 17 Всерос. науч.-практ. конф. – Глазов: ГГПИ, 2012. – С. 6-7.
193. Лебедева, О. В. Уровневая модель развития учебно-исследовательской деятельности учащихся на основе физического эксперимента / О. В. Лебедева // Учебный физический эксперимент: Актуальные проблемы. Современные решения: программа и материалы IX Всерос. науч.-практ. конф.: Глазов: ГГПИ, 2014. – С. 9-10.
 194. Лебедева, О. В. Курс «Основы физического эксперимента» в основной школе / О. В. Лебедева, Е. П. Деева // Преподавание математики, физики, информатики в вузах и школах: проблемы содержания, технологии и методики: Материалы V Всерос. науч.-практ. конф. – Глазов, 2015. – С. 165-169.
 195. Лебедева, О. В. Учебная исследовательская работа школьника – первый этап непрерывного профессионального обучения / М. А. Фаддеев, О. В. Лебедева // Материалы метод. конф. ННГУ. – Н. Новгород, Изд-во ННГУ, 2016. – С. 238-240.
 196. Леонова, О. Н. Методика использования образовательных ресурсов на электронных носителях / О. Н. Леонова // Первое сентября. Химия. – 2005. – №8. – С.13-21.
 197. Леонтьев, А. А. Что такое деятельностный подход в образовании? / А.А. Леонтьев // Начальная школа: плюс-минус. – 2001. – № 1. – С.3-6.
 198. Леонтьев, А. Н. Проблемы развития психики: монография / А. Н. Леонтьев. – 4-е издание. – М.: Изд-во Московского университета, 1981. – 584 с.
 199. Леонтович, А. В. Об основных понятиях концепции развития исследовательской и проектной деятельности учащихся / А. В. Леонтович // Исследовательская работа школьников. – 2003. – № 4. – С.12-17.

200. Леонтович, А. В. Проектирование исследовательской деятельности учащихся: дис. ... канд. психол. наук: 19.00.13 / Леонтович Александр Владимирович. – М., 2003. – 213 с.
201. Леонтович, А. В. Концептуальные основания моделирования исследовательской деятельности учащихся / А. В. Леонтович // Школьные технологии. – 2006. – № 5. – С.63-71.
202. Лернер, И. Я. Процесс обучения как фактор конструирования содержания образования/ Теоретические основы содержания общего среднего образования / И. Я. Лернер. – М.: Педагогика, 1983. – 137 с.
203. Лозовская, Л. Б. Методика организации дифференцированного обучения решению физических задач на основе учета когнитивных стилей учащихся: Автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Лозовская Людмила Борисовна. – Киров, 2006. – 23 с.
204. Логвинов, И. И. Дидактика: история и современные проблемы / И. И. Логвинов. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2007. – 205 с.
205. Лукьянова, Л. А. Готовность учителей к организации исследовательской деятельности школьников / Л. А. Лукьянова // Вестник ЧГПУ им. И. Я. Яковлева. – 2016. – № 1. – С. 122-131.
206. Лукьянова, Л. А. Пути формирования готовности учителя к организации исследовательской деятельности школьников / Л. А. Лукьянова // Вестник Владимирского государственного университета им. Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых. Серия: Педагогические и психологические науки. – 2016. – № 25 (44). – С. 160-166.
207. Львовская, Г. Ф. Возможности исследовательской работы школьников в рамках компьютерного моделирования / Г. Ф. Львовская. – Сборник МКО "Научно-исследовательская деятельность учащихся". – М.: Центр "Школьная книга", 2001. – С. 91-93.

208. Львовский, В. А. Самоучитель по физике. Рабочая тетрадь. – 3-е изд. / В. А. Львовский, В. Ю. Грук. – М.: Некоммерческое партнерство «Авторский клуб», 2015. – 128 с.
209. Львовский, В. А. Самоучитель по физике. Учебное пособие. – 3-е изд. / В. А. Львовский, В. Ю. Грук. – М.: Некоммерческое партнерство «Авторский клуб», 2015. – 128 с.
210. Майер, В. В. Элементы учебной физики как основа организации процесса научного познания в современной системе физического образования: дис. ... докт. пед. наук: 13.00.02 / Майер Валерий Вильгельмович. – Глазов, 2000. – 409 с.
211. Майер, В. В. Образовательные ресурсы проектной деятельности школьников по физике: монография / В. В. Майер, Е.И. Вараксина. – М.: ФЛИНТА, 2015. – 228 с.
212. Майер, В. В. Электричество: Учебные исследования / В. В. Майер, Р. В. Майер. – М.: Физматлит, 2007. – 232 с.
213. Майер, В. В. Свет в оптически неоднородной среде: учебные исследования / В. В. Майер. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 232 с.
214. Макарова, Д. В. Развитие проектных умений учащихся на занятиях по физике: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Макарова Дарья Витальевна. – СПб, 2015. – 218с.
215. Макотрова, Г. В. Формирование учебно-исследовательской культуры учащихся гимназии: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01 / Макотрова Галина Васильевна. – Белгород, 2001. – 234 с.
216. Макотрова, Г. В. Формирование учебно-исследовательской культуры учащихся / Г. В. Макотрова // Физика в школе. – 2009. – № 8. – С. 36-38.
217. Малафеев, Р. И. Проблемное обучение физике в средней школе: Книга для учителя / Р. И. Малафеев. – М.: Просвещение, 1993. – 127 с.
218. Малафеев, Р. И. Творческие задания по физике в VI – VII классах: Пособие для учителей / Р. И. Малафеев. – М. : Просвещение, 1971. – 88 с.

219. Малафеев, Р. И. Творческие экспериментальные задания по физике. 9 – 11 классы / Р. И. Малафеев. – М. : Школьная пресса, 2003. – 48 с.
220. Маркова, А. К. Психология труда учителя: Кн. для учителя / А. К. Маркова. – М.: Просвещение, 1993. – 192 с.
221. Маркова, С.М. Проектирование педагогического процесса на технологической основе / С. М. Маркова, С. А. Цыплакова // Вестник Мининского университета. – 2014. – № 3 (7). – С. 20.
222. Масленникова, Ю. В. Развивающие задачи по физике. 7 класс: Учебно-методическое пособие / Ю. В. Масленникова, С. В. Полушкина. – Н.Новгород: Изд-во ННГУ, 2017. – 76 с.
223. Масленникова, Ю. В. Физика-5: Учебное пособие для учащихся 5 класса / Ю. В. Масленникова. – Н. Новгород: Издательство Нижегородского университета, 2015. – 83с.
224. Масленникова, Ю. В. Физика-6: Учебное пособие для учащихся 6 класса / Ю. В. Масленникова. – Н. Новгород: Издательство Нижегородского университета, 2015. – 96с.
225. Махмутов, М. И. Современный урок. Вопросы теории / М. И. Махмутов. – М.: Педагогика, 1984. – 191 с.
226. Машиньян, А. А. Теоретико-методические основы формирования у будущего учителя физики умения проектировать персональные траектории обучения: дис. ... докт. пед. наук: 13.00.02, 13.00.01 / Машиньян Александр Анатольевич. – М., 2001. – 414 с.
227. Мельникова, И. А. Трудности в организации учебно-исследовательской деятельности учащихся / И. А. Мельникова, В. А. Кириллова // Национальные приоритеты современного российского образования: проблемы и перспективы. Сборник научных статей и докладов XI Всероссийской научно-практической конференции. – Владивосток, 2017. – С. 192-194.
228. Методика факультативных занятий по физике: Пособие для учителя / О. Ф. Кабардин, С. И. Кабардина, В. А. Орлов и др.; Под ред.

- О. Ф. Кабардина, В. А. Орлова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Просвещение, 1988. – 240 с.
229. Методика обучения физике. 8 класс / В. Г. Разумовский и др.; под ред. В. Г. Разумовского, В. А. Орлова. – М.: ВЛАДОС, 2006. – 144 с.
230. Милькова, С.А. Использование цифровых лабораторий для формирования мышления обучающихся в процессе обучения физике / С.А. Милькова // Материалы Всероссийской науч.-метод. конф. «Формирование мышления в процессе обучения естественно-научным, технологическим и математическим дисциплинам». – Екатеринбург, УрГПУ. – 2018. – С. 114-117.
231. Митина, Л. М. Учитель как личность и профессионал (психологические проблемы) / Л. М. Митина. – М.: Дело, 1994. – 216с.
232. Митина, Л. М. Управлять или подавлять: выбор стратегии профессиональной жизнедеятельности педагога/ Л. М. Митина // Библиотека журнала «Директор школы». – 1999. – № 2. – 192с.
233. Миссия университета – университет Лобачевского [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.unn.ru/general/mission.html>
234. Монахова, Г. А. Теория и практика проектирования учебного процесса как ведущего компонента в профессиональной деятельности учителя: дис. ... докт. пед. наук: 13.00.08 / Монахова Галина Анатольевна. – Волгоград, 2000. – 351 с.
235. Морозова, Е. О. Электромагнитное взаимодействие индукционных токов/ Е. О. Морозова, Л. Б. Лозовская // «Структура и свойства твёрдых тел». – 2005. – №9. – С. 137-141.
236. Мултановский, В. В. Физические взаимодействия и картина мира в школьном курсе / В. В. Мултановский. – М.:Просвещение,1977. – 168 с.
237. Муравьёва, Г. Е. Проектирование образовательного процесса в школе: дис. ... докт. пед. наук: 13.00.01 / Муравьёва Галина Евгеньевна. – Шуя, 2003. – 400с.

238. Мухамбетова, А. Б. Методика развития исследовательских умений на уроках биологии раздела «Человек»: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Мухамбетова Альфия Бариевна. – Астрахань, 2009. – 21 с.
239. Никифоров, Г. Г. Ключевые самостоятельные экспериментальные исследования / Г. Г. Никифоров, А. В. Ермолаев, Е. В. Масленникова // Проблемы учебного физического эксперимента: Сборник научных трудов. Выпуск 27. – М.: ИСМО РАО. – 2017. – С. 41-43.
240. Никифоров, Г. Г. Готовимся к единому государственному экзамену по физике. Экспериментальные задания / Г. Г. Никифоров. – М.: Школьная пресса, 2004. – 80 с.
241. Новиков, А. М. Методология / А. М. Новиков, Д. А. Новиков. – М.: СИНТЕГ. – 663 с.
242. Новиков, А. М. Методология образования. Изд. Второе / А. М. Новиков. – М.: «Эгвес», 2006. – 488 с.
243. Новиков, А. М. Образовательный проект (методология образовательной деятельности) / А. М. Новиков, Д. А. Новиков. – М.: «Эгвес», 2004. – 120 с.
244. Новикова, Н.Н. Подготовка будущего учителя технологии к профессиональной деятельности в информационной среде технологического образования: дис. ... докт пед. наук: 13.00.02 / Новикова Наталья Николаевна. – М., 2018. – 485 с.
245. Новожилова, М. М. Формирование культуры исследовательской деятельности старшеклассников в условиях профильного обучения: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01 / Новожилова Марина Михайловна. – М., 2008. – 24 с.
246. Образцов, П. И. Дидактика высшей военной школы: Учебное пособие. / П. И. Образцов, В. М. Косухин. – Орел: Академия Спецсвязи России, 2004. – 317 с.

247. Обухов, А. С. Исследовательская позиция и исследовательская деятельность: что и как развивать / А.С. Обухов // Исследовательская деятельность школьников, 2003. – № 4. – С. 18-23.
248. Обухов, А. С. Особенности исследовательского метода обучения как фактора становления субъектности ученика и учителя / А. С. Обухов, Н. Г. Магомедова // Вестник Дагестанского государственного университета. Серия 2: Гуманитарные науки. – 2015. – № 4. – С. 199-204.
249. Обухов, А. С. Эффективность применения проектной и исследовательской деятельности в обучении / А. С. Обухов // Школьные технологии. – 2006. – № 5. – С. 86-90.
250. Одинцова, Н. И. Обучение учащихся средних общеобразовательных учреждений теоретическим методам получения физических знаний: дис. ... докт. пед. наук: 13.00.02 / Одинцова Наталия Игоревна. – М., 2002. – 414 с.
251. Орлов, А. А. Научное наследие М.Н. Скаткина и инновационные процессы в современном образовании / А. А. Орлов // Педагогика. – 2016. – № 1. – С. 107-116
252. Официн, С. И. Методика преподавания микро- и нанoeлектроники в курсе физики профильных классов (на примере сельской школы): автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Официн Сергей Иванович. – Рязань, 2009. – 23 с.
253. Палжанова, А. Ш. Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий при обучении химии и биологии / А. Ш. Палжанова // Молодой ученый. – 2013. – №6. – С. 715-719.
254. Паспорт национального проекта «Образование». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mo.mosreg.ru/dokumenty/nacionalnyi-proekt-obrazovanie/23-11-2018-14-33-28-pasport-natsionalnogo-proekta-obrazovanie> (дата обращения 04.04.2019).

255. Пентин, А. Ю. Программа межпредметного элективного курса для 9 класса «Исследовательские задачи на стыке наук (биологии, физики, химии)» / А. Ю. Пентин. – М., 2003. – 16с.
256. Пентин, А. Ю. Особенности школьного естественнонаучного образования в России в ракурсе международных исследований TIMSS и PISA / А. Ю. Пентин, Г. С. Ковалева, Е. И. Давыдова, Е. С. Смирнова // Естественнонаучное образование: проблемы оценки качества. Сборник. – М.: Издательство Московского университета, 2018. – С. 42-60.
257. Перовщикова, Е. Н. Формирование диагностической деятельности у будущих учителей математики: Монография / Е. Н. Перовщикова. – Н. Новгород: Изд-во НГПУ, 2000. – 371 с.
258. Первышина, Н. В. Методика проведения физического практикума в классах с углубленным изучением физики с учетом уровневой дифференциации: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Первышина Надежда Валерьевна. – Архангельск, 2006. – 230 с.
259. Перышкин, А. В. Физика. 7 класс.: Учеб. для общеобразоват. учеб. заведений / А.В. Перышкин. – М.: Дрофа, 2013. – 192 с.
260. Перышкин, А. В. Физика. 8 класс.: Учеб. для общеобразоват. учеб. заведений / А.В. Перышкин. – М.: Дрофа, 2013. – 203 с.
261. Плащевая, Е. В. Методика формирования исследовательских умений в проектной деятельности у учащихся основной школы при изучении физики: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Плащевая Елена Викторовна. – М., 2009. – 187 с.
262. Плигин, А. А. Психология познавательных стратегий школьников в индивидуализации образования: автореф. дис. ... докт. псих. наук: 19.00.07 / Плигин Андрей Анатольевич. – М., 2009. – 55 с.
263. Поддьяков, А. Н. Развитие исследовательской инициативности в детском возрасте: дис. ... докт. психол. наук: 19.00.07 / Поддьяков Александр Николаевич. – М., 2001. – 349 с.

264. Поддьяков, А. Н. Методологические основы изучения и развития исследовательской деятельности / А. Н. Поддьяков // Школьные технологии. – 2006. – № 3. – С. 85-89.
265. Поваляев, О.А. Обучение школьников навыкам исследовательской деятельности / О. А. Поваляев, Н. К. Ханнанов, С. В. Хоменко // Физика в школе. – 2013. – № 6. – С. 31-45.
266. Поваляев О. А. Исследовательская деятельность с использованием различных наборов от «Научных развлечений» / О. А. Поваляев, Н. К. Ханнанов, С. В. Хоменко // Физика для школьников. – 2013. – № 4. – С. 45-51.
267. Познай самого себя: Практические работы и экспериментальные мини-проекты: измерение параметров человека. 9-11 кл. – М.: Чистые пруды, 2009. – выпуск 26. – 29 с.
268. Постников, П. Г. Дидактика истории: на пути к профессиональному мастерству / П. Г. Постников. – Нижний Тагил : Нижнетагил. гос. пед. ин-т, 2003. – 151 с.
269. Потапова, М. В. Пропедевтика в непрерывном физическом образовании в школе и педвузе: автореф. дис. ... докт .пед. наук: Потапова Марина Владимировна. – Челябинск, 2008. – 39с.
270. Практикум по физике в средней школе: Дидакт. материал: Пособие для учителя/ Л.И. Анциферов, В.А. Буров, Ю.И. Дик и др. – 3- изд., перераб. – М.: Просвещение, 1987. – 191 с.
271. Практикум по физике для профильной школы: Учебно-методическое пособие / И.В. Гребенев, О.В. Лебедева, С.В. Полушкина, В.Н Портнов. – Н. Новгород: Изд-во ННГУ, 2014. – 93с.
272. Примерная основная образовательная программа образовательного учреждения Основная школа / [сост. Е. С. Савинов]. – М. : Просвещение, 2011. – 342 с.

273. Программы элективных курсов. Физика. 9-11 классы. Профильное обучение / Сост. В.А. Коровин. – 4-е изд. стереотип. – М.: Дрофа, 2008. – 127 с.
274. Проказова, О. Н. Организация исследовательской деятельности учащихся в школе: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01 / Проказова Ольга Геннадьевна. – Астрахань, 2010. – 23 с.
275. Просвирнина, И. В. Развитие профессиональной компетентности учителя общеобразовательной школы: автореф. дис. ...канд. пед наук: 13.00.01 / Просвирнина Ирина Владимировна. – Нижний Новгород, 2005. – 22 с.
276. Профессиональный стандарт «Педагог (педагогическая деятельность в дошкольном, начальном общем, основном общем, среднем общем образовании) (воспитатель, учитель)» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosmintrud.ru/docs/mintrud/orders/129> (дата обращения: 03.01.2019).
277. Прояненкова, Л. А. Методическая подготовка будущего учителя к организации личностно-ориентированного учебно-воспитательного процесса по физике: дис. ... докт. пед. наук: 13.00.02 / Прояненкова Лидия Алексеевна. – М., 2010. – 358 с.
278. Прояненкова, Л. А. Уроки физики в 7 классе: методические рекомендации к учебнику физики С. В. Громова и Н. А. Родиной / Л. А. Прояненкова, Г. П. Стефанова, И. А. Крутова. – М: Экзамен, 2005. – 233 с.
279. Психологический словарь / Под общ. ред. А. В. Петровского, М. Г. Ярошевского. – 2-е изд., испр. И доп. – М.: Политиздат, 1990. – 494 с.
280. Пышкало, А. М. Методическая система обучения геометрии в начальной школе: Авторский доклад по монографии «Методика обучения элементам геометрии в начальных классах», представленной на

- соискание ... д-ра пед. наук / А. М. Пышкало. – М.: Академия пед. наук СССР, 1975. – 60 с.
281. Пурышева, Н.С. Методические основы дифференциации обучения физике в средней школе: дис. ... докт. пед. наук: 13.00.02 / Пурышева Наталия Сергеевна. – М., 1995. – 518 с.
282. Пурышева, Н. С. Физика. 7 кл.: Тематическое и поурочное планирование / Н. С. Пурышева, Н. Е. Важеевская. – М.: Дрофа, 2002. – 96 с.
283. Пурышева, Н. С. Физика. 7 кл.: Учеб. для общеобразоват. учеб. заведений / Н. С. Пурышева, Н. Е. Важеевская. – М.: Дрофа, 2002. – 208 с.
284. Пурышева, Н. С. Физика. 7 кл. : рабочая тетрадь к учебнику Н.С. Пурышевой, Н.Е. Важеевской «Физика. 7 класс» / Н. С. Пурышева, Н. Е. Важеевская. – 6-е изд., доп. – М.: Дрофа, 2014. – 192 с.
285. Пурышева, Н. С. Физика. 8 кл.: Учеб. для общеобразоват. учеб. заведений / Н. С. Пурышева, Н. Е. Важеевская. – М.: Дрофа, 2017. – 288 с.
286. Пурышева, Н. С. Фундаментальные эксперименты в физической науке. Элективный курс: Учебное пособие / Н. С. Пурышева, Н. В. Шаронова, Д. А. Исаев. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. – 159 с.
287. Разработка и внедрение теории исследовательского обучения естественнонаучным предметам в школе: отчет о НИР (заключ.) / Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, рук. Гребенев И. В.; исп. Лебедева О. В. – Н. Новгород, 2016. – 69 с. – инв. № АААА-Б17-217022240159-1.
288. Разработка современной модели школьного физического образования: отчет о НИР (промеж.) / Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, рук. Гребенев И. В.; исп. Лебедева О. В. – Н. Новгород, 2017. – 57 с. – инв. № АААА-А17-117031310081-6.
289. Разработка модели школьного физического образования: отчет о НИР (промеж.) / Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, рук. Гребенев И. В.; исп. Лебедева О. В. – Н. Новгород, 2018. – 67 с. – инв. № АААА-Б19-219030790094-8.

290. Разумовская, И. В. Нанотехнология. 11 класс: учебное пособие / И. В. Разумовская. – М.: Дрофа, 2009. – 222 с.
291. 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.
292. Разумовский, В. Г. Проблема развития творческих способностей учащихся в процессе обучения физике: дис. докт. пед. наук / Разумовский Василий Григорьевич. – М., 1972. – 507 с.
293. Разумовский, В. Г. ФГОС и изучение физики в школе: монография / В. Г. Разумовский, В. В. Майер, Е. И. Вараксина. – М., СПб., :Нестор-история, 2014. – 208 с.
294. Разумовский, В. Г. Физика: Учеб. Для уч-ся 7 класса общеобразоват. Учреждений / Под ред. В. Г. Разумовского, В. А. Орлова. – М.: ВЛАДОС, 2004. – 208 с.
295. Разумовский, В. Г. Физика: Учеб. Для уч-ся 8 класса общеобразоват. учреждений / Под ред. В. Г. Разумовского, В. А. Орлова. – М.: ВЛАДОС, 2003. – 320 с.
296. Райков, Б. Е. Исследовательский метод в педагогической работе / Б. Е. Райков, В. Ю. Ульянинский, К. П. Ягодковский. – 2-е изд. – Ленинград : Гос. изд-во, 1924. – 66с.
297. Ромашкина, Н. В. Курс «Естествознание» в 5 - 6 классах в системе школьного физического образования: содержание и технологии обучения: дис. ... канд. пед. наук / Ромашкина Наталья Валерьевна. – М., 2001. – 234 с.
298. Рубинштейн, М. М. Исследовательский метод в преподавании / М. М. Рубинштейн // Мир. – 1926. – № 5. – С. 35-41.
299. Рубинштейн, С. Л. Основы общей психологии / С. Л. Рубинштейн. – СПб: Издательство «Питер», 2000. – 712 с.
300. Румбешта, Е. А. Моделирование системы физического эксперимента как средство подготовки учащихся по физике в основной школе: автореф.

- дис. ... докт. пед. наук: 13.00.02 / Румбешта Елена Анатольевна. – М., 2005. – 44 с.
301. Савенков, А. И. Психологические основы исследовательского подхода к обучению: Учеб. пособие / А. И. Савенков. – М.: «Ось-89», 2006. – 480 с.
302. Савенков, А. И. Детское исследование как метод обучения старших дошкольников / А. И. Савенков. – М.: Педагогический университет «Первое сентября», 2007. – 92 с.
303. Савенков, А. И. Диагностика способностей школьников к исследованию и проектированию как педагогическая задача / А. И. Савенков // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия: Педагогика и психология. – 2015. – № 3 (33). – С. 76-82.
304. Сауров, Ю. А. Принцип цикличности в методике преподавания физике: Историко-методологический анализ: Монография / Ю. А. Сауров. – Киров: Изд-во КИПКиПРО, 2008. – 224 с.
305. Сауров, Ю. А. Модели и моделирование в методике обучения физике: логико-методологические поиски: монография / Ю. А. Сауров. – Киров: ООО «Издательство «Радуга-ПРЕСС», 2016. – 216 с.
306. Сборник задач по физике, 8 класс / Сост. Лебедева О.В. – Дидактические материалы по изучению физики в 8 классе общеобразовательной школы и школы с повышенным уровнем содержания образования. – Н.Новгород: Издательство НЦНО, 2003. – 138 с.
307. Семенов, А. А. Самостоятельные исследования учащихся по физике как средство индивидуализации обучения в основной школе: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Семенов Андрей Андреевич – М., 2003. – 17 с.
308. 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.
309. Середенко, П. В. Формирование готовности будущих педагогов к обучению учащихся исследовательским умениям и навыкам: дис. ... докт. пед. наук: 13.00.08 / Середенко Павел Васильевич. – М., 2008. – 440 с.

- 310.Сериков, В. В. Образование и личность: Теория и практика проектирования образовательных систем / В. В. Сериков. – М.: Логос, 1999. – 270 с.
- 311.Сидоренко, Е. В. Методы математической обработки в психологии / Е. В. Сидоренко. – СПб.: Речь, 2010. – 350с.
- 312.Синявина, А. А. Проблема теоретических обобщений (понятий, законов, идей физической картины мира) в курсе физики основных общеобразовательных учреждений: автореф. дис. ... докт. пед. наук: 13.00.02 / Синявина Анна Афанасьевна. – М., 2005. – 40 с.
- 313.Скаткин, М. Н. Содержание общего среднего образования: Проблемы и перспективы / М. Н. Скаткин, В. В. Краевский. – М.: Знание, 1981. – 96 с.
- 314.Сластенин, В. А. Педагогика: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / В. А. Сластенин, И. Ф. Исаев, Е. Н. Шиянов; Под ред. В. А. Сластенина. – М.: Издательский центр «Академия, 2002. – 576 с.
- 315.Слепцов, А. И. Обучение учащихся исследовательской деятельности по физике: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Слепцов Афанасий Иванович. – М., 2010. – 28 с.
- 316.Соколов, В. М. Проектирование и диагностика качества подготовки преподавателей: Монография / В. М. Соколов, Л. Н. Захарова, В. В. Соколова, И. В. Гребенев. – М., 1993. – 160с.
- 317.Сорокин, А. В. Физика: наблюдение, эксперимент, моделирование. Элективный курс: Учебное пособие / А. В. Сорокин, Н. Г. Торгашина, Е. А. Ходос, А. С. Чиганов. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 199 с.
- 318.Ставринова, Н. Н. Система формирования готовности будущих педагогов к исследовательской деятельности: дис. ... докт. пед. наук: 13.00.08 / Ставринова Наталья Николевна. – Сургут, 2006. – 356 с.
- 319.Старовиков, М. И. Формирование учебной исследовательской деятельности школьников в условиях информатизации процесса

- обучения (на материале курса физики): дис. ... докт. пед. наук: 13.00.02 / Старовиков Михаил Иванович. – Бийск, 2007. – 398 с.
320. Степаненко, П. Ю. Организационно-педагогические условия реализации стратегии исследовательского обучения одаренных старшеклассников: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01 / Степаненко Павел Юрьевич. – Сургут, 2003. – 27 с.
321. Степанова, О.Ю. Формирование исследовательских умений учащихся на уроках физики / О.Ю. Степанова // Физика в школе. – 2011. - № 5. – С. 22-24.
322. Стефанова, Г. П. Теоретические основы и методика реализации принципа практической направленности подготовки учащихся при обучении физике: дис. ... докт. пед. наук: 13.00.02 / Стефанова Галина Павловна. – Астрахань, 2002. – 368 с.
323. Структура и свойства твердых тел. Сборник научных трудов членов НОУ и учащихся физико-математической школы при физическом факультете ННГУ. Вып. 14 /Под ред. М. А. Фаддеева. – Нижний Новгород: Изд-во ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2017. – 118с.
324. Сычкова, Н. В. Формирование у будущих учителей умений исследовательской деятельности в условиях классического университета: автореферат дис. ... докт. пед. наук: 13.00.08 / Сычкова Наталья Владимировна. – Магнитогорск, 2002. – 43 с.
325. Тамм, И. Е. Основы теории электричества Учеб. пособие для вузов/ И. Е. Тамм. – 10-е изд., испр. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1989. – 504 с.
326. Талызина, Н. Ф. Усвоение научных понятий в школе: Учебное пособие / Н.Ф. Талызина, Г. А. Буткин, И. А. Володарская. – М.: Полиграф-Сервис, – 1999. – 112 с.
327. Талызина, Н. Ф. Формирование познавательной деятельности учащихся / Н. Ф. Талызина. – М.: Знание, 1983. – 95 с.

328. Тарчевский, А. Е. Успешный практикум по физике / А. Е. Тарчевский// Учебный физический эксперимент: Актуальные проблемы, современные решения: Программа и материалы 19 Всероссийской научно-практ. конференции. – Глазов: ГГПИ, 2014. – С. 12-14.
329. Толстенева, А. А. Методическая система обучения физике студентов вузов на основе учета их когнитивных стилей: дис. ... докт. пед. наук: 13.00.02 / Толстенева Александра Александровна. – Н. Новгород, 2008. – 387 с.
330. Тонкович, И. Н. Компетентностный подход в высшем образовании: содержательно-логический анализ / И. Н. Тонкович // Инновационные образовательные технологии. – 2011. – №3(27) – С. 33-38.
331. Тищенко, Л. В. Уроки-практикумы по физике в профильной школе. Деятельностный подход / Л. В. Тищенко // Сборник трудов докладов Всероссийского съезда учителей физики. – М., МГУ, 2011. – С.57-59.
332. Тульчинский, М. Е. Качественные задачи по физике в 6-8 классах. Пособие для учителей / М. Е. Тульчинский. – М, 1976 – 124с.
333. Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 года № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kremlin.ru/acts/bank/43027> (Дата обращения 07.08.2018).
334. Усова, А. В. Формирование учебных умений и навыков учащихся на уроках физики / А. В. Усова, А. А. Бобров. – М.: Просвещение, 1988. – 112 с.
335. Ушаков, А. А. Развитие исследовательской компетентности учащихся общеобразовательной школы в условиях профильного обучения: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01 / Ушаков Алексей Антонинович. – Майкоп, 2008. – 28с.
336. Фаддеев, М. А. Механика материальной точки: учебное пособие по решению задач / М. А. Фаддеев, О. В. Лебедева. Изд. 3-е, доп. – Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского госуниверситета, 2017. – 236 с.

337. Фаддеев, М. А. Молекулярная физика: учебное пособие по решению задач / М. А. Фаддеев, О. В. Лебедева. – Изд 2-е, доп. – Н. Новгород: Изд-во Нижегородского госуниверситета, 2017. – 251 с.
338. Фаддеев, М. А. Электричество и магнетизм: учебное пособие по решению задач / М. А. Фаддеев, О. В. Лебедева. Изд. 2-е, доп. – Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского госуниверситета, 2014. – 348 с.
339. Фаддеев, М. А. Элементарная обработка результатов эксперимента: учебное пособие / М. А. Фаддеев. Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского госуниверситета, 2004. – 120 с.
340. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению 44.03.01 «Педагогическое образование (уровень бакалавриата)» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/news/8/1583> (дата обращения 03.01.2019).
341. Федеральный государственный образовательный стандарт по направлению 44.04.01 «Педагогическое образование (уровень магистратуры)» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/news/3/553> (дата обращения 03.01.2019).
342. Федеральные государственные стандарты основного общего образования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.edu.gov.ru/document/8f549a94f631319a9f7f5532748d09fa/> (дата обращения: 30.08.2019).
343. Федеральные государственные стандарты среднего (полного) общего образования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.edu.gov.ru/document/bf0ceabdc94110049a583890956abbfa/> (дата обращения: 30.08.2019).
344. Фещенко, Т. С. Методическая система подготовки учителя физики в рамках постдипломного образования выпускников технических вузов: дис. ... докт. пед. наук: 13.00.02 / Фещенко Татьяна Сергеевна. – М., 2014. – 629 с.

345. Физический практикум для классов с углубленным изучением физики.
/ Под ред. Ю.И. Дика, О.Ф. Кабардина. – М.: Просвещение, 1993. – 203 с.
346. Физический эксперимент в учебном процессе: учебное пособие / И. В. Гребенев, О. В. Ледева. – Под. Ред. И. В. Гребенева. – Н. Новгород: Изд-во НЦНО, 2009. – 81 с.
347. Филипова, И. Я. Методика применения цифровой лаборатории «Архимед» в преподавании физики в школе: Методическое пособие / И. Я. Филипова. – Изд. 3-е, доп. и перераб. – СПб.: РЦОКОиИТ, 2008. – 65 с.
348. Философский энциклопедический словарь / Гл. редакция: Л. Ф. Ильичёв, П. Н. Федосеев, С. М. Ковалёв, В. Г. Панов. – М.: Сов. Энциклопедия, 1983. – 840 с.
349. Хананова, Т. А. Формирование общеучебных умений учащихся основной школы на основе интерактивных компьютерных заданий по физике: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Хананова Татьяна Андреевна. – М., 2010. – 27 с.
350. Харитонов О. А. Формирование исследовательских умений на уроке физики / О. А. Харитонов, О. В. Лебедева // Физика в школе. – 2012. – №2. – С.22-26.
351. Хинич, И. И. Научно-методическое обеспечение целостного исследовательского обучения физике в подготовке педагогических кадров: автореф. дис. ...докт. пед. наук: 13.00.02/ Хинич Иосиф Исаакович. – СПб, 2010. – 36 с.
352. Хуторской, А. В. Методика личностно-ориентированного обучения. Как обучать всех по-разному?: пособие для учителя / А. В. Хуторской. – М.: Владос, 2005.
353. Хуторской, А. В. Системно-деятельностный подход в обучении : Научно-методическое пособие / А. В. Хуторской. – М.: Издательство «Эйдос»; Издательство Института образования человека, 2012. – 63 с.

354. Хуторской, А. В. Модель системно-деятельностного обучения и самореализации учащихся [Электронный ресурс] // А.В.Хуторской. Персональный сайт. Режим доступа: <http://khutorskoy.ru/be/2012/0329/index.htm>
355. Цифровая лаборатория по физике. Методическое пособие. – М.:ИНТ, 2008. – 375 с.
356. Чудов, В. Л. Система интеграции лица, вуза и производства в интересах устойчивого развития качества образовательной подготовки: автореф. дис. ... докт. пед. наук: 13.00.01 / Чудов Владимир Львович. – М., 2005. – 50 с.
357. Шамало, Т. Н. Теоретические основы использования физического эксперимента в развивающем обучении / Т. Н. Шамало. – Свердловск, 1990. – 97 с.
358. Шамало, Т. Н. Учебный эксперимент в процессе формирования физических понятий: кн. для учителя / Т. Н. Шамало. – М.: Просвещение, 1986. – 96 с.
359. Шамова, Т. И. Урок в современной школе и его педагогический анализ / Т. И. Шамова. – М.: МГПИ, 1987. – 84 с.
360. Шаповалов, А. А. Конструктивно-проектировочная деятельность в структуре профессиональной подготовки учителя физики: дис. ... докт. пед. наук: 13.00.02 / Шаповалов Анатолий Андреевич. – Барнаул, 2000. – 482 с.
361. Шахмаев, Н. М. Дифференцированное обучение в средней общеобразовательной школе: Дидактика средней школы / Под ред. М. А. Данилова и Н. М. Скаткина. – М.: Просвещение, 1975. – 303 с.
362. Шахмаев, Н. М., Физический эксперимент в средней школе. Колебания и волны. Квантовая физика / Н. М. Шахмаев, Н. И. Павлов, В. И. Тыщук. – М.: Просвещение, 1991. – 158 с.
363. Шацкий, С. Т. Избранные педагогические сочинения в 2-х томах С. Т. Шацкий. – М.: Педагогика, 1980. – Т. 1. – 304 с.

364. Шацкий, С. Т. Избранные педагогические сочинения в 2-х томах / С. Т. Шацкий. – М.: Педагогика, 1980. – Т. 2. – 416 с.
365. Шиголев, В. А. Исследовательский метод в работе учащихся / В. А. Шиголев. – М., 1926. 15.
366. Шилов, В. Ф. Домашние экспериментальные задания по физике. 7-9 классы / В. Ф. Шилов. – М.: Школьная пресса, 2003. – 64 с.
367. Шевякова, К. В. Методика обучения физике в старших классах средней школы с учетом уровневой дифференциации: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Шевякова Кира Владимировна. – Москва, 1997. – 244 с.
368. Штофф, В. А. Проблемы методологии научного познания / В. А. Штофф. – М.: Высшая школа, 1978. – 269 с.
369. Шулежко, Е. М. Раннее изучение физики / Е. М. Шулежко // Физика в школе. – 2009. – №2. – С. 15-16.
370. Шулежко, Е. М. Физика – 5. Учебник - рабочая тетрадь для учащихся 5 класса под ред. Дика Ю.И. / Е. М. Шулежко, Г. Г. Никифоров. – СПб.: Специальная литература. 1998. – 83 с.
371. Шулежко, Е. М. Физика – 6. Учебник - рабочая тетрадь для учащихся 6 класса под ред. Дика Ю.И. / Е. М. Шулежко, Г. Г. Никифоров. – СПб.: Специальная литература. 1998. – 85 с.
372. Шутов, В. И. Эксперимент в физике. Физический практикум/В. И. Шилов, В. Г. Сухов, Д. В. Подлесный. – М.: Физматлит, 2005. – 184 с.
373. Чередов, И. М. Система форм организации обучения в советской общеобразовательной школе / И. М. Чередов. – М.: Педагогика, 1987. – 150 с.
374. Чернецкая, Т. И. Учебно-исследовательская деятельность учащихся в контексте анализа современного стиля управления и организаторской деятельности учителя / Т. И. Чернецкая // Образование. Наука. Инновации. – 2013. – №6 (32). – С. 196-202.

375. Эльконин, Д. Б. Детская психология: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Д. Б. Эльконин; ред.-сост. Б. Д. Эльконин. – 4-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 384 с.
376. Юлпатова, Е. А. Формирование исследовательских умений старшеклассников в системе профильного обучения: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01 / Юлпатова Елена Анатольевна. – Волгоград, 2007. – 23 с.
377. Якиманская, И. С. Личностно-ориентированное обучение в современной школе / И. С. Якиманская. – М.: Сентябрь, 1996. – 96 с.
378. Яковлева И. А. Организация и критерии оценки проектной и учебно-исследовательской деятельности / И. А. Яковлева, Е. А. Истомина // Образование: ресурсы и развитие. Вестник ЛОИРО. – 2016. – № 4. – С. 75-80.
379. Avalos B. Teacher professional development in Teaching and Teacher Education over ten years // Teaching and Teacher Education. – Volume 27, Issue 1. – 2011. – PP. 10–20. DOI: 10.1016/j.tate.2010.08.007
380. Banchi, H. The Many Levels of Inquiry / H. Banchi, R. Bell // Science and Children. – 2008. - 46(2). – PP. 26-29.
381. Cockman J. A quick guide to inquiry-based physics laboratory reform. Dissertation for the degree of doctor of education. Appalachian State University. 2010.
382. Cochran-Smith, M. Studying Teacher Education: What We Know and Need to Know // Journal of Teacher Education. – 2005. – PP. 301-306. Режим доступа: <https://www.questia.com/library/journal/1G1-135842426>
383. Darling-Hammond L. Teacher Learning. That Supports Student Learning: What Teachers Need to Know // Educational Leadership. – 1998. Vol. 55. –№ 5. Режим доступа: <http://www.ascd.org/publications/educational-leadership/feb98/vol55/num05/Teacher-Learning-That-Supports-Student-Learning.aspx>

384. 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.
385. Grebenev, I. V. A demonstration experiment for studying the properties of saturated vapour / I. V. Grebenev, O. V. Lebedeva, S. V. Polushkina // *Phys. Educ.* 52, vol. 6 (2017)) – 6 pp.
386. Grebenev, I. V. Vapor Cartesian diver / I. V. Grebenev, O. V. Lebedeva, S. V. Polushkina // *Phys. Educ.* 53 (2018) – 6 pp.
387. Hill H. C. Effects of teachers' mathematical knowledge for teaching on student achievement / H. C. Hill, B. Rowan, D. Ball // *American Educational Research Journal.* – 2005. – Vol. 42, No.2. – pp. 371–406.
388. Inquiry and the National Science Education Standards. A Guide for Teaching and Learning. – National Academy Press. – Washington. – 2000.
389. Kind V. Pedagogical content knowledge in science education: perspectives and potential for progress // *Studies in Science Education.* – 2009. Vol. 45, Issue 2. – pp. 169-204.
390. Kansanen P. Didactics and its relations to educational psychology: problems in translating a key concept across research communities// *International Review of Education.* – 2002. – №48 (6). – p.427-441. Режим доступа: http://elibrary.ru/download/elibrary_1298348_96286294.pdf
391. Kirschner, P. A. Why minimal guidance during instruction does not work: an analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching / P. A. Kirschner, J. Sweller, R. E. Clark // *Educational Psychologist.* – 2006. – № 41 (2). – pp. 75–86. [doi:10.1207/s15326985ep4102_1](https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_1).
392. Kolb D. *Experiential Learning.* Englewood Cliffs (N. J.), 1984.
393. Learning and Teaching Resources Branch. Focus on inquiry: a teacher's guide to implementing inquiry-based learning [Электронный ресурс]. –

- Edmonton, Alberta, Canada. – 2004. Режим доступа: http://www.learning.gov.ab.ca/k_12/curriculum/bySubject/focusoninquiry.pdf
394. Lebedeva, O. V. Professional Training for Teachers for Implementing Inquiry-Based Learning in Russian Schools // O. V. Lebedeva, I. V. Grebenev, N. M. Lebedeva // *Advances in Education Sciences. 2015 2nd International Conference on Creative Education (ICCE 2015)*. – London, UK, 2015. – С. 65-70.
395. Nilsson P. Teaching for Understanding: The complex nature of pedagogical content knowledge in preservice education // *International Journal of Science Education*. – 2008. – Volume 30, Issue 10. – pp. 1301-1320. Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.1080/09500690802186993>
396. Peltekova, E. V. Inquiry-based learning “outside” the classroom with virtual reality devices / E. V. Peltekova, E. P. Stefanova // *Современные информационные технологии и ИТ-образование*. – 2016. – Т. 12. – № 3-2. – С. 112-116.
397. Rutherford F. J. The role of inquiry in sciences teaching // *J. of Research in Science Teaching*. – 1964. Vol. 2. – № 3. – P. 80-84.
398. Sadaghiani H.R. Physics By Inquiry: Addressing Student Learning and Attitude // *Physics Education Research Conference. Part of the PER Conference series* Edmonton, Canada. – 2008. – Volume 1064. – P. 191-194. DOI: 10.1063/1.3021251
399. Sadler P.M. The Influence of Teachers’ Knowledge on Student Learning in Middle School Physical Science Classrooms / P. M. Sadler, G. Sonnert, H. P. Coyle, N. Cook-Smith, J. L. Miller // *American Educational Research Journal*. – 2013. – Vol. 50: № 5. – pp. 1020-1049.
400. Suchman J. R. Developing inquiry: Inquiry development program in physical science. – Chicago, 1966.
401. Shulman L. Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*. – 1986. Vol. 15(2). – pp. 4–14.

402. Taba H. The dynamics of education: A methodology of progressive educational thought / With an introd. by W. H. Kilpatrick. N. V. – 1932.
403. Taba H., Brady E. H., Robinson J. T. Intergroup education in public schools. Wash. (D. C.). 1952.
404. Voet M. History teachers' conceptions of inquiry-based learning, beliefs about the nature of history, and their relation to the classroom context / M. Voet, B. De Wever // Teaching and Teacher Education. – 2016. – T. 55. – pp. 57-67. DOI: 10.1016./j.tate.2015.12/008
405. Weaver M.G. Developing students' critical thinking, problem solving, and analysis skills in an inquiry-based synthetic organic laboratory course / M. G. Weaver, A. V. Samoshin, R. B. Lewis, M.J. Gainer // Journal of Chemical Education. – 2016. – T. 93. № 5. – pp. 847-851. DOI: 10.1021/acs.jchemed.5b00678
406. Wenning C.J. Levels of inquiry: Using inquiry spectrum learning sequences to teach science //J. Phys. Tchr. Educ. Online, 5(3). – 2010. Department of Physics, Illinois State University, Normal, Illinois, USA.
407. Wenning C.J. Experimental inquiry in introductory physics courses [Электронный ресурс] //Phys. Tchr. Educ. Online, 6(2). – 2011. Illinois State University Physics Dept. Режим доступа: [http://www2.phy.ilstu.edu/~wenning/jpteo/issues/jpteo6\(2\)sum11a.pdf](http://www2.phy.ilstu.edu/~wenning/jpteo/issues/jpteo6(2)sum11a.pdf)
408. Zierer K. General Didactics and Instructional Design: eyes like twins. A transatlantic dialogue about similarities and differences, about the past and the future of two sciences of learning and teaching / K. Zierer, M. S. Norbert // SpringerPlus. – 2012. – 1 : 15. DOI: 10,1186 / 2193-1801-1-15.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Анкета для учителей физики «Организация учебно-исследовательской деятельности учащихся в учебном процессе»

1. Как Вы понимаете понятие «учебно-исследовательская деятельность учащихся»?
Дайте определение.

2. На Ваш взгляд, какое значение имеет учебно-исследовательской деятельности учащихся в учебном процессе?

3. Вы организуете учебно-исследовательскую деятельность учащихся....

		5-9 класс			10-11 класс		
		Не организую	Редко	Периодически	Не организую	редко	Периодически
1.	На уроке						
2.	В домашней работе						
3.	На внеклассных занятиях: факультатив, кружок ..						
4.	Индивидуальные исследования (НОУ)						

4. Если исследовательская деятельность организована на уроке, какие формы обучения Вы используете:

		систематически	редко	не использую
1.	Индивидуальная			
2.	Фронтальная,			
3.	Групповая			
	в т.ч. в парах			
4.	Чередование фронтальной и групповой работы			

5. В какой форме Вы проводите лабораторные работы?

	Не использую	Очень редко	Достаточно часто	Системати- чески
Учащиеся выполняют работу по описанию в учебнике				
Учащиеся выполняют работу по Вашей инструкции, все получают одинаковое задание				
Вы планируете эксперимент в процессе эвристической беседы вместе с учащимися				
Работа выполняется фронтально				
Работа выполняется в группах, задание для всех одинаково				
Работа выполняется в группах, задания дифференцированные				

6. В чем для Вас состоит сложность включения исследовательской деятельности в процесс обучения?

7. Оцените, достаточно ли в настоящее время разработано методического обеспечения для проектирования и организации исследовательской деятельности в учебном процессе школы (вычеркните ненужное): да / нет.

Если нет, что необходимо доработать (отметьте в правой колонке или впишите свои предложения)?

Методические рекомендации для учителя, содержащие алгоритмы проектирования уроков	
Дидактические материалы, содержащие задания для организации исследовательской деятельности	
Программы факультативов, кружков, спецкурсов по формированию навыков исследовательской деятельности	
Сборники выполненных исследовательских работ	
Диагностические материалы	

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Учебный план по программе магистратуры

Направление подготовки 03.04.02 Физика

Направленность (профиль) магистерской программы: «Методика преподавания физики»

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

УТВЕРЖДАЮ

План одобрен аттестационной комиссией
факультета
Протокол № 10 от 30.05.2018

УЧЕБНЫЙ ПЛАН

Проректор по УР _____ Марков К.А.
" __ " _____ 20 __ г.

по программе магистратуры

03.04.02

Направление подготовки 03.04.02 Физика

Направленность (профиль) магистерской программы: Методика преподавания физики

Факультет: Физический

Квалификация: магистр		
Программа подготовки: академическая магистратура		
Форма обучения: Очная		
Срок обучения: 2г		

	Основной	Виды деятельности
+	-	научно-исследовательская
+	+	педагогическая

Год начала подготовки (по учебному плану) 2018

Учебный год 2018-2019

Образовательный стандарт № 913 от 28.08.2015

СОГЛАСОВАНО

Декан _____ / Малышев А.И./

-	-	-	Форма контроля		ЗЕТ		Итого акад. часов						Курс 1		Курс 2		
			Зачет	Зачет с оц.	Экспертное	Факт	Экспертное	По плану	Контакт часы	Ауд.	СР	Контроль	Сем. 1	Сем. 2	Сем. 3	Сем. 4	
Считать в плане	Индекс	Наименование	Экспертное	Зачет	Зачет с оц.	Экспертное	Факт	Экспертное	По плану	Контакт часы	Ауд.	СР	Контроль	ЗЕТ	ЗЕТ	ЗЕТ	ЗЕТ

Блок 1. Дисциплины (модули)

Базовая часть

+	Ф1.В.01	Философия: вопросы естествознания		1		4	4	144	144	33	32	111		4			
+	Ф1.В.02	Специальный физический практикум		2		5	5	180	180	65	64	115			5		
+	Ф1.В.03	Современные проблемы физики		3		3	3	108	108	33	32	75				3	
+	Ф1.В.04	История и методология физики		1		2	2	72	72	33	32	39		2			
+	Ф1.В.05	Английский язык		2	3	5	5	180	180	82	80	98			2	3	
						19	19	684	684	246	240	438		6	7	6	

Вариативная часть

+	Ф1.В.01	Методика преподавания физики	1	1		5	5	180	180	83	80	61	36	5			
+	Ф1.В.02	Школьный физический эксперимент		1		3	3	108	108	33	32	75		3			
+	Ф1.В.03	Решение физических задач	1			4	4	144	144	50	48	58	36	4			
+	Ф1.В.04	Астрономия	1			4	4	144	144	50	48	58	36	4			
+	Ф1.В.05	Основы космонавтики		3		2	2	72	72	33	32	39				2	
+	Ф1.В.06	Пропедевтические курсы в базовой школе	3			4	4	144	144	34	32	74	36			4	
+	Ф1.В.ДВ.01	Дисциплины по выбору Ф1.В.ДВ.1	3			4	4	144	144	34	32	65	45			4	
+	Ф1.В.ДВ.01.01	ИКТ в преподавании физики	3			4	4	144	144	34	32	65	45			4	
-	Ф1.В.ДВ.01.02	Суперкомпьютерные технологии	3			4	4	144	144	34	32	65	45			4	
+	Ф1.В.ДВ.02	Дисциплины по выбору Ф1.В.ДВ.2		3		3	3	108	108	33	32	75				3	
+	Ф1.В.ДВ.02.01	Методики педагогических исследований		3		3	3	108	108	33	32	75				3	
-	Ф1.В.ДВ.02.02	Методы вычислений в нанотехнике		3		3	3	108	108	33	32	75				3	
+	Ф1.В.ДВ.03	Дисциплины по выбору Ф1.В.ДВ.3	2			4	4	144	144	34	32	65	45		4		
+	Ф1.В.ДВ.03.01	Организация исследовательской деятельности учащихся	2			4	4	144	144	34	32	65	45		4		
-	Ф1.В.ДВ.03.02	Методы диагностики и анализа микро- и наносистем	2			4	4	144	144	34	32	65	45		4		
+	Ф1.В.ДВ.04	Дисциплины по выбору Ф1.В.ДВ.4	2			4	4	144	144	34	32	65	45		4		
+	Ф1.В.ДВ.04.01	Методика преподавания информатики	2			4	4	144	144	34	32	65	45		4		
-	Ф1.В.ДВ.04.02	Программная среда Lab View в научных исследованиях	2			4	4	144	144	34	32	65	45		4		
						37	37	1332	1332	418	400	635	279	16	8	13	
						56	56	2016	2016	664	640	1073	279	22	15	19	

Блок 2. Практики, в том числе научно-исследовательская работа (НИР)

Вариативная часть

+	Ф2.В.01(П)	Научно-исследовательская работа			23	25	25	900	900	64		836			14	11	
+	Ф2.В.02(П)	Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности			1	9	9	324	324	34	2	290		9			
+	Ф2.В.03(П)	Педагогическая практика			4	3	3	108	108	64		44					3
+	Ф2.В.04(П)	Преддипломная практика			4	19	19	684	684	26		658					19
						56	56	2016	2016	188	2	1828		9	14	11	22
						56	56	2016	2016	188	2	1828		9	14	11	22

Блок 3. Государственная итоговая аттестация

Б3.Б.1.Базовая часть. Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

+	Б3.Б.1.01	Физика конденсированного состояния веществ	4			3	3	108	108	12	10	96					3
---	-----------	--	---	--	--	---	---	-----	-----	----	----	----	--	--	--	--	---

Аннотации рабочих программ дисциплин (модулей)

Организация исследовательской деятельности учащихся

(наименование дисциплины (модуля))

Цель освоения дисциплины (модуля).

Содержание дисциплины направлено на знание теоретических основ организации исследовательской деятельности учащихся, умение проектировать, организовывать и сопровождать исследовательскую деятельность учащихся при обучении физике.

Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.

Дисциплина «Организация исследовательской деятельности учащихся» относится к дисциплинам по выбору вариативной части основной образовательной программы по направлению 03.04.02 - физика. Для усвоения данного курса необходимо изучить некоторые модули (дисциплины) в рамках образовательной программы магистра по направлению «Физика»: «Методика преподавания физики», «Педагогика».

Требования к результатам освоения дисциплины (модуля) (компетенции).

Код формируемой компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
ПК 6	1.1.1 знать: 1.1.2 - сущность исследовательской деятельности и научного творчества 1.1.3 - методы и формы организации педагогических исследований в сфере образования 1.1.4 - стратегии, тактики, методы и формы организации информационного поиска, педагогического эксперимента, психолого-педагогической диагностики 1.1.5 - проблематику современных психолого-педагогических исследований 1.1.6 - понятие «технология», отличие педагогической технологии от методики преподавания и воспитания, - классификации педагогических технологий, - основные требования, предъявляемые к педагогическим технологиям, - сущность и цели использования общепедагогических, частнометодических (предметных) и локальных (модульных) технологий 1.1.7 уметь: - определять цели и задачи технологии; выбирать технологию в зависимости от целей и задач, решаемых в педагогическом процессе и уровня обученности, воспитанности личности; - анализировать

	различные педагогические технологии; - формулировать концепцию педагогического исследования, этапы проведения исследования 1.1.8 - организовать информационный поиск, самостоятельный отбор и качественную обработку научной информации и эмпирических данных; 1.1.9 - организовывать опытно-поисковую исследовательскую работу в образовательных учреждениях 1.1.10 - диагностировать состояние и потенциал системы ОУ и ее макро- и микроокружения путем использования комплекса методов стратегического и оперативного анализа Владеть: основами современных психолого-педагогических теорий, позволяющих проектировать и успешно реализовывать учебно-исследовательскую деятельность; - современной психолого-педагогической терминологией.
ПК 7	1.1.11 знать: 1.1.12 основные направления государственной политики в области высшего профессионального образования (переход на двухуровневую систему высшего профессионального образования; введение ФГОС 3-его поколения; обоснованность использования активных методов в процессе обучения); 1.1.13 - базовые составляющие современной психолого-педагогической теории; 1.1.14 - современные подходы к организации занятий с использованием активных методов обучения (современных педагогических технологий); 1.1.15 - о возможностях и целесообразности использования мультимедийных средств в образовательном процессе. 1.1.16 уметь: 1.1.17 анализировать содержание обучения с целью выделить содержание, на котором возможна организация исследовательской деятельности; 1.1.18 планировать включение исследовательской деятельности и освоение исследовательских умений в рамках взаимосвязанных уроков; 1.1.19 мотивированно выбрать ведущий метод обучения для конкретного урока при включении исследовательской деятельности; 1.1.20 планировать организацию познавательной деятельности учащихся при проведении учебных исследований в соответствии с целями урока и спецификой выбранных методов обучения; 1.1.21 определять формы организации учащихся при

	проведении исследования: фронтальная, групповая и индивидуальная, их сочетание; 1.1.22 планировать все виды школьного эксперимента (демонстрационный эксперимент, лабораторная работа, экспериментальные задачи, домашние экспериментальные задания, работы практикума) в организации исследовательской деятельности учащихся; 1.1.23 определять роль эксперимента в учебном исследовании – как источник проблемной ситуации, накопление эмпирических фактов для формулировки гипотезы, экспериментальная проверка выдвинутой гипотезы; 1.1.24 осуществлять анализ и самоанализ результатов включения исследовательской деятельности учащихся в учебный процесс (урок); осуществлять диагностику уровня освоения учащимися исследовательских умений. Владеть: психолого-педагогическим и дидактическим инструментарием для организации и проведения учебно-исследовательской деятельности (включая диагностические процедуры).
--	---

Краткая характеристика дисциплины (модуля).

Основные блоки, разделы, темы.

Тема 1. Нормативные документы по исследовательской деятельности учащихся

Тема 2. История развития исследовательского обучения

Тема 3. Психолого-педагогические основания исследовательской деятельности учащихся

Тема 4. Виды и формы организации исследовательской деятельности учащихся

Тема 5. Формирование исследовательских умений и исследовательской позиции

Формы промежуточного контроля.

Экзамен

УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

программы повышения квалификации учителей физики

«Организация исследовательской деятельности учащихся при изучении физики
в школе в условиях введения ФГОС»

Разработчики программы повышения квалификации:

Лебедева Ольга Васильевна, к.п.н., доцент, доцент кафедры кристаллографии и экспериментальной физики ННГУ;

Гребенев Игорь Васильевич, д.п.н., профессор кафедры кристаллографии и экспериментальной физики ННГУ.

Составители учебно-тематического плана программы повышения квалификации:

Лебедева Ольга Васильевна, к.п.н., доцент, доцент кафедры кристаллографии и экспериментальной физики ННГУ.

Цель: В результате подготовки по программе слушатели овладеют основами проектирования и организации исследовательской деятельности учащихся при изучении физики в школе, как на уроках, так и во внеурочных формах обучения.

Категория слушателей: Слушателями программы могут быть учителя физики учебных заведений, реализующих программы общего образования (школ, лицеев, гимназий).

Срок обучения: 144 часа

Форма обучения: без отрыва от работы

Режим занятий: 18 часов в неделю.

	Наименование модулей, разделов и тем	Количество часов				Формы контроль я
		Лек- ции	Практ. занятия	Сам. работа	всего	Отражение требований ФГОС и психолого- педагогических
	Модуль 1. Введение в теорию исследовательского обучения					

1.1	Нормативные документы по исследовательской деятельности учащихся. Исследовательская деятельность учащихся как способ построения развивающего обучения, деятельностного содержания образования, формирования универсальных учебных действий	2		4	6	
1.2	История развития исследовательского обучения. Психолого-педагогические основания исследовательской деятельности учащихся	2		6	8	
1.3	Требования к профессиональной компетентности учителя – руководителя учебно-исследовательской деятельности	2			2	
	Всего часов	6	0	10	16	
	Модуль 2. Дидактические основания проектирования и организации исследовательской деятельности учащихся					
2.1	Принципы и закономерности исследовательского обучения	4			4	Оценка коллегами по итогам обсуждения на проблемных семинарах по разработке вариантов исследовательского обучения на уроках и внеурочных занятиях.
2.2	Проектирование исследовательской деятельности в системе уроков: выбор форм, методов, средств обучения	4	4	12	20	
2.3	Внеурочные формы исследовательского обучения, уровневая модель формирования исследовательских умений	4	4	16	24	
2.4	Диагностика исследовательских умений, УУД	2	2	4	8	
	Всего часов	14	10	32	56	
	Модуль 3. Методические особенности организации исследовательской деятельности при изучении физики					
3.1	Формирование исследовательских умений при изучении пропедевтических курсов физики и астрономии в 5-6 классах	4	4	10	18	Оценка коллегами по итогам обсуждения на

3.2	Роль эксперимента в усвоении содержания обучения и формировании умений и навыков исследовательской деятельности	4	4	10	18	
3.3	ИКТ в организации исследовательской деятельности	4	4	6	14	
3.4	Защита индивидуальных и групповых проектов, открытые уроки			14	14	
	Всего часов	12	12	40	64	
	Модуль 4. Современные направления и средства физических исследований					
4.1	Современные направления научно-технического прогресса	2			4	Презентация, и обсуждение оценка коллегами
4.2	Современные методы и средства физических исследований	2	4		4	
	Всего часов:	4	4		8	
	Итого:	36	26	82	144	

Проект урока на тему «Колебания математического маятника»,

7 класс

Этапы урока	Деятельность учителя и её обоснование	Прогнозируемая деятельность учащихся
<u>Организационный</u>	Организация внимания учащихся. Создание атмосферы сотрудничества, настрой учащихся на продуктивную деятельность.	Демонстрируют готовность к работе
<u>Актуализация знаний</u>	<i>Вопросы, подводящие учащихся к постановке проблемы:</i> 1. Какое движение называют колебательным? 2. Приведите примеры колебательного движения. 3. Какие виды маятников вы знаете? 4. Какие величины характеризуют колебательное движение? (смещение, амплитуда, период, частота). Дайте определение. 5. Как можно определить период колебания маятника? 6. Что представляет собой математический маятник?	Отвечают на вопросы
<u>Постановка проблемы.</u>	<i>Введение в проблемную ситуацию.</i> 1. Диалог учителя с учениками - Вы замечали, что когда люди идут (и вы в том числе), они машут руками? Какое движение совершает рука при ходьбе? - Колебательное движение. - Можно ли измерить период свободных колебаний вашей руки? - Каким образом? 2. Учитель предлагает провести этот опыт в группах и посмотреть, чему равен период колебания рук учащихся.	1. Учащиеся должны предложить способ, при котором период колебания находится отношением времени колебания к числу колебаний (аналог ответа на вопрос №5 из актуализации знаний). 2. Проводится опыт. Результаты, полученные каждой группой,

	<u>Обязательное указание учителя:</u> <u>колебания должны быть свободными.</u> 3. Формулирование проблемной ситуации: «Период свободных колебаний руки у всех групп почти одинаковый. Почему? Отчего же зависит период свободных колебаний?» - 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. 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»	записываются на доске (они получаются примерно равными). Учащиеся предлагают в виде модели математический маятник. Записывают тему урока в тетрадь.
Формулировка гипотез	Выдвижение гипотез. Учитель задает учащимся вопрос «От чего же может зависеть период колебания маятника?» и предлагает выдвинуть гипотезы. Выдвигаются три гипотезы, для других предположений у учащихся нет обоснований, поэтому если будут высказаны, нужно обсудить, являются ли они гипотезами.	Выдвигают гипотезы. Период колебания маятника зависит: – от длины нити; – от массы груза; – от амплитуды колебаний.
Планирование эксперимента	<i>Проводится беседа, подводящая учащихся к планированию и проведению эксперимента.</i> - Мы уже обсуждали с вами, что гипотезы должны быть проверяемы, т.е. должен быть способ их проверки. Как проверить гипотезы?	Предлагают провести эксперимент по проверке гипотезы.

	Предлагаю вам в группах спланировать эксперимент по проверке ваших гипотез. <i>Организуется групповая работа. Каждая группа планирует эксперимент по проверке только одной гипотезы, учитель распределяет, какую гипотезу проверяет каждая группа.</i> Дается время на обсуждение плана эксперимента в группах. 1гр. – Проверяет зависимость периода от длины нити. 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). 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. 3гр. – Проверяет зависимость периода от амплитуды колебания. Меняется только амплитуда, а длина нити и масса груза не меняются. 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. План каждого эксперимента обсуждается всем классом под руководством учителя.	Каждой группой планируется проверка своей гипотезы. Затем <i>план каждого эксперимента обсуждается</i> всем классом <i>под руководством учителя.</i> Представитель 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.
Проведение эксперимента	Учитель контролирует работу групп, следит за правильностью выполнения	Каждая группа проводит эксперимент

а	эксперимента, при необходимости помогает.	по проверке только одной гипотезы. Эксперимент проводится в группах (3-6 гр.) Результаты эксперимента в виде таблиц выносятся на доску.
Формулировка выводов	Учитель предлагает представителю 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?	Отчет групп о 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.
Рефлексия	Этап рефлексии проводится в виде повторения цикла научного познания. Учитель осуществляет диалог с	<i>Диалог с учителем, подтверждающий, что учащиеся усвоили и</i>

	учащимися. - Мы использовали для получения новых знаний метод научного познания. В какой последовательности мы проводили наши исследования? - Наблюдения. - Выдвижение гипотез. - Эксперимент. - Выводы. Гипотеза подтвердилась только относительно длины нити. Относительно амплитуды и массы она не подтвердилась. Если бы все гипотезы не подтвердились, то тогда к чему необходимо было бы вернуться? - К наблюдениям и выдвижению новых гипотез.	<i>физическое содержание (экспериментально определили, от каких величин зависит период колебаний математического маятника), но и осваивают способы исследовательских действий.</i>
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 освоении 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.	

Исследовательские задачи для факультативных занятий в 8 классе

1. Как определить массу металлического цилиндра, не пользуясь весами. Металл известен. [219, с. 108]
2. Сравните скорости естественного перемешивания горячей и холодной воды в двух случаях: наливают горячую воду в холодную и наоборот, холодную в горячую. Используя термометр, проверьте вашу гипотезу на опыте [271].
3. Определите удельную теплоемкость вещества, из которого изготовлена кастрюля, по возможности, определите металл. Вы располагаете бытовыми пружинными весами, водой, мерным стаканом, термометром, часами [271].
4. Определите, какую часть составляет вода во влажном снеге.
5. Исследуйте, зависит ли тепловое расширение жидкости от рода жидкости. В качестве нагревателя можно использовать сосуд с горячей водой [218, с. 109].
6. Различие между аморфными и кристаллическими телами проявляется при переходе их в жидкое состояние и обратно. Сравните по переход воска и парафина в жидкое состояние. Постройте график зависимости температуры парафина и воска от времени при нагревании до 70°C или охлаждении до комнатной температуры. Какие выводы о строении парафина и воска можно сделать на основании графика?
7. Как определить удельную теплоту парообразования воды, располагая холодильником, ёмкостью известного объёма, часами, равномерно горящей спиртовкой. Удельную теплоёмкость воды считать известной [219, с.108].
8. Определите КПД спиртовки, если в вашем распоряжении находятся приборы, имеющиеся в школьной лаборатории.

9. Определите сопротивление резистора, если у вас только вольтметр, источник, ключ, резистор известного сопротивления и соединительные провода.
10. Определите сопротивление резистора, если у вас только амперметр, источник, ключ, резистор известного сопротивления и соединительные провода.
11. Придумайте способ определения объёма помещения, располагая мотком медной проволоки, весами, гальваническим элементом, вольтметром, амперметром и физическим справочником [219, с.109].
12. Определите расстояние, на котором притягивается магнитом стальной болт. Можно ли как-то изменить это притяжение? [241, с.82].
13. Изготовьте камеру – обскуру, воспользовавшись большой металлической банкой из-под обуви. Начертите ход лучей, исследуйте влияние размеров отверстия на размер, резкость и яркость изображения [241].
14. Как изменится оптическая сила собирающей линзы при погружении ее в воду? Проверьте свое предположение на опыте [241].

Инструкция к лабораторной работе
ИЗУЧЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ КОНИЧЕСКОГО МАЯТНИКА

Цель работы: изучить движение конического маятника, измерить ускорение, проверить выполнение второго закона Ньютона.

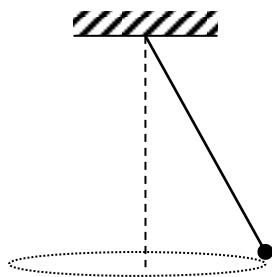
Вопросы для допуска к работе:

1. Шарик движется по окружности с постоянной по модулю скоростью. Сделайте рис., покажите направление скорости и ускорения шарика. Как вычислить ускорение шарика?
2. Если мы можем наблюдать за движением шарика (см. зад. № 1), как измерить ускорение экспериментально? Какие величины для этого надо измерить? Сколько раз проводить измерения?
3. Как рассчитать погрешность измерения ускорения?

Теоретическая часть

Конический маятник представляет собой груз, подвешенный на нити и движущийся по окружности в горизонтальной плоскости.

Модель: груз – материальная точка, нить невесома и нерастяжима. (как собрать реальную установку, чтобы модель работала?).



Сделайте рисунок, расставьте силы, действующие на груз, запишите 2-й закон Ньютона, выберите систему координат и спроецируйте.

Задание 1. Измерьте ускорение, с которым движется конический маятник.

Составьте таблицу для записи измерений.

Повесьте груз на нити. Начертите на листе бумаги окружность радиусом 20 см. Поместите шарик над центром окружности и, взяв нить у точки подвеса, раскрутите маятник по окружности. Проведите необходимые измерения, сосчитайте ускорение и его погрешность. Результат запишите в виде:

$$a = a_{\text{изм}} \pm \Delta a$$

Задание 2. Измерьте равнодействующую сил, действующую на груз при движении. Запишите результат в виде: $F = F_{\text{изм}} \pm \Delta F$

Подсказка: рассмотрите положение груза, отклоненного на нити на угол α от вертикали и находящегося в равновесии. Какие силы на него действуют?

Задание 3. Проверьте, выполняется ли 2-й закон Ньютона, используя результаты, полученные в задании 1 и 2. Какую величину нужно еще измерить? Сделайте вывод.

Методические рекомендации для учителя по проведению работы физического практикума

Изучение трения нити о неподвижный цилиндр

Цель работы: исследование трения нити о поверхность неподвижного цилиндра и экспериментальная проверка формулы Эйлера.

Оборудование: легкая и прочная хлопчатобумажная нить, динамометр, набор грузов разной массы (разновесы), 3 стеклянных цилиндра различного диаметра, цилиндры, выполненные из различных материалов, штатив.

Теоретическая часть

Достаточно часто в жизни и технике возникает трение гибких тел (верев, нитей, тросов) о блоки, цилиндрические поверхности. Например, в подъемных механизмах, устройствах крепления. Данный вид трения учитывают в текстильной, рыболовной промышленности, используют альпинисты, закручивая в несколько оборотов страховочный трос о выступы скал. Мы используем этот вид трения, завязывая шнуры или узлы на веревке (при этом один шнурок служит осью для накручивания другого).

Многие наверняка видели, каким образом сдерживают ход судна, подошедшего к пристани. С палубы на пристань кидают конец каната с широкой петлей. Человек на пристани набрасывает ее на причальную тумбу, а кинувший канат матрос быстро укладывает второй его конец между палубными кнехтами — спаренными чугунными тумбами. Сила трения между кнехтами и канатом надежно стопорит судно. Как правило, матрос, намотав канат восьмеркой на кнехты несколько раз, просто наступает на свободный конец, прижимая его к палубе. Такого малейшего усилия вполне хватает для удержания громадного судна.

Впервые изучил трение веревки о цилиндр математик Леонард Эйлер и вывел формулу, позволяющую определить отношение сил натяжения веревки на «входе» и «выходе» с поверхности цилиндра.

Рассмотрим блок с перекинутой через него веревкой. Пусть к концам веревки приложены силы натяжения T_1 и T_2 , как показано на рис. 1. Методы описания движения тел, связанных идеальной нитью, в системах, содержащих неподвижные и подвижные блоки, подробно описаны в пособии [4]. Однако в этих системах трение между нитью и блоком настолько мало, что не оказывает существенного влияния на движение тел и не учитывается при решении задач. Найдем соотношения между силами T_1 и T_2 в случаях, когда нить можно полагать идеальной, но между поверхностью блока и нити существует сила трения.

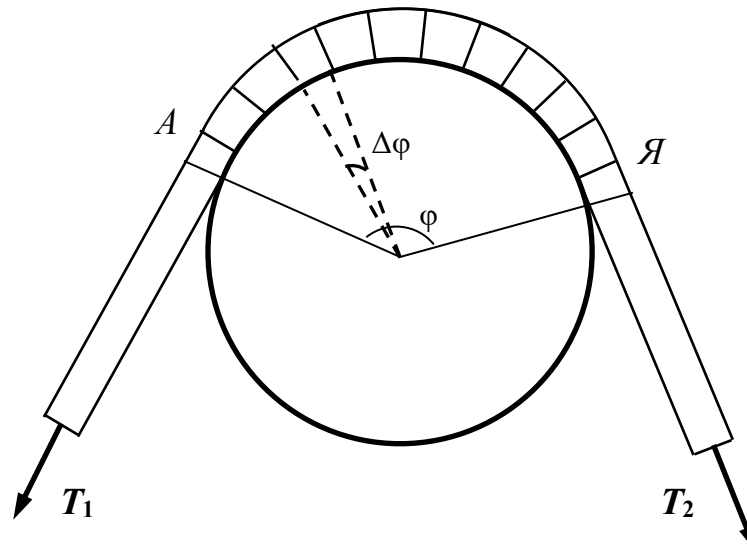


Рис. 1. Схема блока с перекинутой через него веревкой

Сначала выберем на нити сечения A и B , которые ограничивают криволинейный участок нити, лежащий на блоке (см.рис.1). Разделим участок нити $A-B$ на маленькие элементы, которые далее будем рассматривать как материальные точки. Каждый элемент нити представляет собой дугу, опирающуюся на малый центральный угол $\Delta\varphi$.

На каждый элемент нити массы m_i действуют 5 сил: силы натяжения T_{i-1} и T_{i+1} со стороны соседних элементов нити, сила тяжести $m_i g$ и сила реакции N_i со стороны поверхности блока, сила трения $F_{mp\ i}$, где i – порядковый номер элемента. Сила реакции N_i перпендикулярна касательной к окружности блока в точке расположения данного элемента нити, сила трения направлена по касательной против направления скорости движения нити (см. рис. 2).

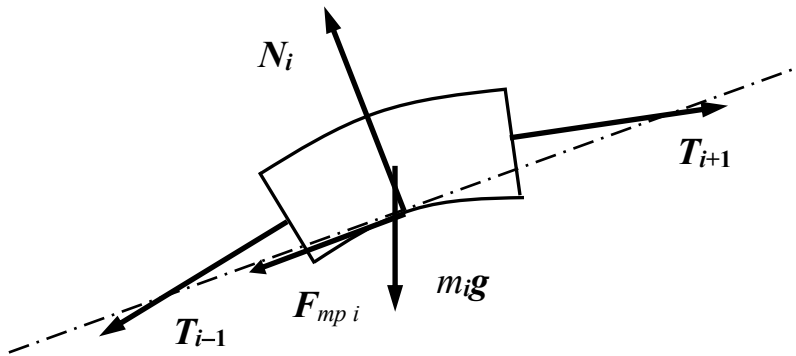


Рис. 2. Силы, действующие на i -й элемент нити.
Штрихпунктирная линия - касательная к окружности блока, проведенная через среднюю точку нижней дуги данного элемента нити

Силы натяжения T_{i-1} и T_{i+1} действуют со стороны соседних элементов нити и направлены перпендикулярно сечениям, ограничивающим элемент нити. Сила нормальной реакции N_i действует со стороны поверхности блока и направлена перпендикулярно поверхности блока в месте нахождения данного элемента нити. Сила тяжести $m_i g$ направлена вертикально вниз.

Все сечения, которые делят нить на элементы, проведены перпендикулярно нити. Соседние сечения, ограничивающие некоторый элемент нити, не параллельны относительно друг друга из-за кривизны нити, охватывающей блок. Силы натяжения T_{i-1} и T_{i+1} направлены перпендикулярно соответствующим сечениям и, следовательно, угол между ними отличается от 180° (см. рис. 2).

Заменим i -й элемент нити материальной точкой и приложим к ней все действующие на неё силы (см. рис. 3). Запишем уравнение движения для i -го элемента нити:

$$T_{i-1} + T_{i+1} + N_i + m_i g + F_{mp\ i} = m_i a_i, \quad (1.1)$$

где a_i – ускорение i -го элемента нити.

Элементы идеальной нити имеют пренебрежимо малые массы, что позволяет упростить уравнение движения:

$$T_{i-1} + T_{i+1} + N_i + F_{mp\ i} = 0. \quad (1.2)$$

Направим координатную ось X вдоль касательной к блоку в точке расположения i -го элемента нити (см. рис. 3). Из симметрии элемента следует, что углы $(\Delta\varphi/2)$ отклонения векторов сил T_{i-1} и T_{i+1} от оси X равны между собой (см. рис. 3). Координатная ось X параллельна касательной к окружности блока в месте нахождения данного элемента нити. Точка O расположена на оси блока.

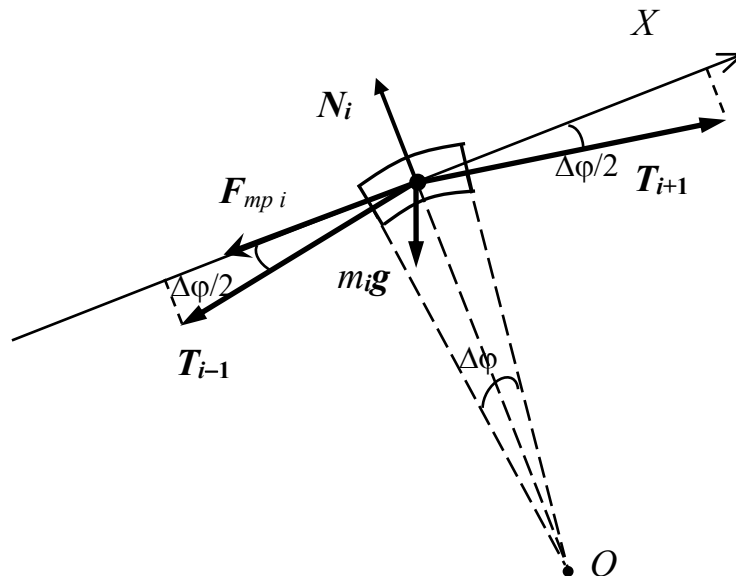


Рис.3. Элемент нити, превращенный в материальную точку

Спроецируем на ось X уравнение движения (1.2) :

$$T_{i+1} \cos(\Delta\varphi/2) - T_{i-1} \cos(\Delta\varphi/2) - F_{mp\,i} = 0 . \quad (1.3)$$

Компоненты сил натяжения T_{i-1} и T_{i+1} , перпендикулярные оси X , компенсируются нормальной силой реакции N_i .

$$T_{i+1} \sin(\Delta\varphi/2) + T_{i-1} \sin(\Delta\varphi/2) - N_i = 0 . \quad (1.4)$$

Мы разбивали нить на очень маленькие элементы, которые можно считать материальными точками, поэтому угол $\Delta\varphi$ - очень малый угол. Для малых углов выполняется приближенное равенство:

$$\sin \Delta\varphi/2 \approx \Delta\varphi/2 . \quad (1.5)$$

С учетом (1.5) равенство (1.4) преобразуется следующим образом:

$$(T_{i+1} + T_{i-1}) \Delta\varphi/2 = N_i . \quad (1.6)$$

Т.к. угол очень мал, можно принять $\cos \Delta\varphi/2 \approx 1$ и преобразовать уравнение (1.3):

$$T_{i+1} - T_{i-1} = F_{mp\,i} . \quad (1.7)$$

Обозначим $\Delta T = T_{i+1} - T_{i-1}$ - увеличение силы натяжения нити на данном элементе и подставим в (1.6) и (1.7):

$$\Delta T = F_{mp\,i} , \quad (1.8)$$

$$(2 T_{i-1} + \Delta T) \Delta\varphi/2 = N_i . \quad (1.9)$$

Если в уравнении (1.9) раскрыть скобки, то получим второе слагаемое $\Delta T \Delta\varphi$ второго порядка малости по малому углу $\Delta\varphi$. Поскольку второе слагаемое много меньше первого, то им можно пренебречь и уравнение (1.9) трансформируется:

$$T_{i-1} \Delta\varphi = N_i . \quad (1.10)$$

Зная связь силы трения скольжения и силы реакции опоры из (1.8) и (1.10) получаем:

$$\mu T_{i-1} \Delta\varphi = \Delta T . \quad (1.11)$$

Если мы в пределе перейдем к бесконечно малым величинам, то из (1.11) получаем дифференциальное уравнение:

$$\mu T \cdot d\varphi = dT . \quad (1.12)$$

Решается это уравнение разделением переменных:

$$\mu \cdot d\varphi = \frac{dT}{T} . \quad (1.13)$$

Проинтегрируем по всему углу охвата нитью поверхности φ , при этом сила натяжения нити меняется от T_1 до T_2 и получим:

$$\mu \cdot \varphi = \ln \frac{T_2}{T_1} . \quad (1.14)$$

Проведя потенцирование, получаем соотношение силы натяжения нити на «входе» и «выходе» нити с блока в зависимости от угла охвата нитью блока:

$$\frac{T_2}{T_1} = e^{\mu\varphi} . \quad (1.15)$$

Как видим, чем больше угол охвата нитью блока и коэффициент трения, тем большая сила требуется для движения веревки по блоку. Если рассмотреть идеальный случай, когда трение отсутствует, получим, что силы T_1 и T_2 равны.

Впервые зависимость силы трения от числа оборотов веревки вокруг сваи установил знаменитый математик XVIII века Леонард Эйлер.

Экспериментальная часть

Часть 1. Экспериментальная проверка зависимости силы трения нити о поверхность неподвижного цилиндра от диаметра цилиндра

Как можно заметить из формулы (1.15), отношение сил натяжения в крайних местах касания нити о цилиндр не зависит от диаметра самого цилиндра. Чтобы это проверить, достаточно взять цилиндры с одинаковыми поверхностями, но разного диаметра и измерить силы T_1 и T_2 в крайних местах касания нити о цилиндр.

В опыте предлагаем использовать установку, представленную на рисунке 4. Цилиндр должен быть неподвижным, нить достаточно легкая по сравнению с грузом.

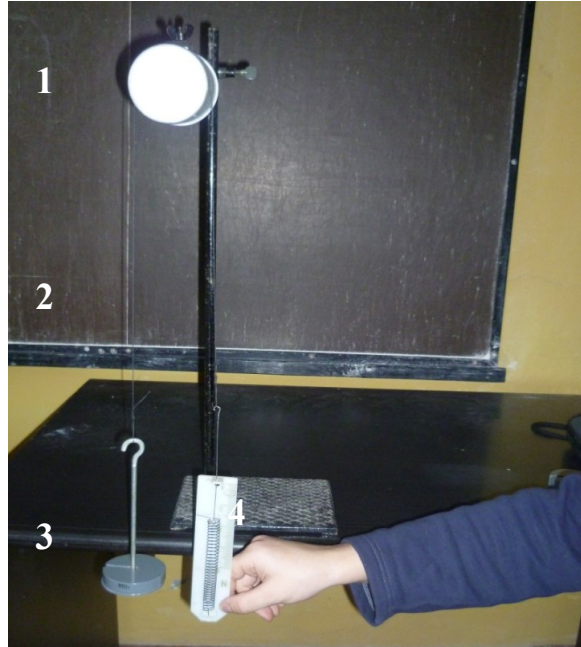


Рис.4. Экспериментальная установка: 1 – неподвижный цилиндр, 2 – хлопчатобумажная нить, 3 – груз, 4 – динамометр

На рис. 5 показаны силы, действующие на цилиндр (1), груз (3), динамометр (4). Рассмотрим силы, с которыми нить действует на тела системы: T_1 приложена к грузу, T_2 к динамометру, T_1' и T_2' к цилиндру. Так как нить невесома и нерастяжима, то на вертикальных участках сила натяжения нити во всех сечениях одинакова, поэтому $T_1 = T_1'$ и $T_2 = T_2'$.

На поверхность цилиндра действует также сила трения скольжения со стороны нити, она не показана на рис. 5, т.к. направление будет различным для каждого элемента дуги: сила трения, действующая на любой элемент, направлена по касательной к поверхности.

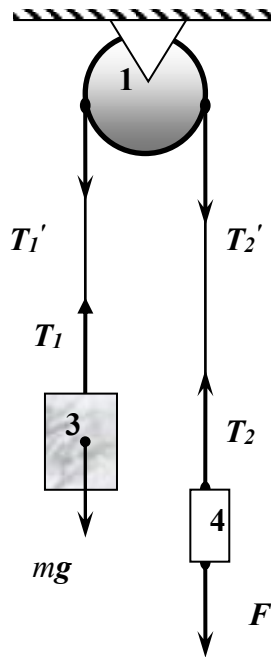


Рис. 5. Схема экспериментальной установки

Запишем второй закон Ньютона для груза.

$$T_1 + mg = ma . \quad (1.16)$$

В проекции на вертикальную ось:

$$T_1 - mg = ma .$$

Если движение равномерное, то $T_1 = mg$, то есть сила натяжения нити на левом крае равна весу груза.

Прикрепив к одному концу нити груз, очень медленно приводим его в движение. Нам необходимо, чтобы ускорение системы было равно нулю ($a = 0$), следовательно, груз должен двигаться равномерно. Добиться равномерного движения достаточно сложно, поэтому предлагаем, прежде чем проводить основную серию опытов, предварительно потренироваться приводить систему в движение с помощью динамометра.

Силу натяжения на правом крае показывает динамометр:

$$T_2' = T_2 = F.$$

Угол обхвата нити можно менять с шагом π , но при этом при углах π , 3π , 5π динамометр тянем вниз, а при углах 2π и 4π динамометр тянем вверх, как показано на фотографиях (рис.6, рис.7).



Рис.6. Вид установки при углах обхвата π , 3π , 5π

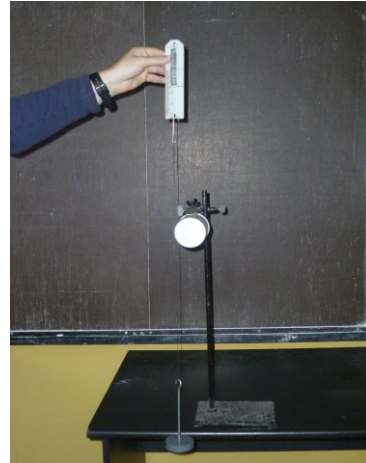


Рис.7. Вид установки при углах обхвата 2π и 4π

Для каждого угла обхвата нити опыт предлагаем повторить несколько раз. Опыт провести для двух – трех цилиндров разных диаметров, но с одинаковой поверхностью. Можно взять стеклянные банки разного объема.

Полученные результаты сравнить и сделать вывод: зависит ли отношение $\frac{T_2}{T_1}$, а, следовательно, сила трения нити о поверхность неподвижного цилиндра, от диаметра цилиндра.

Проверить равномерность движения можно, подвесив ко второму концу нити вместо динамометра ведро с песком. Сначала масса ведерка с песком должна быть подобрана так, чтобы система оставалась в покое. Затем очень медленно досыпаем песок до того момента, пока не начнется движение. Считая, что сила трения покоя равна силе трения скольжения, полагаем, что при минимальной массе ведерка с песком система движется равномерно. Проведя опыт несколько раз, определяем среднее значение минимальной массы ведерка

с песком ($M_{\min}$), приводящей систему в движение. Таким образом, сила, приводящая систему в равномерное движение равна

$$F' = M_{\min} g . \quad (1.17)$$

Сравните значение F' и силы F , измеренной динамометром при той же массе поднимаемого груза m и том же угле охвата нитью цилиндра φ . Если значения F' и F совпадают в пределах погрешностей измерений, использованная методика измерения силы при равномерном движении груза с помощью динамометром достаточно точной.

Часть 2. Измерение коэффициента трения нити о поверхность цилиндра

Во второй части работы мы предлагаем проверить формулу Эйлера (1.15) и определить коэффициент трения одной и той же нити о различные поверхности цилиндров.

Получив результаты измерений силы натяжения нити T динамометром, а также зная вес груза P и угол охвата нитью цилиндра φ , можно проверить (1.14), что зависимость $\ln(T/P)$ от угла охвата φ является линейной и определить коэффициент трения нити о цилиндр как коэффициент полученной линейной зависимости.

Указание: если недостаточно шкалы имеющегося динамометра для проведения опытов с различными углами, можно изменять массу поднимаемого груза. Можно в качестве груза использовать ведро с песком и, досыпая песок, изменять массу.

Экспериментальная установка и методика измерений такая же, как в части 1. Для каждого угла несколько раз измеряем динамометром силу натяжения нити T при различных значениях веса груза P , результаты заносим в

таблицу 1.1. Значение T_{cp} определяем как среднее арифметическое измеренных величин

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^N T_i}{N}, \quad (1.18)$$

где N – количество измерений.

Таблица 1.1

угол(рад)	$m(\text{г})$	$P(\text{Н})$	$T(\text{Н})$						$T_{cp}(\text{Н})$	T_{cp}/P	$\ln(T_{cp}/P)$
			1	2	3	4	5	6			
$\pi/2$											
π											

5π											

Для расчетов удобно использовать метод наименьших квадратов, для этого можно воспользоваться методикой, описанной в пособии [2], построить график зависимости $\ln(T_{cp}/P)$ от угла охвата нити φ на миллиметровой бумаге. Рассчитать угловой коэффициент μ и его погрешность.

Можно полученные данные обработать в Excel. Построить график зависимости $\ln(T_{cp}/P)$ от угла охвата нити φ , добавить линию тренда, найти угловой коэффициент, который и будет являться коэффициентом трения нити о поверхность цилиндра. Проверьте коэффициент корреляции R , чтобы подтвердить, что полученная зависимость является линейной. Возможности Excel позволяют рассчитать и погрешность полученного коэффициента.

Предлагаем измерить коэффициент трения одной и той же нити о различные цилиндрические поверхности, имеющиеся в лаборатории.

В качестве примера приводим результаты, полученные в эксперименте с алюминиевым цилиндром (внутренний стакан калориметра).

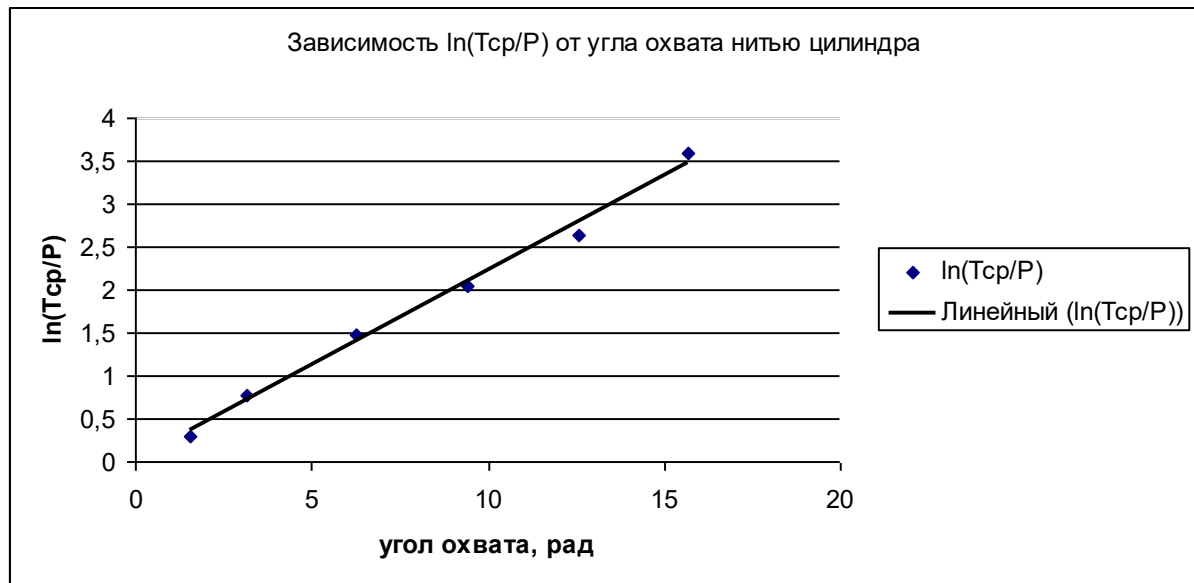


Рис. 8. График зависимости $\ln(T/P)$ от угла обхвата алюминиевого цилиндра нитью φ

Коэффициент корреляции $R = 0,9933$, что подтверждает линейность экстраполяции.

Коэффициент трения хлопчатобумажной нити об алюминиевый цилиндр:

$$\mu = 0,22 \pm 0,01, \varepsilon = 5\%.$$

Вопросы:

1. Какую нить можно считать идеальной?
2. В каком случае силы T_1 и T_2 в крайних местах касания нити о цилиндр (рис. 5) будут равны?
3. Почему при проведении эксперимента необходимо обеспечить равномерное движение груза?
4. Как изменится методика эксперимента, если движение груза будет равноускоренным? Как в этом случае рассчитать коэффициент трения нити о поверхность цилиндра?

Исследование уровня развития универсальных учебных действий у учащихся восьмых классов по физике I полугодие

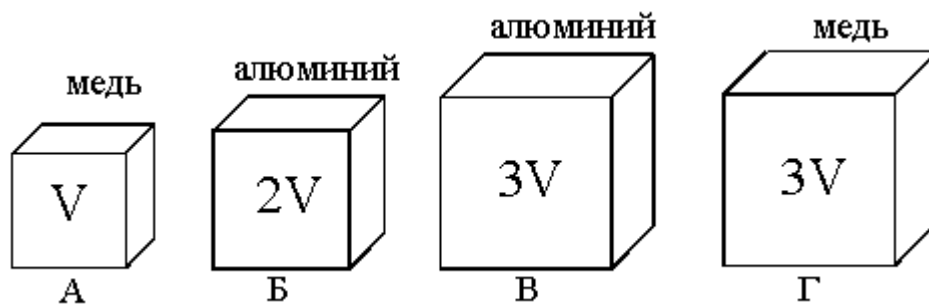
Цель: выявить у восьмиклассников уровень развития познавательных (информационных и логических) универсальных учебных действий на предметном содержании физики.

Фамилия Имя _____ **Школа** _____ **Класс** _____

1 вариант

№ 1

Необходимо экспериментально проверить, зависит ли выталкивающая сила от объёма погружаемого в воду тела и от плотности вещества, из которого изготовлено тело. Выберите из данных тел, те, с помощью которых можно провести эксперимент и проверить каждый указанный случай. Для этого сравните данные тела по объёму и плотности вещества. Заполните таблицу (сходство отмечайте «+», отличия «-»).



кубики	Имеют одинаковый объем	Изготовлены из алюминия	Изготовлены из меди
А			
Б			
В			
Г			

Вывод.

Для того, чтобы экспериментально проверить, зависит ли выталкивающая сила от объема погружаемого в воду тела, необходимо взять кубики _____

Для того, чтобы экспериментально проверить, зависит ли выталкивающая сила от плотности вещества, из которого изготовлено тело, необходимо взять кубики _____.

№ 2

В два одинаковых сосуда налили раствор медного купороса (раствор голубого цвета), а поверх налили воду (рис. 1). На несколько дней один из сосудов оставили при комнатной температуре, а второй поставили в холодильник. Через несколько дней сравнили растворы (рис. 2 и 3).

Рассмотрите рисунки и сделайте вывод: что произошло с границами жидкостей при разных температурных режимах. Объясните, почему в результате приведённых наблюдений можно сделать такой вывод.

Рисунок 1. Граница жидкостей в исходном состоянии	Рисунок 2. Перемешивание жидкостей в сосуде, находившемся при комнатной температуре	Рисунок 3. Перемешивание жидкостей в сосуде, находившемся в холодильнике

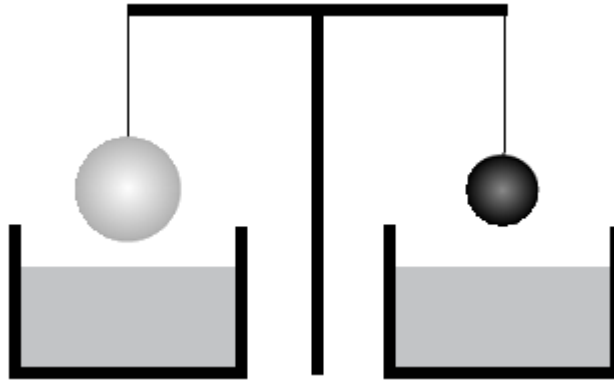
Какой вывод можно сделать по результатам наблюдений?

Вывод: _____

Объясните, почему в результате приведённых наблюдений можно сделать такой вывод.

№ 3

Два однородных шара, один из которых изготовлен из алюминия, а другой — из меди, уравновешены на рычажных весах (см. рисунок). Нарушится ли равновесие весов, если шары опустить в воду?



Выберите верный ответ, поставьте «✓» и обоснуйте его.

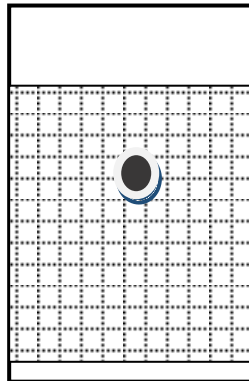
Равновесие весов нарушится _____. Равновесие весов не нарушится _____

Обоснуйте свой ответ:

№ 4

Переведите утверждение в графическую модель, проведя расчет величины сил и изобразив их в выбранном вами масштабе:

Шар из пробкового дерева объемом 100 см^3 опустили под воду и отпустили. Шар будет двигаться вверх, т.к. действующая на него выталкивающая сила больше силы тяжести. Плотность сосны 500 кг/м^3 , плотность воды 1000 кг/м^3 .



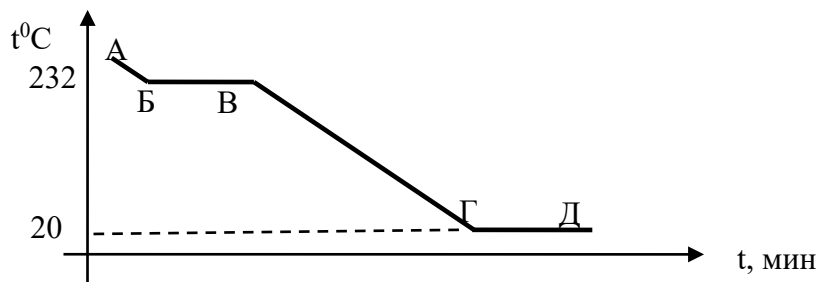
Масштаб:



Расчеты: _____

№ 5

Расплавленное олово в ковше поставили в помещении. На рисунке представлен график зависимости температуры олова от времени. Опишите процессы, происходящие с оловом.



№ 6

Ученик провёл эксперимент по изучению выталкивающей силы, действующей на тело, полностью погружённое в жидкость, причём для эксперимента он использовал различные жидкости и сплошные цилиндры разного объёма, изготовленные из разных материалов.

Результаты экспериментальных измерений объёма цилиндров V и выталкивающей силы $F_{\text{Арх}}$ для различных цилиндров и жидкостей он представил в таблице.

№ опыта	Жидкость	Материал цилиндра	V , см ³	$F_{\text{Арх}}$, Н
1	Вода	Алюминий	40	0,4
2	Керосин	Алюминий	40	0,3
3	Вода	Сталь	40	0,4
4	Вода	Сталь	80	0,8

Проанализируйте результаты эксперимента:

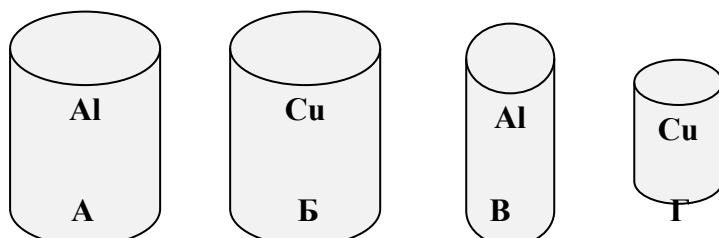
Сделайте вывод на основе проведенного анализа:

Фамилия Имя _____ Школа _____ Класс _____

2 вариант

№ 1

Необходимо экспериментально проверить, зависит ли выталкивающая сила от объёма погружаемого в воду тела и от плотности вещества, из которого изготовлено тело. Выберите из данных тел, те, с помощью которых можно провести эксперимент и проверить каждый указанный случай. Для этого сравните данные тела по объёму и плотности вещества. Заполните таблицу (сходство отмечайте «+», отличия «-»).



Цилиндры	Имеют одинаковый объем	Изготовлены из алюминия	Изготовлены из меди
А			
Б			
В			
Г			

Вывод.

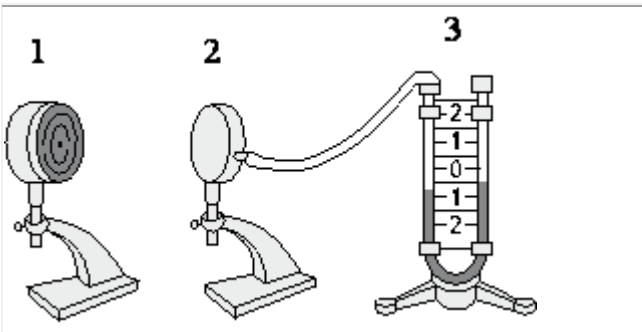
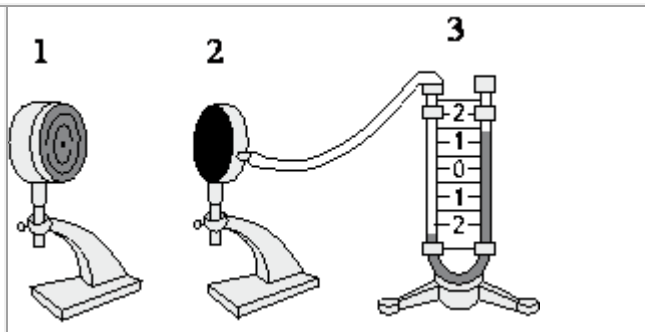
Для того, чтобы экспериментально проверить, зависит ли выталкивающая сила от объёма погружаемого в воду тела, необходимо взять цилиндры _____

Для того, чтобы экспериментально проверить, зависит ли выталкивающая сила от плотности вещества, из которого изготовлено тело, необходимо взять цилиндры _____.

№ 2

Учитель провёл следующий опыт. Раскалённая плитка (1) размещалась напротив полый цилиндрической металлической коробки (2), соединённой резиновой трубкой с коленом U-образного манометра (3). Первоначально жидкость в коленях находилась на одном уровне. Одно из оснований металлической коробки покрыто чёрной матовой краской, другое осталось светлым и блестящим.

Рассмотрите рисунки и сделайте вывод, какие поверхности лучше поглощают энергию. Объясните, почему в результате приведённых наблюдений можно сделать такой вывод.

	
Опыт 1. Коробка обращена к плитке блестящей стороной. Показания манометра через 10 с	Опыт 2. Коробку развернули к плитке чёрной матовой стороной. Показания манометра через 10 с

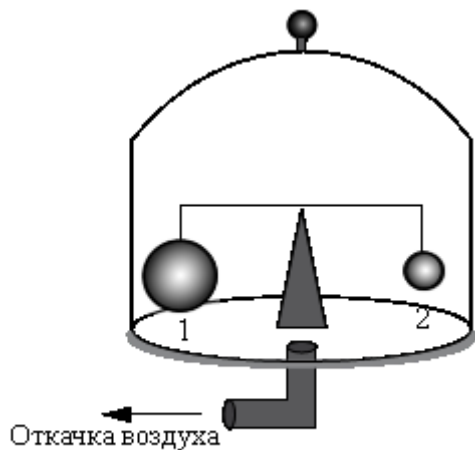
Какой вывод можно сделать по результатам наблюдений?

Вывод: _____

Объясните, почему в результате приведённых наблюдений можно сделать такой вывод.

№ 3

На весах, находящихся под герметично закрытым стеклянным колпаком, заполненным сжатым воздухом, уравновешены два шара разного объёма ($V_1 > V_2$). Если начать откачивать воздух из-под колпака (см. рисунок), то равновесие весов



Выберите верный ответ, поставьте «✓» и обоснуйте его.

Равновесие весов нарушится _____. Равновесие весов не нарушится _____

Обоснуйте свой ответ:

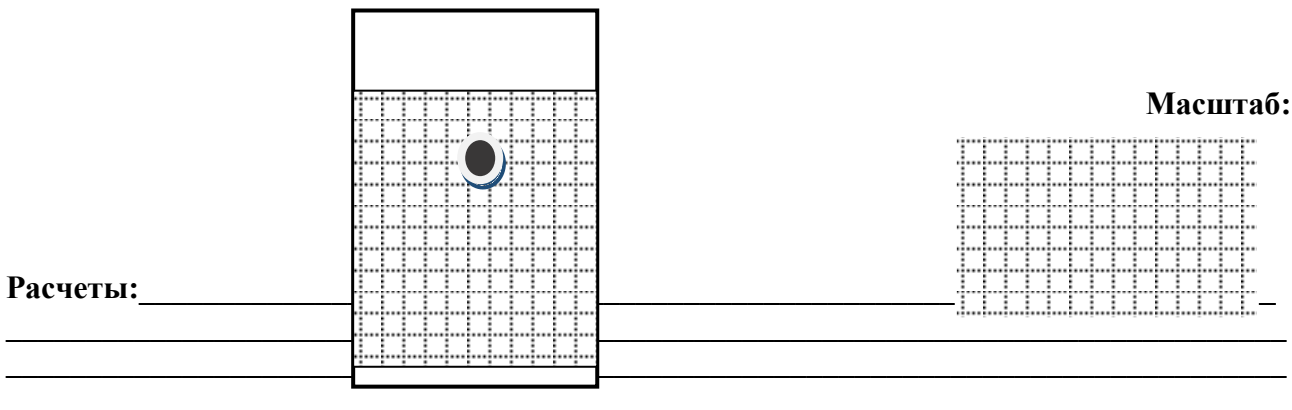
№ 4

Переведите утверждение в графическую модель, проведя расчет величины сил и изобразив их в выбранном вами масштабе:

Шар из графита объемом 100 см^3 опустили под воду и отпустили. Шар будет двигаться вниз, т.к. действующая на него выталкивающая сила меньше силы тяжести. Плотность алюминия 1500 кг/м^3 , плотность воды 1000 кг/м^3 .

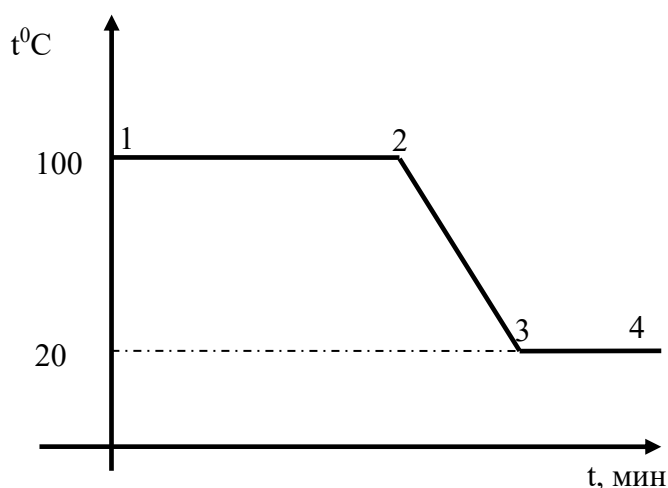
Расчеты: _____

Масштаб: _____



№ 5

По графику зависимости температуры вещества от времени определите, для какого вещества он построен. Опишите процессы, соответствующие каждому участку. В начальный момент времени вещество находилось в парообразном состоянии.



№ 6

Ученик провел эксперимент по изучению выталкивающей силы, опуская до полного погружения тела различной формы и из разного материала в сосуд с водой. Результаты измерения объема тел V , силы Архимеда F_A он представил в таблице.

	материал	форма	$V, \text{ см}^3$	$F, \text{ Н}$
1	алюминий	шар	20	0,2
2	медь	шар	20	0,2
3	алюминий	цилиндр	40	0,4
4	медь	цилиндр	10	0,1

Проанализируйте результаты эксперимента:

Сделайте вывод на основе проведенного анализа:

Методические рекомендации

№ 1. Умение делать вывод на основе сравнения.

Критерии оценивания

2 балла – правильно заполнена сравнительная таблица, сделан верно вывод;

1 балл - правильно заполнена сравнительная таблица, но вывод не сделан;

0 баллов– другие варианты.

Ключ:

Вариант 1

кубики	Имеют одинаковый объем	Изготовлены из алюминия	Изготовлены из меди
А	–	–	+
Б	–	+	–
В	+	+	–
Г	+	–	+

Для того, чтобы экспериментально проверить, зависит ли выталкивающая сила от объема погружаемого в воду тела, необходимо взять кубики Б и В или А и Г.

Для того, чтобы экспериментально проверить, зависит ли выталкивающая сила от плотности вещества, из которого изготовлено тело, необходимо взять кубики В и Г.

Вариант 2

Цилиндры	Имеют одинаковый объем	Изготовлены из алюминия	Изготовлены из меди
А	+	+	-
Б	+	-	+
В	-	+	-

Г	-	-	+
---	---	---	---

Вывод.

Для того, чтобы экспериментально проверить, зависит ли выталкивающая сила от объема погружаемого в воду тела, необходимо взять цилиндры А и В или Б и Г.

Для того, чтобы экспериментально проверить, зависит ли выталкивающая сила от плотности вещества, из которого изготовлено тело, необходимо взять цилиндры А и Б.

№ 2. Умение делать вывод по результатам наблюдений.**Критерии оценивания**

2 балла – сделан верный вывод и дано его объяснение;

1 балл – сделан верный вывод, но без объяснения;

0 баллов – другие варианты ответа.

Ключ:**Вариант 1**

Вывод: Чем выше температура жидкостей, тем быстрее они перемешиваются,

Объяснение. Был проведено два эксперимента, отличающиеся только одним условием – температурой жидкостей. При большей температуре жидкости перемешались быстрее, следовательно, чем выше температура, тем быстрее перемешиваются жидкости.

Вариант 2

Вывод: Поверхности чёрного матового цвета по сравнению со светлыми блестящими поверхностями лучше поглощают энергию.

Обоснование: Был проведено два эксперимента, отличающиеся только одним условием – поверхностью коробочки, принимающей энергию излучения плитки. В случае, когда коробочка принимает излучение черной матовой поверхностью, разность уровней жидкости в коленях манометра значительно больше. Воздух внутри коробочки нагревается за счет энергии излучения, расширяется и вытесняет жидкость из колена манометра. Чем больше разность показаний манометра, тем больше нагревается воздух в коробочке.

№ 3. Умение прогнозировать результат эксперимента.**Критерии оценивания**

2 балла – верный прогноз, дано обоснование;

1 балл – верный прогноз без обоснования (или обоснование нечетко сформулировано);

0 баллов – прогноз не соответствует условиям задачи.

Ключ:**Вариант 1**

Равновесие весов нарушится.

Обоснование: Шары имеют одинаковые массы, поскольку уравновешены на равноплечих весах. Если шары опустить в воду, на них будет действовать выталкивающая сила. Выталкивающая сила зависит от объема погруженного тела, поэтому на тело большего объема (из алюминия) действует большая выталкивающая сила. Шар из меди перевесит.

Вариант 2

Равновесие весов нарушится.

Обоснование: На каждый шар первоначально действует три силы: сила тяжести, выталкивающая сила и сила натяжения нити. Поскольку весы в равновесии, сила натяжения нити одинакова. Большая выталкивающая сила действует на шар большего объема ($F_{a1} > F_{a2}$)., значит сила тяжести, действующая на первый шар, также больше, чем сила тяжести, действующая на второй ($F_{T1} > F_{T2}$).

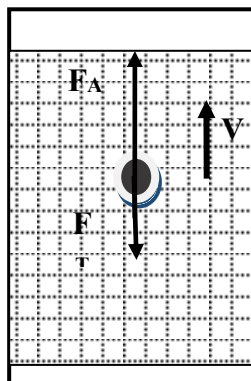
Если откачать воздух, то выталкивающая сила действовать не будет и перевесит первый шар, поскольку сила тяжести, действующая на него, больше.

№ 4. Умение переводить текст в модель**Критерии оценивания**

2 балла – верно изображены силы в выбранном масштабе, показано направление скорости движения шара;

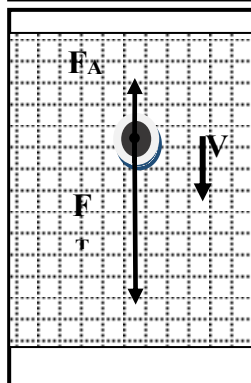
1 балл – силы изображены, но нет расчета и не учтен масштаб;

0 баллов – рисунок не соответствует условиям задачи.

Вариант 1**Расчеты:**

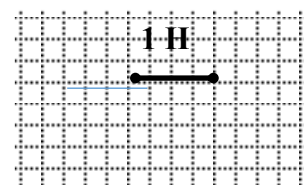
$$F_T = mg = \rho_T V g = 0,5 \text{ Н}$$

$$F_a = \rho_{\text{ж}} V g = 1 \text{ Н}$$

Вариант 2**Расчеты:**

$$F_T = mg = \rho_T V g = 1,5 \text{ Н}$$

$$F_a = \rho_{\text{ж}} V g = 1 \text{ Н}$$

Масштаб:**Масштаб:****№ 5****Умение переводить графическую информацию в текст****Критерии оценивания**

2 балла – верно описаны все процессы, происходящие с веществом, указана температура плавления (кипения);

1 балл – два процесса названы верно;

0 баллов – другие варианты ответа

Ключ:**Вариант 1**

Сначала жидкое олово остывает до температуры плавления (кристаллизации) 232°C – участок АБ. Затем происходит процесс кристаллизации олова при постоянной температуре – участок БВ. Участок ВГ соответствует охлаждению твердого олова до температуры воздуха в помещении – 20°C . Далее наступает тепловое равновесие с окружающей средой – участок ГД.

Вариант 2

График построен для воды, т.к. первоначально вещество находилось в парообразном состоянии и при 100°C происходит переход в другое агрегатное состояние. 100°C – это температура кипения воды при нормальных условиях, при этой же температуре происходит конденсация водяного пара. Участок 1-2 соответствует конденсации водяного пара. Затем образовавшаяся из водяного пара вода остывает от 100°C до 20°C (участок 2-3). Участок 3-4 соответствует тепловому равновесию с окружающей средой.

№ 6**Умение делать вывод по результатам эксперимента**

Критерии оценивания

2 балла – сделаны верные выводы на основе проведенного анализа;

1 балл – сделан верно один вывод на основании проведенного анализа;

0 баллов – выводы не соответствуют представленным данным.

Ключ:**Вариант 1****Проанализируйте результаты эксперимента:**

На тела, изготовленные из разных материалов (алюминия и стали), одинаковых объемов действует одинаковая выталкивающая сила (опыты № 1 и 3).

На тела из стали разных объемов, погруженные в воду, действует разная выталкивающая сила (опыты № 3 и 4), причем выталкивающая сила пропорциональна объему тела (чем больше объем, тем больше сила).

На алюминиевые тела одинаковых объемов, погруженные в разные жидкости, действует разная выталкивающая сила (опыты 1 и 2).

Сделайте вывод на основе проведенного анализа:

Выталкивающая сила, действующая на тело, погруженное в жидкость, не зависит от плотности вещества, из которого изготовлено тело.

Выталкивающая сила, действующая на тело, погруженное в жидкость, увеличивается при увеличении объема тела.

Выталкивающая сила, действующая на тело, погруженное в жидкость, зависит от плотности жидкости.

Вариант 2**Проанализируйте результаты эксперимента:**

На тела одинаковой формы и одинакового объема, выполненные из разных материалов, действует одинаковая выталкивающая сила (опыты 1 и 2).

На тела разной формы, выполненные из одного материала, одинакового объема действует одинаковая выталкивающая сила (опыты 1 и 3).

На тела одинаковой формы, выполненные из одного материала, разного объема действует разная выталкивающая сила (опыты 2 и 4). На тело большего объема действует большая выталкивающая сила.

Сделайте вывод на основе проведенного анализа:

Выталкивающая сила не зависит от формы погруженного тела и плотности вещества, из которого оно выполнено.

Выталкивающая сила, действующая на тело, погруженное в жидкость, увеличивается при увеличении объема тела.

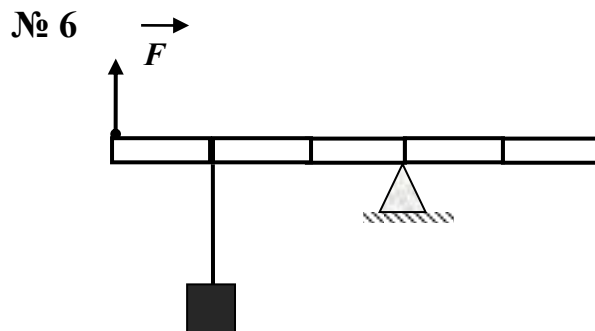
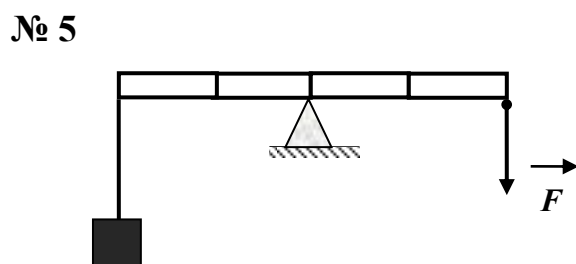
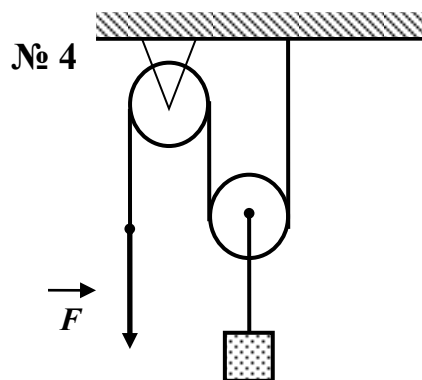
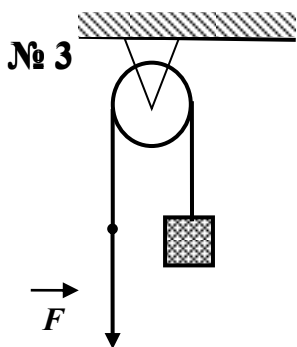
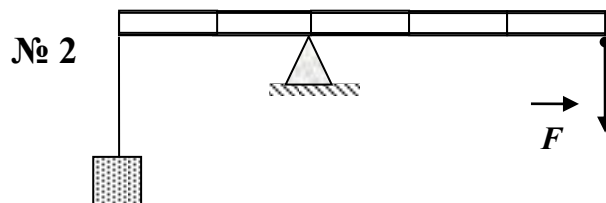
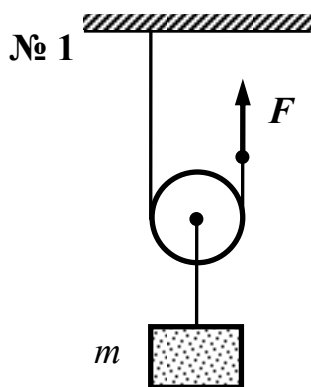
Мониторинг 7 класс 2 полугодие

1 вариант

№ 1

Умение классифицировать объекты по самостоятельно выбранным критериям

Проведите классификацию простых механизмов, изображенных на рисунках, по двум основаниям (по двум существенным признакам простых механизмов). Для этого сформулируйте эти основания. На их основе выполните две классификации. Дайте название каждой группе.



1 основание (существенный признак) _____

Название: _____	Название: _____
Номера рисунков: _____	Номера рисунков: _____

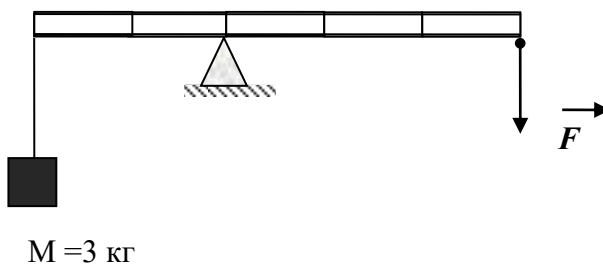
2 основание (существенный признак) _____

Название: _____	Название: _____
Номера рисунков: _____	Номера рисунков: _____

№ 2

Умение переводить опорную схему в текстовую информацию

Сформулируйте задачу, опираясь на схематический рисунок, и решите ее.

[illegible]

№ 3

Умение переводить информацию из таблицы в текстовую форму

Грузик массой 100 г подвешен на динамометре к потолку лифта. Показания динамометра в зависимости от времени приведены в таблице. Первоначально лифт находился в покое на первом этаже многоэтажного здания. Что можно сказать о движении лифта, опираясь на табличные данные?

$t, \text{с}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$F, \text{Н}$	1	1	1	1,2	1,2	1,2	1	1	1	0,8	0,8	0,8	1	1	1

№ 4

Умение конкретизировать

Приведите примеры, показывающие, что давление в технике или в быту стараются уменьшить или увеличить.

Увеличение давления	
Уменьшение давления	

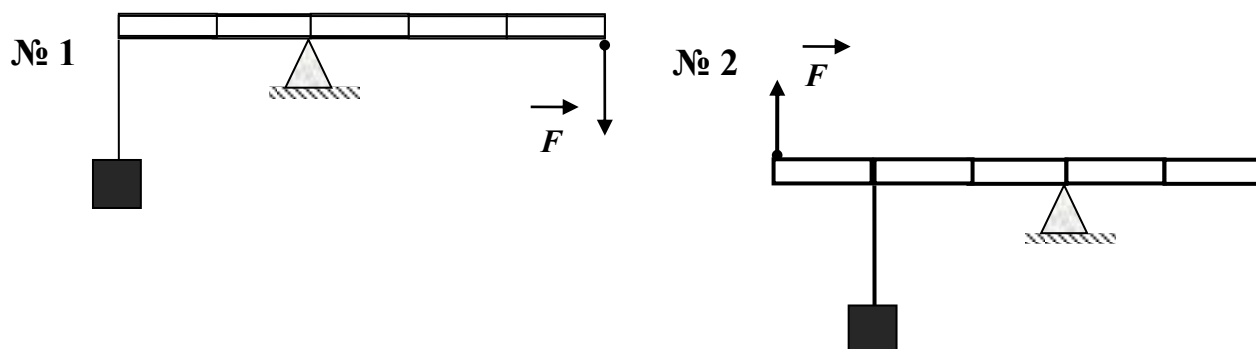
№ 5**Умение сравнивать**

Сравните две силы: силу трения покоя и силу трения скольжения. Найдите два сходства и два отличия.

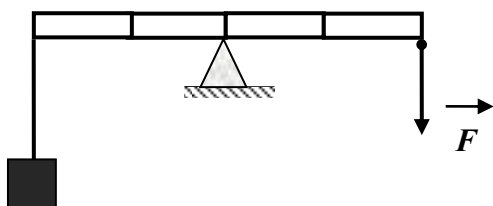
Сила трения покоя	Сила трения скольжения
Сходства	
1.	
2.	
Различия	
1.	1.
2.	2.

Вариант 2**№ 1****Умение классифицировать объекты по самостоятельно выбранным критериям**

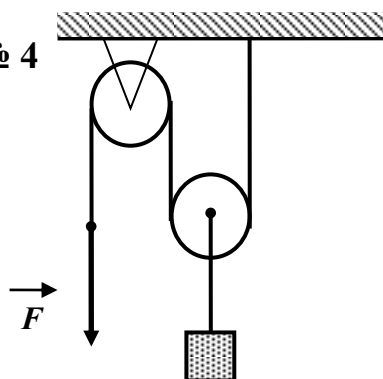
Проведите классификацию движения объектов по двум основаниям (по двум существенным признакам простых механизмов). Для этого сформулируйте эти основания. На их основе выполните две классификации. Дайте название каждой группе.



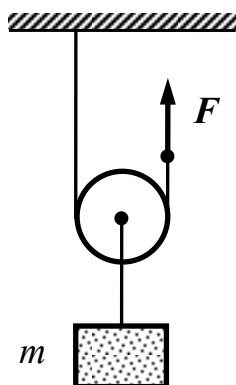
№ 3



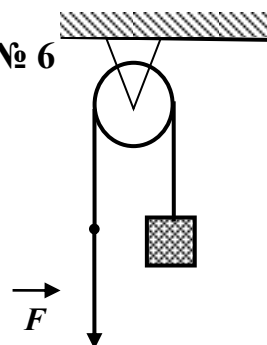
№ 4



№ 5



№ 6



1 основание (существенный признак) _____

Название: _____	Название: _____
Номера рисунков: _____	Номера рисунков: _____

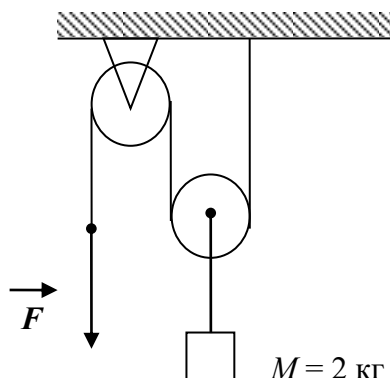
2 основание (существенный признак) _____

Название: _____	Название: _____
Номера рисунков: _____	Номера рисунков: _____

№ 2

Умение переводить опорную схему в текстовую информацию

Сформулируйте задачу, опираясь на схематический рисунок, и решите ее:



№ 3

Умение переводить информацию из таблицы в текстовую форму

Грузик массой 200 г подвешен на динамометре к потолку лифта. Показания динамометра в зависимости от времени приведены в таблице. Первоначально лифт находился в покое на верхнем этаже многоэтажного здания. Что можно сказать о движении лифта, опираясь на табличные данные?

$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$F, \text{ Н}$	2	2	2	1,5	1,5	1,5	2	2	2	2,5	2,5	2,5	2	2	2

№ 4

Умение конкретизировать

Приведите примеры, показывающие, что трение в технике или в быту стараются уменьшить или увеличить.

Увеличение трения	
Уменьшение трения	

№ 5

Умение сравнивать

Тело лежит на горизонтальной неподвижной опоре. Сравните две силы: силу тяжести и вес тела. Найдите два сходства и два отличия.

Сила тяжести	Вес тела
Сходства	
1.	
2.	
Различия	
1.	1.
2.	2.

Инструкция для учителя**№ 1****Умение классифицировать объекты по самостоятельно выбранным критериям****Критерии оценивания**

2 балла - объекты верно разделены на группы двумя способами, группы названы верно;

1 балл - объекты верно разделены на группы двумя способами, но группы не названы, или объекты верно разделены на группы одним способом, группы названы верно;

0 баллов - объекты неверно разделены на группы или задание не выполнено.

Ключи**1 вариант**

1 основание (существенный признак) **вид простого механизма**

Название: рычаги	Название: блоки
Номера рисунков: 1, 3, 4	Номера рисунков: 2, 5, 6

2 основание (существенный признак) наличие **выигрыша в силе**

Название: механизмы, дающие выигрыш в силе	Название: механизмы, не дающие выигрыш в силе
Номера рисунков:	Номера рисунков:
1, 2, 4, 6	3, 5

2 вариант

1 основание (существенный признак) **вид простого механизма**

Название: рычаги	Название: блоки
Номера рисунков:	Номера рисунков:
1, 2, 3	4, 5, 6

2 основание (существенный признак) наличие **выигрыша в силе**

Название: механизмы, дающие выигрыш в силе	Название: механизмы, не дающие выигрыш в силе
Номера рисунков:	Номера рисунков:
1, 2, 4, 5	3, 6

№ 2

Умение переводить опорную схему в текстовую информацию

Критерии оценивания

2 балла – задача сформулирована и решена правильно;

1 балл – задача сформулирована нечетко (приведены не все данные, позволяющие ее решить), но решена; **или** задача сформулирована, но в решении ошибка;

0 баллов – задача не сформулирована и не решена;

Ключи

1 вариант

Условие задачи: Плечи рычага относятся как 2/3. К короткому плечу рычага подвешен груз массой 3 кг. Какую силу нужно приложить к длинному плечу, чтобы удержать рычаг в равновесии?

Решение: Правило рычага: $\frac{F_1}{F_2} = \frac{l_1}{l_2}$. Соответственно, отношение веса тела, подвешенного к левому плечу, к силе, приложенной к правому плечу, составляет 3/2.

$$\frac{mg}{F} = \frac{3}{2};$$

$$F = \frac{2mg}{3} = 20 \text{ Н}$$

2 вариант

Условие задачи: Для того чтобы поднять груз массой 2 кг, использовали систему из подвижного и неподвижного блока. Какую силу нужно для этого приложить?

Решение: Неподвижный блок не дает выигрыша в силе, только меняет направление силы. Подвижный блок дает выигрыш в силе в два раза. Таким образом, мы должны приложить силу, в два раза меньшую веса груза. $P = mg = 20 \text{ Н}$. Соответственно, мы прикладываем силу 10 Н.

№ 3

Умение переводить информацию из таблицы в текстовую форму

Критерии оценивания:

2 балла – верно указаны интервалы времени и определен характер движения на каждом интервале.

1 балл – в целом движение описано верно, но есть ошибка в выборе какого-либо интервала времени и характера движения на одном из интервалов.

0 баллов – описание движения не соответствует вышеописанным критериям

Ключи

1 вариант. Динамометр показывает вес груза. Если лифт находится в покое или движется равномерно, вес груза $P_0 = 1 \text{ Н}$. Если лифт движется с ускорением, направленным вверх, вес груза $P > P_0$; если ускорение лифта направлено вниз, то $P < P_0$.

Сначала, в промежутке времени от 0 до 2 с, лифт находится в покое.

В промежутке времени $2 \text{ с} < t < 5 \text{ с}$ лифт движется вверх с ускорением, направленным вверх.

Затем, при $5 \text{ с} < t < 8 \text{ с}$ лифт движется равномерно.

При $8 \text{ с} < t < 11 \text{ с}$ лифт движется вверх с ускорением, направленным вниз (торможение).

При $t > 11 \text{ с}$ лифт в покое.

2 вариант. Динамометр показывает вес груза. Если лифт находится в покое или движется равномерно, вес груза $P_0 = 2 \text{ Н}$. Если лифт движется с ускорением, направленным вверх, вес груза $P > P_0$; если ускорение лифта направлено вниз, то $P < P_0$.

Сначала, в промежутке времени от 0 до 2 с, лифт находится в покое.

В промежутке времени $2с < t < 5с$ лифт движется с ускорением вниз.

Затем, при $5с < t < 8с$ лифт движется равномерно.

При $8с < t < 11с$ лифт движется вниз с ускорением, направленным вверх (торможение).

При $t > 11с$ лифт в покое.

№ 4

Умение конкретизировать

Критерии оценивания:

2 балла – приведены 4 примера;

1 балл – приведены 2-3 примера;

0 баллов – приведен 1 пример или не приведено ни одного примера.

№ 5

Критерии оценивания

2 балла - найдены 2 сходства и 2 отличия;

1 балл - найдены 2 сходства и 1 отличие, или 1 сходство и 2 отличия;

0 баллов - найдены 1 сходство и 1 отличие, или 1 сходство и 0 отличий, или 0 сходств и 1 отличие

Ключи

1 вариант

Сила трения покоя	Сила трения скольжения
Сходства	
1. Сила трения покоя и сила трения скольжения имеют одну причину (физическую природу) – взаимодействие поверхностей двух соприкасающихся твердых тел. 2. И сила трения покоя, и сила трения скольжения может быть как полезной, так и вредной. Соответственно, одинаковыми способами можно уменьшать, или увеличивать их влияние.	
Различия	
1. Тело находится в покое относительно поверхности 2. Не имеет постоянного значения, равна по величине той силе, которая пытается сдвинуть тело с места	1. Тело движется относительно поверхности 2. Имеет постоянное значение, вычисляется по формуле: $F = \mu N$, где μ - коэффициент трения, N – сила реакции опоры (нормального давления)

2 вариант

Сила тяжести	Вес тела
Сходства	
1. Сила тяжести и вес равны по величине. 2. Обе силы направлены вертикально вниз. <u>Возможен вариант ответа:</u> возникают из-за притяжения к Земле: если бы Земля не притягивала тело, то оно не действовало бы на опору.	
Различия	
1. Сила тяжести действует на тело. 2. Сила тяжести – проявление закона всемирного тяготения (гравитационная сила), действует со стороны Земли	1. Вес тела действует на опору. 2. Вес тела по своей природе – упругая сила, ее причина – деформация поверхностей.