

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. А. И. ГЕРЦЕНА»

На правах рукописи

Маркушев Дмитрий Сергеевич

**ФИЗИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ В ПРОПЕДЕВТИЧЕСКОМ
КУРСЕ ФИЗИКИ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ**

Специальность: 5.8.2. Теория и методика обучения и воспитания
(физика, физика и астрономия (основное общее образование, дополнительное
образование))

**Диссертация на
соискание ученой степени
кандидата педагогических наук**

Научный руководитель:
заслуженный деятель науки РФ,
академик РАО,
доктор педагогических наук
Лаптев В. В.

Санкт-Петербург
2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОПЕДЕВТИКИ ФИЗИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ ФИЗИКО- МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ.....	16
1.1. Проблема образования одаренных в России и в мире	16
1.2. Модели одаренности.....	25
1.3. Современная нормативно-правовая основа обучения физике в учреждениях физико-математического профиля в контексте образования для одаренных	39
1.4. Использование пропедевтических курсов в качестве эффективного инструмента обучения физике в основной школе	45
1.5. Физический эксперимент в пропедевтике физики как эффективное средство овладения методами научного познания в школе	53
Выводы по первой главе.....	64
ГЛАВА 2. МЕТОДИКА ПРИМЕНЕНИЯ КОНЦЕПЦИЙ РАЗВИТИЯ ОДАРЕННОСТИ К ПРОПЕДЕВТИЧЕСКИМ КУРСАМ ФИЗИКИ С БОЛЬШИМ УДЕЛЬНЫМ ВЕСОМ ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА	69
2.1. Прикладная пропедевтическая модель развития и поддержки одаренности на занятиях по физике в школах физико-математического профиля.....	69
2.1.1. Динамическая классификация образовательных структур для обучения одаренных	71
2.1.2. Прикладная пропедевтическая модель развития и поддержки одаренности (ППМ)	73
2.1.3. Взаимосвязь трехкольцевой модели одаренности и трех типов обогащения Рензулли как элементов ППМ.....	74
2.1.4. ППМ «на плоскости»	77
2.2. Анализ существующих пропедевтических курсов физики и роль в них физического эксперимента.....	82
2.3. Применение ППМ в школах физико-математического профиля при разработке программ пропедевтики физики с большим удельным весом физического эксперимента.....	91

2.4. Разработка сценариев занятий с опорой на физический эксперимент в рамках пропедевтических программ по физике при помощи ППМ.....	97
Выводы по второй главе.....	127
ГЛАВА 3. ОПЫТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА ВЛИЯНИЯ ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА В ПРОПЕДЕВТИЧЕСКОМ КУРСЕ ФИЗИКИ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ НА РАЗВИТИЕ И ПОДДЕРЖКУ ОДАРЕННОСТИ УЧАЩИХСЯ	
3.1. Методика проведения опытно-экспериментальной проверки гипотезы исследования.....	128
3.2. Статистический анализ результатов административных контрольных работ по физике	132
3.3. Анализ результатов олимпиад по физике различного уровня	137
3.3.1. Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников (ВсОШ) по физике.....	137
3.3.2. Городская открытая олимпиада школьников по физике Санкт-Петербурга	139
3.3.3. Региональный этап ВсОШ по физике	141
3.3.4. Заключительный этап ВсОШ по физике	143
3.3.5. Международные олимпиады по физике	146
3.4. Анализ поступления в высшие учебные заведения.....	148
3.5. Статистический анализ оценок учащихся из контрольной и экспериментальной групп	150
3.6. Результаты опроса педагогов и учащихся.....	157
3.6.1. Результаты опроса педагогов.....	157
3.6.2. Результаты опроса учащихся	160
Выводы по третьей главе.....	161
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	163
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	166

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. Мировые вызовы требуют от Российского государства и общества уделять особое внимание вопросам образования. Одна из важных тенденций, наметившихся в последнее время, – это уделение большего внимания системной работе с подрастающими поколениями в специализированных учебных заведениях и центрах в рамках основного и дополнительного образования.

Эта тенденция отражена в том числе в нормативных документах, таких как ФГОС ООО 2021 и Стратегии научно-технического развития РФ. Так, во ФГОС ООО 2021 года появились требования к предметным образовательным результатам углубленного уровня. Также с 2014 года осуществляет свою деятельность образовательный центр «Сириус», цель которого – работа с одаренными и талантливыми учащимися со всей страны.

Развитие и поддержка одаренных учащихся имеет для государства большое значение по нескольким причинам:

- Одаренные учащиеся часто становятся новаторами и изобретателями, которые способны внести значительный вклад в развитие науки, технологий и экономики страны.
- Развитие одаренности помогает стране стать более конкурентоспособной на мировой арене, поскольку одаренные имеют потенциал к созданию новых продуктов, услуг и технологий, которые будут востребованы на внутреннем и внешнем рынках. Одаренные люди также могут создать новые рабочие места и стимулировать экономический рост, создавая новые компании.
- Одаренные учащиеся являются не только примером для соучеников во время школьного обучения, но и, впоследствии, становятся такими членами общества, которые способствуют социальному прогрессу и развитию.

- Одаренные граждане будут содействовать укреплению национальной идентичности, представляя страну на международных соревнованиях, конференциях и других мероприятиях.

Одаренностью занимается множество исследователей как в России, так и за рубежом. Существует ряд теоретических концепций одаренности, описывающих ее с разных позиций, выделяющих разные ее аспекты и проявления.

Поддержка и развитие одаренности – это вопрос, который входит в образовательную политику большого количества государств. В России системную работу с одаренными возглавляет ОЦ «Сириус», представленный как головной организацией (фонд «Талант и успех»), так и учебными центрами, работающими по модели «Сириуса» по всей стране. Особенностью данных центров являются интенсивные краткосрочные программы, развивающие одаренность по трем направлениям: искусство, спорт и наука.

Несмотря на активную реализацию политики в отношении одаренных в рамках дополнительного образования при помощи краткосрочных интенсивных курсов, недостаточно разработанной остается сфера систематического воздействия на одаренность в течение всего учебного года. Такое систематическое воздействие может быть оказано в общеобразовательных учреждениях физико-математического профиля. Ведь вследствие высокого входного порога для поступления в такие учебные заведения их учащиеся могут быть отнесены к одаренным.

Было показано, что исследовательская деятельность в рамках физики стимулирует развитие одаренных учащихся [93]. Особенно велика роль физического эксперимента в формировании исследовательских умений и повышении общего качества знаний [44, 19].

Было показано также, что для требуемого уровня развития навыков научного познания недостаточное количество часов физики в общеобразовательном курсе отведено на физический эксперимент [67]. Пропедевтика физики с большим удельным весом физического эксперимента

в курсе – один из способов устранить указанное противоречие. Кроме того, многократно показано, что пропедевтика физики в возрасте, соответствующем 5-6 классу, является эффективной и своевременной в отношении психологических особенностей учащихся [114, 44, 6, 87, 9].

Неисследованным остается вопрос о влиянии физического эксперимента в пропедевтическом курсе физики общеобразовательных учреждений физико-математического профиля на развитие и поддержку одаренности учащихся этих учреждений.

Вышесказанное приводит нас к следующим **противоречиям**:

- между требованиями современных образовательных стандартов к умениям в области проектной и исследовательской деятельности и ограниченным количеством учебных часов, выделяемых на проведение физических экспериментов, что влечет за собой отсутствие у учащихся навыков самостоятельного осуществления учебного исследования;
- между высоким уровнем познавательного интереса школьников к естественным наукам в возрасте, соответствующем 5-6 классу общеобразовательной школы, и значительным его снижением в 7 классе, в котором начинается основной общеобразовательный курс физики;
- между высоким потенциалом развития познавательной активности у одаренных учащихся физико-математических школ и недостаточным стимулированием к реализации этого потенциала в наиболее благоприятном возрасте;
- между большим количеством теоретически обоснованных концепций одаренности и отсутствием методических указаний к образовательному воздействию в рамках этих концепций.

Необходимость устранения выявленных противоречий свидетельствует об актуальности темы исследования и приводит нас к формулировке его цели.

Цель исследования заключается в выявлении степени влияния физического эксперимента в пропедевтическом курсе физики

общеобразовательных учреждений физико-математического профиля на развитие и поддержку одаренности учащихся этих учреждений.

Объектом исследования является пропедевтика физики в основной школе.

Предмет исследования: Влияние физического эксперимента в пропедевтическом курсе физики общеобразовательных учреждений физико-математического профиля на развитие и поддержку одаренности учащихся.

Гипотеза исследования заключается в следующем: если одаренные учащиеся физико-математических школ будут обучаться по программе пропедевтического курса физики с большим удельным весом физического эксперимента в рамках специальной модели, направленной на развитие и поддержку одаренности, то их одаренность будет поддержана и развита, что проявится в:

- улучшении предметных результатов по физике;
- успешности выступления на олимпиадах по физике различного уровня;
- результативности поступления в высшие учебные заведения;
- повышении общего интереса и мотивации к занятиям исследовательской и научной деятельностью.

В соответствии с объектом и предметом исследования, а также выдвинутой гипотезой, для достижения цели были поставлены следующие **задачи:**

1. Проанализировать психолого-педагогическую и научно-методическую литературу, описывающую вопросы пропедевтики, и, в частности, пропедевтики физики, проблемы развития и поддержки одаренности, роль физического эксперимента в приобретении навыков научного познания учащимися.

2. Проанализировать современную нормативно-правовую основу обучения физике в учреждениях физико-математического профиля, выявить место школьного физического эксперимента и возможную роль

пропедевтических курсов физики с большим удельным весом физического эксперимента в системе таких учреждений.

3. Разработать модель развития и поддержки одаренности, применимую на практике в пропедевтическом обучении физике в общеобразовательных школах физико-математического профиля.

4. Разработать методику проверки эффективности модели.

5. Провести анализ полученных результатов для определения эффективности разработанной модели.

Для решения поставленных задач исследования использовались следующие **методы исследования**:

- теоретические методы: сравнительный анализ психологической, педагогической, методической литературы и диссертационных исследований, относящихся к объекту изучаемой проблемы, изучение нормативно-правовых документов, знаковое моделирование;

- эмпирические методы: анализ массивов данных из электронных систем управления образовательным процессом, списков призеров и победителей олимпиад, статистики поступления в вузы, опрос, беседа, анкетирование;

- статистические методы обработки результатов.

Степень разработанности темы исследования. Проблемой детской одаренности занимались исследователи по всему миру: Валужева Е.А., Григоренко Е.Л., Григорьев А.А., Теплов Б.М., Ушаков Д.В., Холодная М.А., Шмелева Е.В., Юркевич В.С., Abidin Z., Bonora D., Burg B., Çepni S., David H., Dreux A., Gökdere M., Gottfried A.E., Gottfried A.W., Kitchen J., Küçük M., Lavonen J., Makkonen T., Makydova L., Matthews D., O'Boyle M.W., Sumida M., Taber, K. S., Tirri K., Trna J., Trnova E., Vrignaud P., Wu E. H.

Среди них есть исследователи, создавшие модели одаренности: Богоявленская Д.Б., Бабаева Ю.Д., Брушлинский А.В., Гордеева Т.О., Дружинин В.Н., Ильясов И.И., Калиш И.В., Лейтес Н.С., Мазунова Л.К., Матюшкин А.М., Мелик-Пашаев А.А., Панов В.И., Ушаков В.Д., Холодная

М.А., Чернова А.Р., Шадриков В.Д., Шумакова Н.Б., Юркевич В.С., Gagné F., Heilbronner N.N., Heller K.A., Perleth C., Lim T.K., Renzulli J.S., Sands M.M.

Исследованиями пропедевтики занимались: Артемьева Ю.А., Асланян И.В., Асмолов А.Г., Божович Л.И., Бражникова Г.Е., Бурменская Г.В., Владимирова Е.В., Володарская И.А., Гуревич А.Е., Даммер М.Д., Демидова М.Ю., Зверева И.М., Зворыкин И.Ю., Исаев Д.А., Казарина Н.Ю., Кашкарова Е.А., Кисленко Е.С., Малин А.Г., Мартемьянова Т.Ю., Масленникова Ю.В., Никифоров Г.Г., Павлов Д.И., Потапова М.В., Понтак Л.С., Пустынникова И.Н., Ромашкина Н.В., Румбешта Е.А., Румянцева Н.Ю., Рыжиков С.Б., Савельева Н.А., Соколова А.А., Степанова Г.Н., Ткачук О.Р., Торопилкина В.Д., Хафизова А.Р., Шигапова Э.Д., Шулежко Е.М., Янин Л.А., Corni F., Fuchs H.U., Fridberg M., Lee H., López-Tavares D.B., Ramírez-Díaz M.H., Salazar A., Zúñiga-Martínez S., Tay J.

О роли физического эксперимента, в том числе, в пропедевтике физики, говорили: Бойкова А.Е., Бражникова Г.Е., Верховцева М.О., Демидова М.Ю., Зенцова И.М., Кудинов В.В., Малин А.Г., Масленникова Ю.В., Мерзлякова О.П., Никитин А.А., Никифоров Г.Г., Полушкина С.В., Потапова М.В., Прояненко Л.А., Ромашкина Н.В., Шиповская С.В., Яковлева И.Д., Ahmed H.D., Asiksoy G., Bajpai M., Bogusevschi D., Chen S., De Aldama C., Georgiou Y., Gkioka O., Gryczka P., Hofstein A., Husnaini S.J., Ioannidis G., Ioannou A., Levy S., Muntean G., Pozo J., Rasheed G., Siahaan P., Tsihouridis C., Tsivitanidou O.E., Vavougiou D.

Несмотря на большую степень проработанности вопросов, связанных с темой этого диссертационного исследования, на данный момент недостаточно исследован вопрос о влиянии физического эксперимента в пропедевтическом курсе физики общеобразовательных учреждений физико-математического профиля на развитие и поддержку одаренности.

Теоретико-педагогическую основу исследования составили научные труды в области:

- Проблем одаренности: Богоявленская Д.Б. и др. (Рабочая концепция одаренности), Рензулли Дж.С. (трехкольцевая концепция одаренности и модель обогащения), Хеллер К.А. (Мюнхенская модель одаренности), Гордеева Т.О. (структурно-динамическая мотивационная модель одаренности), Ганье Ф. (Дифференцированная модель одаренности и таланта);
- Возрастной психологии: Эльконин Д.Б. (Периодизация психического развития), Асмолов А.Г. (Возрастная периодизация жизни человека);
- Пропедевтики физики: Потапова М.В., Мартемьянова Т.Ю., Даммер М.Д., Ромашкина Н.В., Степанова Г.Н., Гуревич А.Е.;
- Физического образования и физического эксперимента в образовании: Лаптев В.В., Кондратьев А.С., Ларченкова Л.А., Комаров Б.А., Ляпцев А.В., Пурышева Н.С., Демидова М.Ю., Никифоров Г.Г., Бражников М.А., Лозовенко С.В., Леонова Н.А.

Научная новизна исследования.

В данном диссертационном исследовании доказано положительное влияние физического эксперимента в пропедевтическом курсе физики на развитие и поддержку одаренности учащихся общеобразовательных учреждений физико-математического профиля, которые, согласно ряду концепций одаренности, могут быть отнесены к одаренным.

Проведен сравнительный анализ отечественных пропедевтических курсов по физике, в том числе впервые изучено влияние объема физического эксперимента в содержании пропедевтических курсов на развитие одаренности.

Проанализированы распространенные модели одаренности. В отличие от ранее опубликованных исследований, предложена прикладная пропедевтическая модель развития и поддержки одаренности (ППМ), проецирующая подходы к одаренности в область пропедевтического обучения физике, на основе которой предложены способы поддержки и развития

одаренности вплоть до методических указаний к созданию занятий для систематического воздействия в течение всего учебного года.

В отличие от работ других авторов, в данной диссертации предложена динамическая классификация образовательных структур для обучения физике одаренных, позволяющая определить, за счет каких взаимодействий между ними может быть оказано наиболее эффективное влияние на развитие одаренных учащихся.

Теоретическая значимость полученных результатов:

- Разработана прикладная пропедевтическая модель развития и поддержки одаренности.

- В рамках ППМ обоснована необходимость большого количества экспериментальных заданий и опытов в содержании пропедевтических курсов по физике.

- Разработана динамическая классификация образовательных структур, выделен пятый тип образовательных структур - «система центров для одаренных детей». Описаны взаимосвязи между этими структурами в рамках их иерархии. Показано, с опорой на какие структуры можно реализовать прикладную пропедевтическую модель развития и поддержки одаренности.

- Проведен анализ существующих и используемых пропедевтических курсов по физике отечественных авторов. Выявлен курс с наибольшим количеством экспериментальных заданий, подходящий для использования при доказательстве эффективности ППМ.

Практическая значимость полученных результатов:

- Для проверки ППМ разработана методика оценки эффективности пропедевтических курсов, включающая в себя наблюдение долгосрочных и отложенных результатов обучения по программе пропедевтических курсов физики с большим удельным весом экспериментальных заданий в их содержании.

- Согласно разработанной методике оценки эффективности пропедевтических курсов проведен анализ массивов данных из электронных

систем управления образовательным процессом в физико-математических школах, списков призеров и победителей олимпиад различных уровней, статистики поступления в вузы, опросов, бесед, анкетирования.

- Предложенная методика оценки эффективности пропедевтических курсов может быть тиражирована.

- Доказана эффективность прикладной пропедевтической модели развития и поддержки одаренности.

- ППМ проецирует теоретические подходы к одаренности Дж. Рензулли и рабочей концепции одаренности в практическую область. На основе модели предложены методические указания по созданию занятий для развития и поддержки одаренности через физический эксперимент в пропедевтическом курсе физики для общеобразовательных учреждений физико-математического профиля.

Основные этапы исследования.

На *I этапе* (с 2013 по 2024 годы) проводился сбор данных для теоретической базы исследования, был проведен анализ научно-педагогической литературы и иных источников. С привлечением методов знакового моделирования была построена и уточнена прикладная пропедевтическая модель развития и поддержки одаренности.

На *II этапе* (с 2013 по 2020 годы) обучающиеся проходили обучение по программе пропедевтического курса с большим удельным весом физического эксперимента.

На *III этапе* (с 2016 по 2024 год) велось наблюдение за успеваемостью, результатами участия в олимпиадах по физике, результативностью поступления в вузы исследуемых групп учащихся. Также проводились опросы и анкетирование педагогов и учащихся. Была проведена статистическая обработка результатов.

Временные периоды разных этапов исследования пересекаются между собой, поскольку до последнего времени велся сбор теоретических данных и уточнялась разработанная прикладная пропедевтическая модель развития и

поддержки одаренности, а также ввиду того, что исследование групп учащихся пролонгированное.

Экспериментальной базой исследования выступило ГБОУ «Президентский ФМЛ №239», а также ГБОУ школа №485 (г. Санкт-Петербург), ГОУ ЯО «Лицей № 86» (г. Ярославль, Ярославская обл.), МОУ «Звениговский лицей» (г. Звенигово, респ. Марий-Эл), МБОУ «Лицей №13», (г. Троицк, Челябинская обл.), ЧОУ «Школа «Таурас» (г. Санкт-Петербург), ФГКОУ «Санкт-Петербургское суворовское военное училище» (г. Санкт-Петербург), МОУ Лицей №1 (г. Ачинск, Красноярский край), Лицей ядерных технологий при НИЯУ МИФИ (г. Димитровград, Ульяновская обл.), МБОУ «Нововязниковская ООШ» (г. Вязники, Владимирская обл.), МКОУ СОШ№2 (г. Светлоград, Ставропольский край), МБОУ «Лицей № 9» (г. Белгород, Белгородская обл.), ГБОУ «Школа Бескудниково» (г. Москва), МБОУ «Средняя общеобразовательная школа №119» (г. Казань, респ. Татарстан), ГБОУ СОШ №4 (пгт. Безенчук, Самарская обл.).

Достоверность и обоснованность результатов исследования обеспечивается анализом научно-педагогической литературы по теме исследования; соответствием полученных результатов исследования с данными других исследователей; статистически значимыми результатами опытно-экспериментальной части исследования; положительными результатами апробации разработанной модели, соответствующими теоретическим выводам исследования; а также опытом работы диссертанта в качестве учителя физики и педагога дополнительного образования в ГБОУ «Президентский ФМЛ №239» г. Санкт-Петербурга (с 2013 года по настоящее время).

Основные положения, выносимые на защиту.

1. Потенциал одаренных учащихся общеобразовательных учреждений физико-математического профиля требует специального подхода, направленного на поддержание их одаренности. Для развития способностей

таких учащихся целесообразна организация соразмерных их талантам учебных вызовов.

2. Для решения задачи эффективного обучения одаренных учащихся физико-математических школ необходима образовательная модель, интегрирующая теоретические концепции одаренности с практическими аспектами обучения, которая позволит спроецировать данные концепции на прикладной уровень и обеспечить их реализацию в образовательном процессе.

3. Важным компонентом разработанной прикладной пропедевтической модели развития и поддержки одаренности является акцент на пропедевтику физики, предполагающий активное использование физического эксперимента в качестве основного элемента каждого занятия, что позволяет учащимся непосредственно взаимодействовать с физическими явлениями и процессами, углубляя понимание фундаментальных концепций и принципов физики.

4. Реализация ППМ, ориентированной на развитие одаренности учащихся школ физико-математического профиля через физический эксперимент в пропедевтическом курсе физики, способствует достижению учащимися значительных образовательных результатов, включающих повышение успеваемости, увеличение числа победителей и призеров олимпиад по физике, а также рост числа случаев успешного поступления в ведущие вузы.

Апробация и внедрение результатов исследования. Основные идеи и результаты исследования докладывались на следующих семинарах и конференциях:

1. Методический семинар «Развитие и совершенствование системной работы по развитию таланта в республике Татарстан» (г. Казань, 14 – 17 августа 2020 г., Университет Талантов);

2. Методический фестиваль «Метапредметность и надпредметность в содержании общего образования» в рамках Петербургского международного образовательного форума (г. Санкт-Петербург, март 2022 г., РГПУ им. А.И. Герцена);

3. Семинар «Пропедевтический курс физики в 5-6 классах: обучение через открытие» в рамках Петербургского международного образовательного форума (г. Санкт-Петербург, 27 марта 2023 г., Президентский ФМЛ №239);

4. Программа повышения квалификации «Инженерное образование в школе» (территория Сириус, 26 октября - 1 ноября 2023 г., Фонд «Талант и успех»);

5. «Фестиваль педагогического мастерства» Госкорпорации «Росатом» (г. Обнинск, 14-15 декабря 2023 г., ИАТЭ НИЯУ МИФИ);

6. Семинар «Пропедевтический курс физики в 5-6 классах: обучение через открытие» в рамках Петербургского международного образовательного форума (г. Санкт-Петербург, 25 марта 2024 г., Президентский ФМЛ №239);

7. Педагогическая конференция «Зеленая ручка» деловой программы IX Отраслевого чемпионата профессионального мастерства Госкорпорации «Росатом» AtomSkills-2024 (г. Екатеринбург, 17-18 июня 2024 г., Корпоративная Академия Росатома).

Основные положения исследования отражены в 7 публикациях (в том числе – 3 публикации в периодических научных изданиях, рекомендованных ВАК Российской Федерации), общий объем 24,31 п.л., авторский вклад – 8,99 п.л. **Структура диссертации.** Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и библиографического списка. Общий объем диссертации составляет 185 страниц, из них 162 страницы – основной текст. Работа содержит 2 формулы, 20 рисунков, 26 таблиц. Список литературы насчитывает 164 источника, из которых 48 на иностранном языке.

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОПЕДЕВТИКИ ФИЗИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

1.1. Проблема образования одаренных в России и в мире

Проблема поддержки и развития одаренности интересует человечество не одно столетие. Попытки раннего выявления и поддержания в детях таланта, одаренности и даже гениальности привели научное сообщество к созданию немалого числа концепций одаренности – как у иностранных, так и у русскоязычных авторов [155]. И сейчас заинтересованность в данной теме достаточно велика [52].

Современные исследователи (например, [24, 164]) выделяют три глобальных подхода к работе с одаренными детьми. Е.Л. Григоренко эти подходы условно были названы «акселерация» (подход, при котором материал изучается экстерном), «изоляция» (подход, при котором одаренные дети собираются вместе в специальных учреждениях и обучаются специальным образом – самый распространенный в России) и «обогащение» (подход, при котором одаренные учащиеся развиваются в рамках кружков, дополнительных образовательных программ, курсов выходного дня и т.д.). Рассмотрим, какие подходы реализуются к обучению одаренных в различных странах и с какими проблемами сталкиваются исследователи.

В статье Готтфрид А.Е. [131] (США) описывается длительное исследование, в ходе которого сравнивалась академическая внутренняя мотивация интеллектуально одаренных детей и контрольной группы. Дети в возрасте от 9 до 13 лет проходили тест, который оценивает внутреннюю

мотивацию к школьному обучению в чтении, математике, обществознании, науке и к обучению в школе в целом. Анализ показал, что в разных возрастах, по сравнению со сверстниками, одаренные дети имели значительно более высокую академическую внутреннюю мотивацию во всех предметных областях и в обучении в школе в целом. По мотивам исследования авторами делаются следующие предположения: дети, которые являются интеллектуально одаренными, получают большее удовольствие от процесса обучения; внутренняя мотивация важна для реализации потенциала одаренности; оценка академической внутренней мотивации должна быть включена в отбор детей для программ развития одаренности.

В статье Абидин З. и др. [117] (Индонезия) показано, что проблемное обучение оказывает положительное влияние на рассуждения одаренных учащихся. И в целом, в исследовании Комарова Б.А. сделан вывод о том, что на данный момент из всех наиболее распространенных технологий обучения педагоги считают наиболее актуальной технологию проблемного обучения [37].

В статье О'Бойла М.В. [148] (США) показано, что мозг математически одаренных детей количественно и качественно отличается от мозга детей со средними математическими способностями. У математически одаренных детей наблюдаются признаки усиленного развития правого полушария, и, когда они вовлечены в мыслительный процесс, они склонны полагаться на мысленные образы. Кроме того, у них наблюдается повышенный межполушарный обмен информацией между левой и правой сторонами мозга, что отражает необычную степень нейронной связи. Автором делаются выводы о том, что педагогам следует разработать методы обучения, использующие особые стили обучения математически одаренных детей. Такие методы могут включать мультимодальные презентации лекций и другие занятия в классе, в которых особое внимание уделяется использованию визуальных образов. Выводы данного исследования, безусловно, полезны, однако на их основании

в работе не предложено более конкретных программ, методик по внедрению подобных образовательных приемов в обучение.

Мэтьюз Д. и др. [146] (США) исследовали подход «школа внутри школы» к организации обучения для одаренных учащихся. Отмечается противоречие между особыми потребностями одаренных учащихся (и, как следствие, необходимостью выделения таких учащихся в отдельные образовательные группы с иной сложностью образовательной программы), и необходимостью комфортного их сосуществования со всеми членами школьного коллектива. Взаимовыгодное сосуществование возможно в рамках подхода «школа в школе». Результаты авторов показывают, что если программы для одаренных реализуются в рамках подхода «школа в школе», то «педагогам необходимо обратить внимание на сложившиеся отношения и активно работать в направлении (а) прозрачности и коммуникации; (б) гибкого доступа к программам для одаренных; (в) равного доступа к оборудованию, помещениям и экскурсиям; (г) осознания неправильных представлений и стереотипов; и (д) признания различных путей к совершенству и достижениям» [146, с. 256]. Основная идея интегрированности одаренных детей в их социальное окружение в школе к взаимной выгоде действительно видится перспективной, однако программа и содержание углубленного образования в рамках «школы в школе» не раскрыта полностью в работе.

В обзорной статье Сумида М. [157] (Япония) описывается образование одаренных в Японии. В Японии нет официальной системы образования для одаренных детей. Однако в 2005 году кабинет министров Японии одобрил и утвердил третий базовый план развития науки и техники (2006-10 гг.), который включает в себя развитие индивидуальности и способностей одаренных детей (*sainou* по-японски). Однако характеристики образования для одаренных (*sainou*) в Японии зависят от конкретной области, и акцент делается на науку и технологии, исследования и разработки, а не на образование. С другой стороны, японцы очень верят в то, что одаренности можно научить. Автором отмечается, что «в японской системе образования, которая до сих пор

была сосредоточена на разработке национальной учебной программы, содержание которой тщательно отбирается на национальном уровне и которая способствовала повышению достижений нации в целом, наблюдается растущее количественное и качественное неравенство между формальным и неформальным образованием. Поэтому срочно необходим ответ для решения проблем быстрой глобализации, усложнения и диверсификации современного общества» [157, с. 281]. Таким образом, перед японскими исследователями все еще стоит нерешенный вопрос о создании и реализации методик и программ по возвращению и поддержанию одаренности способных учащихся.

Большое внимание обучению одаренных уделяется в Израиле. Образование для одаренных в Израиле было создано в 1973 году Министерством образования и культуры. «В программу развития одаренности в Израиле входят: специальные классы в обычных школах, программы внеклассного обучения, курсы обогащения после обеда и специальные научные курсы, предлагаемые колледжами, университетами и муниципалитетами» [122, с. 219]. Тесты, выявляющие одаренных учеников, финансируются министерством и проводятся в школах по всей стране. Программы для развития одаренности в Израиле ставят перед собой в том числе следующие задачи: повышение способности критически и эффективно воспринимать информацию; развитие способности справляться с неопределенностью и решать сложные проблемы; повышение личной инициативы [125]. По данным авторов исследований, программы развития одаренности в Израиле действительно внедрены на разных уровнях: в рамках как основного, так и дополнительного образования.

В статье Кучука М. и др. [141] (Турция) говорится о системе образования одаренных в Турции. Турецкие одаренные дети обучаются в образовательных центрах, называемых "Центрами науки и искусства" (ЦНИИ), в которых для них созданы лучшие возможности. Описывается многоступенчатый процесс отбора учителей в ЦНИИ, включающий в себя предварительный отбор местных органов управления образованием, семинары министерства

образования и проектная работа. Однако при подробном описании подбора профессионалов для работы с одаренными детьми, в работе мало внимания уделяется программам и методам работы, реализуемым в ЦНИИ.

В статье Хеллера К.А. [135] (Германия) отмечается, что одаренность - один из важнейших образовательно-психологических вызовов нового века. Автор выступает за специализированное образование для одаренных. Выдвигается гипотеза о том, что одаренные нуждаются в творческой, стимулирующей учебной среде. Однако как в этой, так и в иных работах нет предложений по прикладному применению методик и моделей обучения одаренных.

Тайбер К.С. в своей книге [158] (Великобритания) описывает политику обучения одаренных учащихся в Великобритании. Так, все школы Великобритании обязаны выявлять группу одаренных и талантливых учеников, состоящую из 5-10% учащихся в каждой соответствующей группе определенного года обучения. Это ученики, которые достигают или имеют возможность достичь уровня, значительно превышающего средний показатель для их годовой группы в их школе. В соответствии с этой политикой, указанные 5-10% включают три группы обучающихся: те, у кого есть способности в одном из «академических» предметов («одаренные»); те, у кого есть талант в искусстве, музыке, физкультуре, спорте или творчестве («талантливые»); и те, у кого «всесторонние» способности («одаренные и талантливые»). В работе больше внимания уделено способам дифференциации одаренных детей среди сверстников, однако не внесено предложений по дальнейшему развитию и поддержке одаренности в выявленных способных учащихся.

В статье Вригнау П. и др. [164] (Франция) описывается, как подходы «акселерация», «изоляция» и «обогащение» функционируют для образования одаренных учащихся во Франции. Отмечается, что для одаренных существует множество практик, начиная с начального образования, которые позволяют совместить школьное обучение со спортивными занятиями или занятиями

искусством. Вводится понятие «двойной проект»: необходимость для спортсменов разрабатывать свой карьерный план одновременно со спортивным проектом. Однако самими авторами работы подчеркивается, что во Франции меры для одаренных не имеют четкой структуры и реализуются множеством различных учреждений.

В статье Григоренко Е.Л. и др. [132] (США, Россия) выполнен обзор системы выявления и обучения одаренных учащихся в России: система рассмотрена с образовательной, исторической и демографо-экономической точек зрения. Охарактеризован вклад системы в международную науку и практику выявления и развития одаренных и талантливых учащихся. Отмечаются особенности системы: традиции предметных олимпиад, минимальное использование стандартизированных психологических тестов, а также наличие лагерей для одаренных детей. Освещение данной темы необходимо, однако в работе не предложено методик, программ для одаренных и «мест их внедрения» в рамках основного или дополнительного образования в России.

Предлагаемая Валуевой Е.А. и др. [16] структурно-динамическая теория рассматривает феномены превращения одаренности в таланты и предлагает варианты деятельности учащихся, при помощи которых это может быть обеспечено. Однако нет конкретной модели по внедрению данной деятельности в основное или дополнительное образование.

Ушаков Д.В. в своей статье [163] отмечает, что система выявления одаренных и талантливых в СССР и России напрямую связаны с традициями предметных олимпиад. В статье сообщается об исследовании более 800 участников финального тура одного из московских интеллектуальных конкурсов при помощи продвинутых прогрессивных матриц Рейвена (Raven's Advanced Progressive Matrices, APM). Исследование выявило слабую корреляцию ($r \approx 0,30$) между результатами олимпиады и баллами APM. Автором отмечается, что такой результат не является полностью неожиданным, поскольку задания Олимпиады составляют специалисты в

соответствующей предметной области, а не специалисты по психометрии. Можно утверждать, что Олимпиада не тестирует одну отдельную когнитивную или личностную черту, а скорее используется для выявления одаренности в целом, как совокупности различных психологических черт.

Статья Юркевича В.С. [115] посвящена проблемам одаренных детей и перспективам их достойной самоактуализации. Автор выделяет две выборки одаренных детей: особо одаренных с большими трудностями самоактуализации и одаренных с высоким уровнем адаптации. Автор предлагает решать проблему особо одаренных детей посредством потребностно-инструментального подхода, который основан на потребности в самоактуализации одаренного человека. Автор полагает, что на основе этой потребности у ребенка должен быть создан т.н. «доминантный жизненный проект», а навыки адаптации должны рассматриваться как инструменты, направленные на реализацию целей этого проекта. Выводы из статьи Юркевича В.С. перекликаются с идеями в работе Вригнау П. и др. [164], однако в обеих работах не предлагается в достаточной мере разработанной прикладной методики данной, поддерживающей одаренность, деятельности, возможной к внедрению в основное или дополнительное образование.

В статье Холодной М.А. [108] рассматривается эффект, названный автором инверсией развития интеллектуальной одаренности. Суть эффекта выражена в следующем: «интеллектуально одаренный ребенок с возрастом может потерять признаки одаренности, в свою очередь, не всякий интеллектуально одаренный взрослый был в детстве одаренным ребенком» [108, с. 69]. Автор отмечает, что данный эффект связан как с ошибками при идентификации детской одаренности, так и с тем фактом, что одаренность взрослого человека имеет свою специфику. Предлагается понимать интеллектуальную одаренность как постепенно развивающуюся компетентность. Автором предлагаются методы обучения, наиболее подходящие для детей с признаками интеллектуальной одаренности. «Приоритетными должны быть методы, обеспечивающие рост

компетентности в соответствующей предметной сфере (различные варианты обогащающего обучения, исследовательские и проектные методы, разные формы взаимодействия с компетентными взрослыми, в том числе в режиме дистантного обучения, или тьюторства)» [108, с. 76]. Также автором отмечается важная роль системы дополнительного образования в обучении и воспитании одаренных. Однако прикладных методик поддержки одаренности для внедрения в обучение в рамках дополнительного образования не предложено, как и не предложено практических мер для снижения интенсивности процесса угасания одаренности.

Рассмотрим ряд работ, посвященных обучению физике одаренных учащихся.

В статье Макконен Т. и др. [145] (Финляндия) отмечается, что, хотя исследовательское обучение считается одним из наиболее плодотворных методов содействия обучению одаренных учащихся, исследований о преимуществах и недостатках проектного обучения (Project-based learning, PBL) среди одаренных учащихся, изучающих физику, недостаточно. В данной работе исследуется вовлеченность, опыт и результаты обучения среди одаренных финских учащихся старших классов средней школы, изучающих физику с помощью PBL. Модуль PBL из шести уроков по базовой ньютоновской механике был разработан и внедрен для группы одаренных обучающихся, в то время как традиционный подход, ориентированный на учителя, использовался среди контрольной группы. Согласно результатам, PBL способствовал вовлечению обучающихся в изучение физики. Никаких различий в общих результатах обучения между группами обнаружено не было.

Полученные авторами результаты также подчеркивают влияние автономии при обучении с помощью PBL. Отмечается, что автономия является обязательным требованием в поведении учащихся, и, кроме того, она связана с более глубокой когнитивной вовлеченностью и более позитивным отношением к изучению естественных наук.

При отборе одаренных обучающихся для исследования авторы руководствовались моделью Ф. Ганье, согласно которой люди, входящие в верхние 10% своей возрастной группы, по крайней мере, в одной области способностей, могут считаться одаренными. Учитывая это, они отбирали учащихся из одной из самых успешных (по требованиям к поступлению и по результатам выпускных экзаменов) школ Финляндии.

Авторы исследования отмечают отсутствие различий в освоении темы одаренными учащимися в рамках PBL и контрольной группой, однако эксперимент проводился лишь на модуле из 6 уроков. Для более точных выводов требуется дальнейшее изучение темы и более широкое экспериментальное воздействие.

Андреева Н.Д. и Малиновская Н.В. в масштабном исследовании проектной и исследовательской деятельности школьников отмечают, что «проведение проектно-исследовательской работы является частью системы выявления, поддержки и развития талантов у детей и молодежи, так как способствует раскрытию индивидуальных способностей обучающихся» [3, с. 230].

В статье Трна Й. и др. [160] (Чехия) утверждается, что учебные задачи по физике для одаренных учащихся должны быть представлены в специальной форме, полезной для развития этой одаренности. Когнитивная мотивация является важной составляющей одаренности учащегося. Отмечено, что эксперименты по физике сильно мотивируют одаренных учащихся. В работе представлены результаты исследования задач обучения физике для одаренных учащихся на основе анализа мотивационных факторов в обучении физике. В частности, авторами показано, что сильную мотивацию и поддержку развитию креативности приносят учебные задания по физике, которые содержат создание модификаций. Учебная задача состоит в том, чтобы создать аналогичный эксперимент или, наоборот, эксперимент с дополнительным физическим явлением. Эти учебные задания подходят прежде всего одаренным учащимся для развития их творческих способностей. Выводы

авторов данного исследования поддерживают понимание одаренности в рамках одной из самых известных моделей одаренности по Дж. Рензулли.

В работе Е.В. Шмелевой [111] отмечено, что в российском обществе назрела потребность в качественном образовании для одаренных учащихся. На это указывает и современный образовательный стандарт [70]. О большом общественном внимании к проблемам одаренности в России говорится также в статье Григоренко [132].

В статье Е.В. Шмелевой [111] приводится обзор программ воспитания и образования ведущих мировых образовательных центров для одаренных школьников. Среди выявленных принципов, положенных в основу этих программ, присутствует академическая свобода и продуктивное мышление. Следуя этим принципам, обучающиеся привыкают к критическому мышлению, к практикам исследования и экспериментирования. К дальнейшим задачам исследователей проблемы одаренности можно отнести разработку методик по применению данных принципов на практике.

В научном сообществе широко представлены работы, касающиеся проблем обучения одаренности. Как отечественные авторы, так и зарубежные освещают вопросы образования для одаренных, входящие в вопросы государственной политики множества стран. В части государств образовательная политика для одаренных осуществляется централизованно, в иных она децентрализована. Многими исследователями затронута тема дифференциации одаренных учащихся. Тем не менее, как нельзя говорить о единой модели одаренности, разделяемой большинством, так и невозможно говорить о единых методиках обучения одаренных, лежащих в основе реализуемых странами политик образования одаренных.

1.2. Модели одаренности

В данном параграфе будут рассмотрены модели и концепции одаренности отечественных и зарубежных авторов. Большая советская энциклопедия дает следующие определения: «Модель (в широком понимании) — образ (в т. ч. условный или мысленный — изображение, описание, схема, чертёж, график, план, карта и т. п.) или прообраз (образец) какого-либо объекта или системы объектов (“оригинала” данной М.), используемый при определённых условиях в качестве их “заместителя” или “представителя”» [12, с. 399]. «Концепция (от лат. *conceptio* — понимание, система), определённый способ понимания, трактовки к.-л. предмета, явления, процесса, основная точка зрения на предмет и др., руководящая идея для их систематического освещения» [11, с. 94].

Ниже представлены примеры как концепций, так и моделей, а некоторые работы удовлетворяют обоим терминам. Мы, однако, будем пользоваться авторскими названиями.

Одной из общепринятых моделей одаренности является трехкольцевая концепция одаренности Рензулли [150] (США). Разберем подробно данную модель и другие наработки Дж. Рензулли. Они обладают точностью и наглядностью, а также в своей совокупности имеют высокий потенциал к практическому применению при их развитии.

Название модели «трехольцевая» происходит от концептуальной основы теории, а именно: трех взаимодействующих кластеров признаков (способности выше среднего, целеустремленность и креативность) и их взаимосвязи с общими и специфическими областями человеческой деятельности [151]. Целеустремленность в дословном переводе обозначается в концепции как «приверженность задаче» (*task commitment*). Зачастую отечественными исследователями используется термин «мотивация». Схематическое изображение модели представлено на рисунке 1.

Взаимодействие между этими кластерами черт в конкретной проблемной ситуации создает условия для начала творческого продуктивного

процесса. Теория гласит, что, в то время как способности (особенно общий интеллект, специфические способности и академическая успеваемость) имеют тенденцию оставаться относительно постоянными с течением времени, креативность и целеустремленность являются контекстуальными, ситуационными и временными. Эти кластеры черт проявляются у определенных людей, в определенное время и при определенных обстоятельствах.

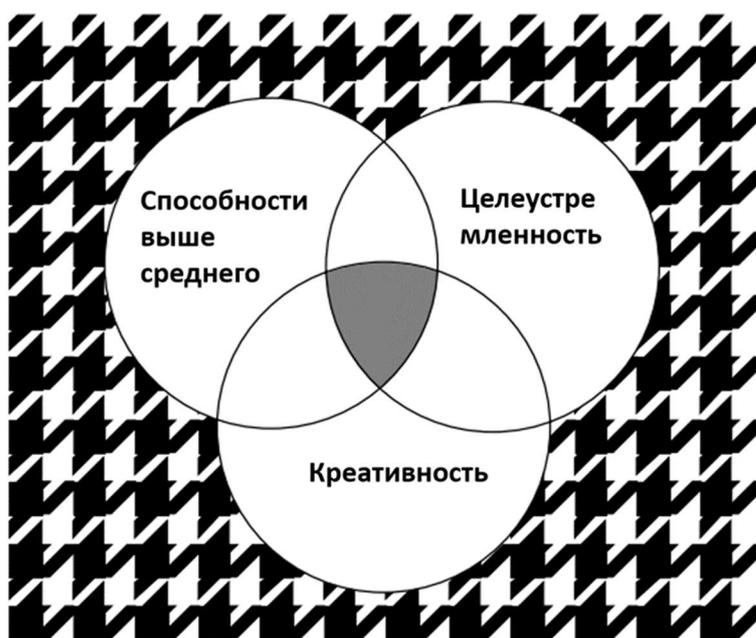


Рисунок 1 – Трехкольцевая концепция одаренности по Рензулли [152, с. 257]

Способности выше среднего – кластер наиболее постоянный. Речь идет о когнитивных способностях, высоком уровне интеллекта, включающем в себя развитость в общих (к примеру, память, пространственные отношения, вербальное и числовое мышление) и специфических (например, рисование, современный танец, музыкальная композиция, поэзия) областях деятельности.

Кластер креативности представляет из себя совокупность таких черт, как изобретательность, находчивость, оригинальность, любопытство, интерес к новшествам, готовность отойти от традиционного.

Целеустремленность или приверженность задачам – это кластер черт, не относящийся напрямую к интеллекту, однако часто встречающийся у творческих личностей, умеющих действовать продуктивно. Речь идет о воле,

настойчивости, решительности, способности к поддержанию внутренней мотивации, позитивной оценке своей способности справиться с задачей. Этот кластер лучше всего может быть обозначен наличием энергии, направленной на решение конкретной проблемы в конкретной области деятельности [151].

Мы наблюдаем на рисунке равновеликость кластеров. Тогда как в каждом отдельном случае величина окружности кластеров у каждого отдельного ребенка может различаться в долгосрочном обучении, а также ситуативно.

Способности выше среднего (академическая успеваемость, общий интеллект), как правило, постоянны, тогда как кластеры «креативность» и «целеустремленность» могут быть по-разному проявлены в разные периоды и относительно разных задач.

«В первоначальной публикации концепции трех колец одаренности Рензулли (1978) отметил, что кластеры должны рассматриваться как "равноправные партнеры" в содействии проявлению одаренного поведения, но со временем мы обнаружили, что чем выше традиционно измеряемые когнитивные способности, тем более способным является человек в большинстве традиционных учебных ситуаций. Кластер способностей выше среднего оказывает преобладающее влияние на одаренность при обучении на уроках. Однако, когда речь идет о творческой/продуктивной одаренности, для достижения высоких результатов необходимо взаимодействие между всеми тремя кластерами. Не все кластеры должны быть одинакового размера, и не все кластеры должны оставаться постоянными на протяжении всей творческой/продуктивной деятельности» [151, с. 347].

И действительно, даже в случаях, когда один из кластеров гипертрофирован изначально, а другие не так (или лишь ситуативно) проявлены, наличие и взаимопроникновение трех этих компонентов остается важным.

Кластеры являются взаимопроникающими и тем взаимоподдерживающими. А следовательно, не только характеризующими, но и развивающими одаренность.

Нередко можно наблюдать ситуацию, когда задача, поставленная перед учеником, не вызвала интереса и энтузиазма, и нельзя было наблюдать активацию кластера целеустремленности. Однако, со временем, когда после изучения материала ученик видит «пространство» для проявления своей креативности в рамках этого задания, то интерес, появляющийся в этом случае, увеличивает мотивированность, то есть приверженность задачам (иное название кластера «целеустремленности»).

«Аналогично, бывают случаи, когда чрезвычайно креативная идея и сильная целеустремленность преодолевают несколько меньшее количество традиционно измеряемых способностей. Такое сочетание может даже позволить человеку увеличить свои способности, приобретя мастерство, необходимое для завершения серьезного проекта или исследования» [151, с. 347].

Рензулли также предлагает модель развития одаренности (рисунок 2), известную как модель триады обогащения. Три типа обогащения в модели триады представлены так, чтобы работать в гармонии друг с другом, и именно взаимодействие между типами обогащения создает динамические свойства, которые не менее важны, чем отдельные компоненты для достижения целей этого подхода к обучению.

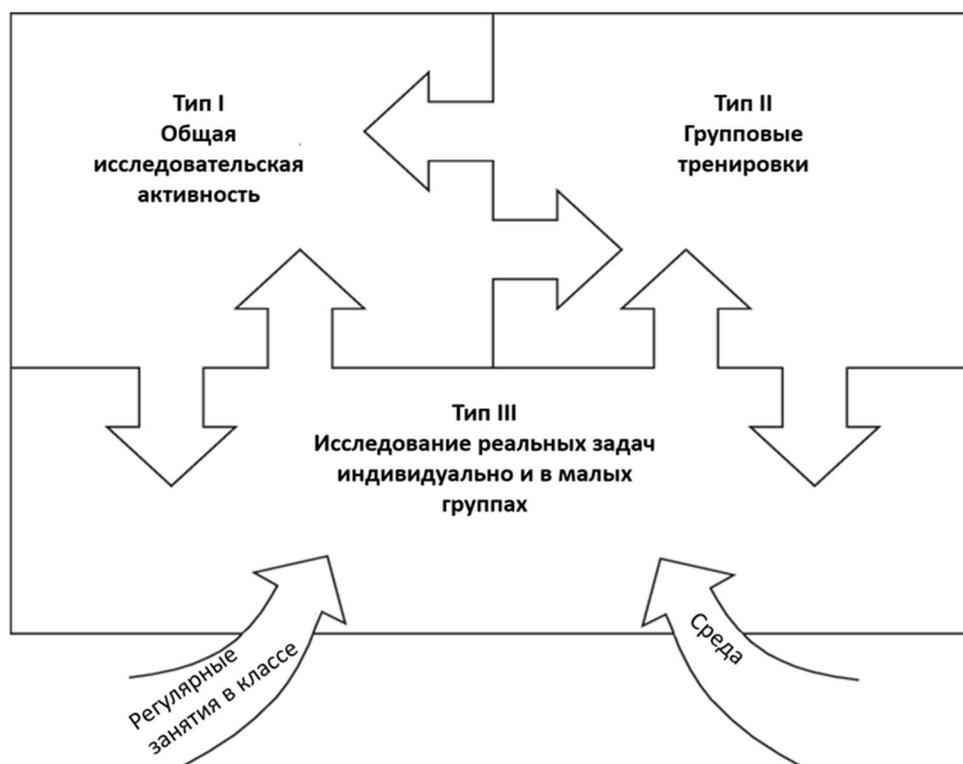


Рисунок 2 – Триада обогащения по Рензулли [150, с. 153]

В обогащение первого типа включена самая общая исследовательская деятельность, знакомящая учеников с понятиями, теориями, идеями, проблемами и навыками – в целом, с возможностями. Зачастую, благодаря этому типу обогащения, у учащихся может появиться мотивация, интерес к изучаемому предмету, любопытство. Также этот тип обогащения может быть методом внешнего стимулирования учащихся к внутренней приверженности и целеустремленности.

Обогащение по второму типу может быть организовано как индивидуально, так и в группах. Это обучение разнообразным когнитивным, междисциплинарным и методологическим навыкам. Данный тип обогащения помогает учащимся подготовиться к производству материальных продуктов, а также к поиску решений реальных, прикладных, задач. Особое место в этом типе обогащения отведено развитию навыков и сбору информации.

«Мероприятия типа I предназначены для привлечения интересов учащихся — для вдохновения; мероприятия типа II предназначены для того, чтобы научить переходить от вдохновения к действию. Как правило,

существует пять категорий видов деятельности типа II, все из которых можно рассматривать как направленные на развитие навыков процесса:

- a) когнитивный тренинг,
- b) эмоциональный тренинг,
- c) обучение навыкам обучения,
- d) исследовательские и справочные процедуры
- e) письменные, устные и визуальные коммуникационные процедуры» [150].

Отечественные исследователи также говорят о необходимости развития исследовательской позиции самого учащегося: «в школе очень важно сформировать у учащихся такие особенности, которые позволяют не только самостоятельно осуществлять известную ему деятельность, но и выдвигать новые идеи, предлагать различные варианты решения, обосновывать их, находить пути практического решения» [18, с. 207].

Обогащение третьего типа по Рензулли включают в себя как индивидуальные, так и групповые исследования реальных проблем. Благодаря данному виду обогащения учащиеся могут достигать следующих целей:

«a) получить углубленное понимание знаний и методологии, используемых в конкретных дисциплинах, художественных областях выражения и междисциплинарных исследованиях;

b) разрабатывать аутентичные продукты или услуги, которые в первую очередь направлены на достижение желаемого воздействия на одну или несколько определенных аудиторий;

c) развивать навыки самостоятельного обучения в областях планирования, поиска проблем и фокусирования, управления, сотрудничества, принятия решений и самооценки;

d) развивать целеустремленность, уверенность в себе, чувство творческих достижений и способность эффективно взаимодействовать с другими учащимися и взрослыми, которые разделяют общие цели и интересы» [150].

Опыт третьего типа обогащения можно назвать квинтэссенцией обучения, в котором соединяются содержание и процесс обучения с мотивированным участием обучающихся, обладающих интересом и приверженностью данной исследовательской работе. Форму обучения, отвечающую данному типу обогащения, отмечает в своем исследовании Варфаламеева С.А.: «...форма обучения, предлагающая ученикам самостоятельно решать поставленную перед ними задачу, позволяющая им общаться друг с другом в процессе обучения, а также иметь свободу выбора методов и средств достижения цели, демонстрирующая связь теоретических аспектов физики с ее практическим применением, могла бы сильно повысить учебную мотивацию школьников и их познавательный интерес» [17, с. 626].

Типы обогащения по Рензулли в том числе способствуют овладению учащимися такими знаниями и навыками, которые поддерживают развитие функциональной и, в частности, естественнонаучной грамотности. Важность такой поддержки обусловлена недостаточным уровнем функциональной грамотности российских школьников, что было выявлено в авторитетных международных исследованиях. В частности, в статье В.В. Николиной отмечается, что «согласно исследованиям PISA, пятая часть школьников не достигают порогового уровня функциональной грамотности, что проявляется в неготовности обучающихся к свободному применению знаний и умений за пределами учебных ситуаций, в жизненной практике; низком уровне способности обучающихся решать проблемы, сотрудничая с одноклассниками» [68, с. 6].

Практикоориентированный подход в обучении – важное условие всестороннего развития. «Как известно, функциональная грамотность выражает способность человека использовать приобретаемые в течение жизни знания для решения широкого диапазона жизненных задач в различных сферах человеческой деятельности, общения и социальных отношений. Это означает необходимость усиления практической направленности процесса обучения учебным предметам, поскольку каждый из них обладает

потенциалом для формирования функциональной грамотности и(или) ее отдельных видов» [110, с. 152].

В работе А.В. Ляпцева также делается акцент на связи прикладной деятельности в рамках физики с развитием естественнонаучной грамотности и решением реальных задач, что связывает деятельность по развитию естественнонаучной грамотности с типами обогащения по Рензулли. «В отличие от физических задач в заданиях по естественнонаучной грамотности всегда речь идет о реальных явлениях, реальных процессах, реальных ситуациях. И это, несомненно, сказывается на мотивации к изучению предметов естественнонаучного цикла. Ученики понимают, что, в частности, физика отражает реальный мир, а знание физики может оказаться полезным в жизни» [51, с. 372].

Гордеева Т.О. в своей статье [23] развивает трехкольцевую модель одаренности, предлагая структурно-динамическую мотивационную модель (рисунок 3). В данной модели содержится четыре базовых блока мотивации:

- «внутренняя мотивация выбранной деятельности;
- высокая выраженность стремления к самостоятельной постановке и достижению трудных и направленных в будущее целей и намерений;
- оптимистичная вера в собственный потенциал;
- высокая концентрация и настойчивость в выбранной деятельности» [23, с. 2].

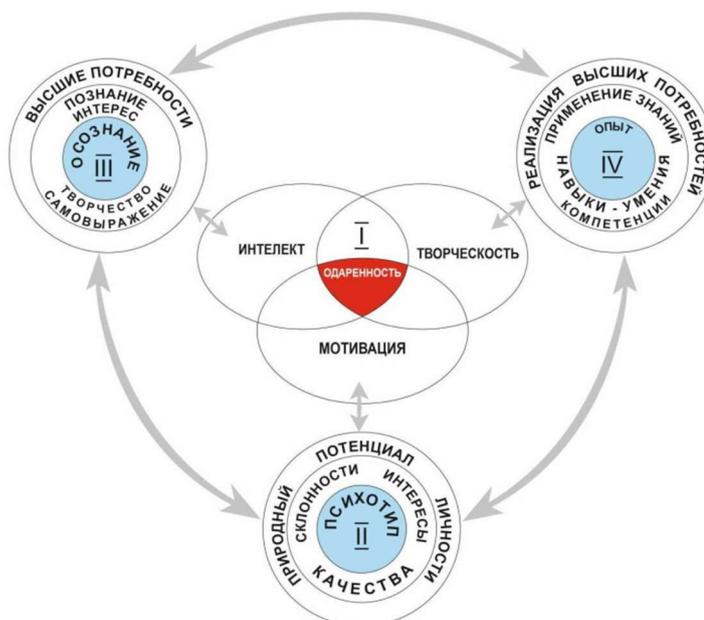


Рисунок 4 – Модель реализации природного потенциала одаренности [52, с. 86]

Автором отмечено, что реализация описанной модели предполагает «обязательное наличие богатого ресурсами познавательно-деятельностного пространства, зонированного в соответствии с базовыми сферами человеческой деятельности» [52, с. 87]. Однако не было предложено конкретных методических указаний для реализации образовательного воздействия по данной модели в рамках учебных занятий.

Иной взгляд на одаренность предложен в статье Ганье Ф. [129], (Канада). В ней осуществлен обзор дифференцированной модели одаренности и таланта (DMGT). DMGT определяет развитие талантов как преобразование выдающихся природных способностей (называемых дарами) в выдающиеся знания и навыки (называемые талантами). Компоненты, взаимодействие которых обобщает суть концепции DMGT по развитию талантов: прогрессивная трансформация (D) из даров (G) в таланты (T). Формальные определения для двух целевых концепций таковы:

«Одаренность означает обладание и использование врожденных и спонтанно проявляющихся выдающихся природных способностей или склонностей (называемых дарами) по крайней мере в одной области

способностей в такой степени, что человек входит по крайней мере в число 10% лучших сверстников.

Талант означает выдающееся владение систематически развитыми компетенциями (знаниями и навыками) по крайней мере в одной области человеческой деятельности в такой степени, что человек входит по крайней мере в число 10% лучших "обучающихся сверстников" (тех, кто накопил такое же количество учебного времени за время текущего или прошлого обучения)» [129, с. 82].

Выделение одаренных учащихся по методу Ганье Ф. представляется достаточно объективным и довольно часто используется исследователями.

Мюнхенское лонгитюдное исследование одаренности, описанное в статье Хеллера К.А. и др. [134], в свою очередь, основано на подходе психометрической классификации с несколькими типами факторов одаренности или таланта. Построенная в результате исследования многомерная модель одаренности (мюнхенская модель одаренности, рисунок 5) состоит из семи относительно независимых групп факторов способностей (предикторов) и различных областей деятельности (критериальных переменных), а также личностных (например, мотивационных) и социальных факторов окружающей среды, которые служат модераторами для перехода индивидуальных потенциалов в выдающиеся результаты в различных областях. Согласно этой международно-признанной модели, одаренность определяется как «многофакторный конструкт способностей в сети некогнитивных (например, мотивация, ожидания контроля, Я-концепция) и социальных модераторов, а также переменных, связанных с результатами деятельности» [134, с. 148]. Для целей диагностики особый интерес представляет разграничение между предикторными, критериальными и модераторными переменными.

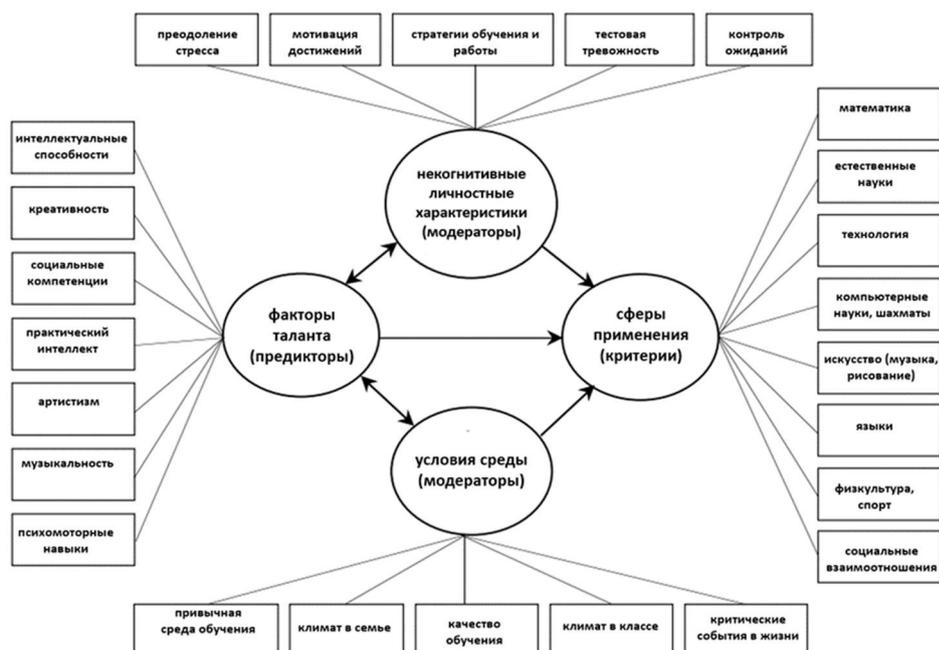


Рисунок 5 – Мюнхенская модель одаренности по Хеллеру [134, с. 149]

Системный подход к одаренности в рамках Мюнхенской модели рассматривает множество факторов, влияющих на нее, однако исследователи по итогам работы и в рамках их концепции не предлагают методик поддержания и развития одаренности.

Среди отечественных авторов Б.М. Теплов выдвигает созвучное Мюнхенской модели определение одаренности, звучащее как «качественно своеобразное сочетание способностей, от которых зависит возможность достижения большего или меньшего успеха в выполнении той или другой деятельности» [105, с. 56].

В работе соавторов «Рабочей концепции одаренности» одаренность определяется как «системное, развивающееся в течение жизни качество психики, которое определяет возможность достижения человеком более высоких, незаурядных результатов в одном или нескольких видах деятельности по сравнению с другими людьми» [8, с. 2]. А одаренный ребенок как «ребенок, который выделяется яркими, очевидными, иногда выдающимися достижениями (или имеет внутренние предпосылки для таких достижений) в том или ином виде деятельности» [8, с. 2].

Много внимания в работе уделено специфике одаренности в детском возрасте. Отмечено, что одаренность может быть закономерным проявлением возрастного развития. В некоторых случаях формирование одаренности у детей может зависеть от неравномерного (рассогласованного) психического развития. Также нередки случаи, когда за одаренного можно принять обученного ребенка (его хорошую социализацию), которая является следствием общего благополучия и более благоприятных условий развития этого учащегося.

В Рабочей концепции одаренности также описаны признаки одаренности, такие, как специфические стратегии деятельности. Среди них «быстрое освоение деятельности и высокая успешность ее выполнения; использование и изобретение новых способов деятельности в условиях поиска решения в заданной ситуации; выдвижение новых целей деятельности за счет более глубокого овладения предметом, ведущее к новому видению ситуации и объясняющее появление неожиданных на первый взгляд идей и решений» [8, с. 13]. Описаны вариации своеобразного типа обучаемости, присущего одаренным детям. А именно: высокая скорость и легкость обучения или же замедленный темп обучения с последующим резким изменением структуры знаний, представлений и умений.

Также освещены виды одаренности по разным критериям: по степени сформированности, по виду деятельности, по форме проявления, по широте проявления в разных видах деятельности, по особенностям возрастного развития.

Несмотря на то, что одаренность в Рабочей концепции одаренности освещена авторами разносторонне, ими тем не менее не предложены в явном виде способы по развитию и поддержке одаренности.

Существует множество концепций одаренности, ее определений и разных подходов к реализации обучения одаренных учащихся. Теоретические наработки многих исследователей сходны в анализе феномена одаренности,

особенно в вопросе мотивации способных школьников как элемента одаренности.

1.3. Современная нормативно-правовая основа обучения физике в учреждениях физико-математического профиля в контексте образования для одаренных

В 2021 году был принят Федеральный государственный стандарт основного общего образования (ФГОС ООО) [70], заменивший стандарт 2010 года [71]. Большое внимание в указанном стандарте уделено вариативности программ основного общего образования. Появилась возможность формирования программ различного уровня сложности и направленности, отсутствовавшая в стандарте предыдущего поколения. Программы, построенные с учетом требований нового ФГОС, могут учитывать в том числе и образовательные способности и потребности одаренных учащихся. Среди важных аспектов, перечисленных в новом стандарте, отметим ориентацию на решение повседневных и нетиповых задач и на осознание обучающимися ценности научного познания.

«При подходе к образованию как к учебной модели науки, решение учебной задачи выступает как модель научного исследования со всеми присущими ему атрибутами – обоснованным выбором идеализации изучаемого процесса (т. е. физической модели явления), исследованием частных и предельных случаев, поиском и разбором аналогий с другими задачами и явлениями, а также сравнением методов их анализа» [41, с. 202].

Методологической основой реализации ФГОС является системно-деятельностный подход. «Под системно-деятельностным подходом

понимается такой способ организации учебно-познавательной деятельности обучающихся, при котором они являются не пассивными "приёмниками" информации, а сами активно участвуют в учебном процессе. Основным результатом является развитие личности ребенка на основе универсальных учебных действий» [42, с. 37].

Новый образовательный стандарт ориентирован в том числе на реализацию Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации [69]. Среди задач, которые ставятся Стратегией, отметим следующую: «создать возможности для выявления талантливой молодежи и построения успешной карьеры в области науки, технологий и инноваций, обеспечив тем самым развитие интеллектуального потенциала страны» [69, с. 13]. Указанную задачу предлагается решать в том числе при помощи «развития современной системы научно-технического творчества детей и молодежи» [69, с. 15].

ФГОС ООО 2021 формулирует требование к предметным результатам «в деятельностной форме с усилением акцента на применение знаний и конкретных умений» [70, с. 9-10], с учетом результатов в том числе - международных сравнительных исследований качества образования. Впервые в стандарте основного общего образования сформулированы требования к результатам освоения программ по некоторым учебным предметам на углубленном уровне.

Среди требований, предъявляемых стандартом к предметным результатам обучения, присутствуют «предпосылки научного типа мышления» и «виды деятельности по получению нового знания, его интерпретации, преобразованию и применению в различных учебных ситуациях, в том числе при создании учебных и социальных проектов» [70, с. 45].

Современными исследователями также отмечается важность формирования естественнонаучной картины мира: «Формирование

представлений о научной картине мира вообще и естественнонаучной — в частности, является одной из приоритетных целей образования» [1, с. 30].

Ценность научного познания отражена и в перечне личностных результатов обучения, среди которых присутствует следующие: «овладение основными навыками исследовательской деятельности, установка на осмысление опыта, наблюдений, поступков и стремление совершенствовать пути достижения индивидуального и коллективного благополучия» [70, с. 48], «навык выявления и связывания образов, способность формирования новых знаний, в том числе способность формулировать идеи, понятия, гипотезы об объектах и явлениях, в том числе ранее не известных, осознавать дефициты собственных знаний и компетентностей, планировать свое развитие» [70, с. 49].

В свою очередь, метапредметные результаты должны отражать в том числе овладение базовыми исследовательскими действиями, среди которых: «проводить по самостоятельно составленному плану опыт, несложный эксперимент, небольшое исследование по установлению особенностей объекта изучения, причинно-следственных связей и зависимостей объектов между собой; самостоятельно формулировать обобщения и выводы по результатам проведенного наблюдения, опыта, исследования, владеть инструментами оценки достоверности полученных выводов и обобщений; прогнозировать возможное дальнейшее развитие процессов, событий и их последствия в аналогичных или сходных ситуациях, выдвигать предположения об их развитии в новых условиях и контекстах» [70, с. 50-51].

Исследователями отмечается, что последний ФГОС ООО обозначает направленность школьного образования «не на формирование и накопление знаний в процессе обучения, а на формирование и развитие потенциала личности, ориентацию ее на достижение, в первую очередь, личностных результатов, таких, как инициативность, самостоятельность в принятии решений, творчество, патриотизм, мотивация к непрерывному образованию и профессиональному росту, к цифровизации, использованию дополнительных

источников для предметной и творческой деятельности ученика, которые составляют характеристику современного культурного типа личности» [78, с. 14].

Остановимся теперь более подробно на требованиях, предъявляемых стандартом к предметным результатам учебного предмета «Физика» в части формирования методов научного познания. Произведем сравнение требований, предъявляемых на базовом и углубленном уровнях (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнение предметных результатов по физике на базовом и углубленном уровнях [70, с. 103-109]

Базовый уровень	Углубленный уровень
<p>5) владение основами методов научного познания с учетом соблюдения правил безопасного труда: наблюдение физических явлений; умение самостоятельно собирать экспериментальную установку из данного набора оборудования по инструкции, описывать ход опыта и записывать его результаты, формулировать выводы; проведение прямых и косвенных измерений физических величин: умение планировать измерения, самостоятельно собирать экспериментальную установку по инструкции, вычислять значение величины и анализировать полученные результаты с учетом заданной погрешности результатов измерений; проведение несложных экспериментальных исследований; самостоятельно собирать экспериментальную установку и проводить исследование по инструкции, представлять полученные зависимости физических величин в виде таблиц и графиков, учитывать погрешности, делать выводы по результатам исследования;</p>	<p>5) владение основами методов научного познания с учетом соблюдения правил безопасного труда: наблюдение физических явлений; умение формулировать гипотезу о результатах наблюдения, самостоятельно собирать экспериментальную установку, описывать ход опыта и записывать его результаты, формулировать выводы; проведение прямых и косвенных измерений физических величин: умение планировать измерения, самостоятельно собирать экспериментальную установку из избыточного набора оборудования, вычислять значение величины и анализировать полученные результаты с учетом оцененной погрешности результатов измерений; проведение несложных экспериментальных исследований: умение планировать исследование, самостоятельно собирать экспериментальную установку по инструкции, представлять полученные зависимости физических величин в виде таблиц и графиков, оценивать погрешности, делать выводы по результатам исследования;</p>
<p>12) умение проводить учебное исследование под руководством учителя, в том числе понимать задачи исследования, применять методы исследования, соответствующие поставленной цели, осуществлять в соответствии с планом собственную деятельность и совместную деятельность в группе, следить за выполнением плана действий и корректировать его;</p>	<p>12) умение совместно с учителем планировать и самостоятельно проводить учебное исследование или проектную работу, в том числе формулировать задачи исследования, выбирать методы исследования, соответствующие поставленной цели, самостоятельно планировать собственную и совместную деятельность в группе, следить за</p>

	выполнением плана действий и корректировать его;
--	---

Из таблицы следует, что на углубленном уровне, по сравнению с базовым, дополнительно предполагается:

- умение формулировать гипотезу о результатах наблюдения;
- умение собирать установку без инструкции;
- умение собирать установку из избыточного набора оборудования;
- умение самостоятельно оценивать погрешность измерений;
- умение самостоятельно планировать несложное экспериментальное исследование;
- умение самостоятельно формулировать задачи исследования, выбирать методы исследования;
- умение самостоятельно планировать собственную и совместную деятельность;
- умение совместно с учителем планировать учебное исследование или проектную работу;
- умение самостоятельно проводить учебное исследование или проектную работу.

Как можно заметить, на углубленном уровне большое внимание уделяется самостоятельной работе обучающихся в части применения методов научного познания. Более того, необходимость овладения этими методами прописана и в требованиях к предметным результатам по химии и биологии.

Важность проектных работ как способа обучения методам научного познания отмечена отечественными исследователями: «...технология проектного обучения предполагает самостоятельность обучающихся в получении знаний, умений и опыта, а создаваемый продукт в процессе самостоятельной работы имеет для них практическую ценность» [7, с. 30]. «...более всего современной школе требуются практики активного познания и проектного действия, ибо мыслительные умения должны быть связаны с исследованиями и праксиологическими движениями» [104, с. 122].

Рассмотренный выше «государственный заказ» реализуется в том числе в общеобразовательных школах физико-математического профиля. В данных учебных заведениях учащимися осваивается углубленная программа по физике и другим дисциплинам.

Вместе с тем, если руководствоваться определением одаренности в модели, созданной Ф. Ганье, с уверенностью можно говорить, что часть контингента таких школ – это одаренные учащиеся.

В программах школ физико-математического профиля в рамках курса физики делается акцент на овладение методами научного познания. Например, помимо стандартных лабораторных работ, входящих в курс 7-9 класса, в программах таких общеобразовательных учреждений, как Президентский ФМЛ №239, Губернаторский ФМЛ №30, Алферовский лицей в основной сетке расписания содержатся лабораторные практикумы по физике.

Так, в Президентском ФМЛ №239 [83] по два часа в неделю в 10 и 11 классе отводится на физический лабораторный практикум. В 10 классе практикум состоит из трех разделов: механика, молекулярная физика и электричество. Также большое внимание вначале практикума уделено вопросам теории погрешности и приближенных вычислений. В 11 классе практикум состоит из трех разделов: «Токи в различных средах», «Электрические колебания» и «Оптика».

В Губернаторском ФМЛ №30 [25] дело обстоит похожим образом: по два часа в неделю в 10 и 11 классах отведено на лабораторные практикумы. Темы сходны с Президентским ФМЛ №239, однако их распределение по классам незначительно различается: в 30 Лицее тема «Токи в различных средах» отнесена к 10 классу, а в 11 классе присутствуют лабораторные работы по механическим колебаниям.

В Алферовском лицее [2] также лабораторные практикумы представлены в 10 и 11 классе. В 10 классе изучаются разделы «Механика» и «Термодинамика». А в 11 классе: «Постоянный ток», «Электромагнитные колебания» и «Оптика».

Однако, несмотря на большее количество часов, отведенное на изучение физики, углубленную программу, определенное количество лабораторных работ в рамках курса физики, потенциал использования физики как платформы для развития и поддержки одаренности нельзя считать исчерпанным.

В частности, перспективным направлением является пропедевтика физики с большим удельным весом физического эксперимента. Поскольку основной курс физики не захватывает период младшего подросткового возраста (соответствующего классам обучения 5 и 6), когда ведущей деятельностью ребенка является учебная [114], им (курсом физики) упускается значительный потенциал данного возраста для заложения основ научной картины мира и возможности оперировать методами научного познания.

«Современная картина мира <...> рассматривается не столько с позиции современных знаний об окружающей действительности, сколько с позиции возможного познания их» [38].

Пропедевтика физики также заслуживает значительного внимания в ракурсе реализации «государственного заказа» не только на качественное естественнонаучное образование, но и на образование одаренных.

1.4. Использование пропедевтических курсов в качестве эффективного инструмента обучения физике в основной школе

Пропедевтика – это «изложенное в сжатой и элементарной форме введение в какую-либо науку, вводный курс в какую-либо дисциплину» [39, с.

482]. Пропедевтические курсы по физике – это циклы занятий, проводимые, как правило, в 5-6 классах школы, до основного курса физики.

Ценность пропедевтики физического знания становится тем выше, чем своевременнее она может быть предложена в рамках образования. Важным периодом развития является ранний подростковый возраст, иными словами, время 5-6 класса. Так как в этот период «...учебная деятельность приобретает черты деятельности по саморазвитию и самообразованию.

В основной школе учащиеся начинают овладевать высшими формами мыслительной деятельности — теоретическим, формальным, рефлексивным мышлением. И хотя подлинной зрелости такое мышление достигает на следующей стадии развития (в юношеском возрасте), тем не менее основы его закладываются с 11—12 лет. Это выражается прежде всего в том, что у подростка появляется способность рассуждать гипотетико-дедуктивным способом, т. е. на основе общих посылок, абстрактно-логически (в словесном плане), не прибегая к опоре на действия с конкретными предметами.

Содержанием такого рассуждения являются высказывания (суждения), а процесс решения интеллектуальных задач опирается на предварительное мысленное построение различных предположений и их последующую проверку. Иными словами, подросток в отличие от младшего школьника создаёт различные гипотезы, а затем их проверяет. Умение оперировать гипотезами как отличительный инструмент научного рассуждения — одно из важнейших достижений подростка в познавательном развитии» [6, с. 20].

Кроме того, при том уровне мышления, который развивается в данный период, есть иная отличительная особенность – развитие рефлексии. Ученик становится все более способен направлять внимание на его собственные интеллектуальные операции, оценивать и анализировать их. Осознание интеллектуальных операций, управление ими – характерная черта данного уровня мышления [6].

Усвоение научных понятий формирует объективные условия для развития у детей теоретического мышления, что особенно применимо к одаренным учащимся.

«Возникновение и развитие теоретического мышления, опирающегося на научное понятие (функционально новое образование, осознанное и выражаемое в речи), служит источником для многих изменений в психике школьника, наиболее полно выраженных в период подросткового возраста. Оно позволяет подростку овладевать новым содержанием, формирует новый тип познавательных интересов (интерес не только к фактам, но и к закономерностям), порождает более широкий взгляд на мир и — что, может быть, самое главное для понимания изменений в личности подростка — приводит к возникновению рефлексии — умению «направить мысль на мысль», а также на познание своих собственных психических процессов и всех особенностей своей личности. Это определяет формирование у него нового самосознания» [9, с. 233-234].

Сформированный в этот период интерес нового типа и общая любознательность учащихся должны быть поддержаны. Это особенно важно при работе с одаренными детьми. Их высокий уровень способностей требует соразмерности «учебного вызова», ведь только в этом случае одаренность может быть поддержана и развита должным образом [93].

Множество современных исследователей сходятся во мнении о полезности введения в программу основной школы пропедевтического курса по физике для 5-6 классов.

Никифоров в своей статье [67] указывает на то, что введение пропедевтического курса физики для 5-6 классов – один из способов решить «проблему 2-2-2», то есть противоречия между объемом предметного содержания и недостатком времени, отведенного на его освоение.

В статье Кашкаровой Е.А. [35] отмечается важность пропедевтики физики: «Поскольку период живой любознательности ребенка обыкновенно продолжается недолго, существует риск упустить момент, когда

любопытность ребёнка сравнительно велика и направлена на познание окружающего мира» [35, с. 228]. Таким образом, автор обосновывает введение курса «Пропедевтика изучения физики в средней школе» для бакалавров по направлению «Педагогическое образование».

Статья Пустынниковой Н.Н. [87] подмечает отсутствие в школьной программе предмета, который бы являлся переходным звеном между предметом «Окружающий мир» в 1-5 классах и предметом «Физика» в основной школе. В статье отмечается, что прохождение обучающимися пропедевтического курса физики способствует повышению уровня их познавательной активности при дальнейшем изучении физики.

В работах Савельевой Н.А. [94], Шулежко Е.М. [113] и Демидовой М.Ю. [31] указано на важность пропедевтики естественнонаучных знаний как дидактического условия преемственности обучения в системе непрерывного физического образования.

В статье Соколовой А.А. [99] описывается положительное влияние занятий по робототехнике с упором на физический эксперимент в пропедевтике физики.

В статье Хафизовой А.Р. [107] обсуждается возможность включения во внеурочную деятельность школьников кружка по физике в качестве пропедевтического курса.

Румбешта Е.А. и др. [91] считают, что естественно-научная подготовка учащихся 5-6 классов является более эффективной, если построена на основе пропедевтического курса физики, а не на основе интегрального естественно-научного курса. Такая подготовка, по мнению авторов, может быть осуществлена в виде элективного курса. Авторы отмечают положительную динамику развития учащихся, прошедших курс, и появление у них мотивации к дальнейшему изучению физики.

В статье Асланян И.В. и др. [5] рассматривается проблема пропедевтики физики в начальном курсе математики. В работе произведен анализ нескольких комплектов учебников математики для 1-4 классов с целью

выявления в них физического содержания, сделан вывод о спиралеобразной форме пропедевтики физики.

В статье Демидовой М.Ю. [31] отмечено, что главной целью естественно-научных пропедевтических курсов должно стать формирование общеучебных умений и способов деятельности, которые востребованы в естественнонаучных предметах.

В работах Масленниковой Ю.В. [63, 62] предлагается авторская концепция, способствующая формированию естественнонаучного мировоззрения учащихся. В частности, автором предлагается начинать изучение физики с 5 класса, а с 6 класса изучать астрономию в рамках курса дополнительного образования.

В диссертации Шулежко Е.М. [112] показана целесообразность введения пропедевтического курса физики для 5-6 классов, поскольку это приводит к повышению уровня знаний выпускников основной школы.

В диссертации Румянцевой Н.Ю. [92] доказано, что пропедевтический курс физики оказывает положительное влияние на успешность дальнейшего изучения систематического курса. Указанное влияние выражено в повышении уровня мотивации и качества предметных знаний обучающихся.

В диссертационном исследовании Ткачук О.Р. [106] выявлено положительное влияние, оказываемое пропедевтическим курсом по физике, на результаты учащихся по другим естественнонаучным предметам. Также показано, что введение пропедевтического курса оказывает положительное влияние на сформированность у учащихся целостной естественнонаучной картины мира.

Потаповой М.В. в работах [80, 81] было показано, что пропедевтический курс физики необходим на любом этапе непрерывного образования. Выделены принципы преемственности и персонализации, на основе которых должна строиться программа пропедевтического курса. Обосновано, что материал, предполагаемый к включению в пропедевтический курс, должен

быть систематизирован на основе принципов фундаментализации и генерализации.

Бражникова Г.Е. в своем диссертационном исследовании [15] отмечает: «Современное содержание предметов естественного цикла не обеспечивает преемственного формирования физических понятий. Изучение некоторых из них начинается в начальной школе, затем прерывается на два года и вновь начинается в седьмом классе. Это нарушает преемственность как между начальной и основной ступенями обучения, так и между предметами естественнонаучного цикла, что требует незамедлительного устранения» [15, с. 3].

В диссертации Даммер М.Д. [27] отмечено противоречие между большим объемом предметного содержания курса физики и недостатком времени на его освоение. По мнению автора, одним из основных способов преодоления этого противоречия является введение пропедевтического курса по физике. Также автором выявлен ряд возрастных особенностей учащихся младшего подросткового возраста, обуславливающих целесообразность изучения физики с 5 класса. Среди этих особенностей – зарождающееся в этом возрасте абстрактно-логическое мышление и возникающее чувство самостоятельности.

Несмотря на сходство мнений множества исследователей в отношении полезности и эффективности пропедевтики физики, существуют и опасения на ее счет. Например, в своем выступлении на круглом столе «Парадоксальные результаты международных исследований оценки качества образования» Н.П. Кучер утверждает, что «пропедевтика — очень важная вещь, но мы должны любую тему заканчивать, говоря: вы узнали только самые азы, а дальше будете это изучать глубже. Иначе сжигается мотивационный потенциал...» [74, с. 183].

В статье Владимировой Е.В. [20] также указывается на опасность формирования ложного впечатления всезнания при раннем обучении физики.

Несмотря на мнения о рисках, связанных с введением пропедевтических курсов, большинство исследователей все же сходятся во мнении, что эта мера приводит к положительным результатам. Рассмотрим несколько примеров в других предметных областях.

Диссертация Павлова Д.И. [73] посвящена пропедевтическому преподаванию информатики младшим школьникам. Автором было показано, что «осуществление <...> пропедевтического обучения информатике младших школьников будет способствовать формированию базовой инструментальной грамотности обучающихся в целом и ее читательского компонента в частности, обеспечивая условия для достижения обучающимися планируемых результатов начального общего образования» [73, с. 6].

В диссертации Малина А.Г. [53] показано, что достигаемым образовательным результатом пропедевтической ступени обучения химии может быть овладение ее теоретическими понятиями как общепредметными средствами.

Пропедевтикой естественнонаучного и, в частности, физического образования, интересуются и за рубежом.

В статье Тэй Дж. и др. [159] (США) авторы изучили влияние краткосрочной университетской программы обогащения по естественным наукам на учащихся дошкольных учреждений и их отношение к изучению естественных наук с точки зрения их родителей. Результаты данного исследования подтвердили необходимость дальнейшего предоставления возможностей для изучения естественных наук детям.

В статье Лопез-Таварес Д. и др. [144] (Мексика) описывается разработанная под руководством авторов программа пропедевтического курса по физике для дошкольных учреждений Мексики, включающая элементы исследовательского обучения и геймификации. В статье авторы делают вывод о положительном влиянии данного курса на естественнонаучное образование в дошкольных учреждениях.

В цикле статей Корни Ф. и Фукса Х.У. [123, 124] (Швейцария, Италия) предлагается новый подход к физическому образованию. Результатом усилий авторов стало предложение новой модели обучения физическим наукам, которая опирается на небольшое количество существующих элементов в физике, нарратологии, когнитивной лингвистике и теории развития когнитивных инструментов. Указанная модель создает основу для образного (в основном, метафорического и повествовательного) подхода к преподаванию физической науки. Этот подход может быть использован не только при обучении естественным наукам маленьких детей, но и в целом позволяет по-новому взглянуть на физические процессы, протекающие в природе. В работах приведено множество примеров того, как можно применять образный подход к изучению физики на занятиях.

В статье Фридберг М. и др. [128] (Швеция) описан анализ примеров обучения, которые являются частью программы курсов повышения квалификации для учителей дошкольных учреждений в Швеции. Интерес авторов направлен на целевое и практическое обучение науке, с особым акцентом на вербальную коммуникацию, установленную между учителями и детьми в практических ситуациях обучения в дошкольных учреждениях. В Швеции многие учителя дошкольных учреждений не имеют специального образования для преподавания естественных наук с акцентом на физику и химию. Эти разделы науки были включены в реформированную программу подготовки учителей дошкольных учреждений в 2011 году. На этом фоне преподавание естественных наук в дошкольных учреждениях вместе с детьми в возрасте от одного года до пяти лет - как это происходит в Швеции - может рассматриваться как вызов для учителей.

Заметим, что и в отечественной традиции исследователями отмечается образовательная направленность дошкольного обучения. Авторы отмечают наполненность дошкольного образования предметным содержанием, соответствующем уровню развития дошкольников: «Особым образом следует подчеркнуть образовательную направленность отечественного дошкольного

образования как системы: <...> уникальных методик дошкольного образования как особых совокупностей методов, инструментов и форм взаимодействия с дошкольниками, направленных на развитие и воспитание личности ребенка в той или иной содержательной области» [22, с. 25].

Проблема «психологической» своевременности, эффективности, важности и даже необходимости пропедевтики широко представлена множеством работ в этой области как отечественных, так и зарубежных исследователей. Множество авторов изучали эффективность и влияние на дальнейшие академические успехи школьников пропедевтики как физики, так и других естественно-научных предметов. Однако исследования пропедевтических курсов в рамках развития и поддержки одаренности нам на данный момент не известны.

1.5. Физический эксперимент в пропедевтике физики как эффективное средство овладения методами научного познания в школе

Физический эксперимент – важная составная часть обучения физике. Исследователями выделяется период на рубеже XX- XXI веков, в котором в РФ мало внимания было уделено эксперименту на уроках физики и отмечается необходимость слома данной тенденции: «...требуется актуализация не только самого школьного физического эксперимента, но и методики его освоения будущими учителями физики». [36, с. 2]

На протяжении последних лет множеством исследователей показано, что физический эксперимент является эффективным средством пропедевтического обучения физике.

В работе Зенцовой И.Н. [33] речь идет о домашнем физическом эксперименте в начальной школе, представлены методические особенности такого подхода к обучению в начальной школе. Автором отмечено, что младшие школьники убеждаются в возможности самостоятельного познания природы через выполнение простых экспериментальных заданий.

Статья Прояненко Л.А. и др. [85] посвящена связи между физическими представлениями и конструкторской деятельностью на занятиях по робототехнике. Описаны ситуации, в которых сконструированные части роботов сами становятся объектами изучения, и через это изучение происходит формирование физических представлений.

В статье Яковлевой И.Д. и др. [116] описывается, как можно построить внеурочный пропедевтический курс физики для 5-6 классов, используя физические игрушки. В выводах к работе указывается на высокую познавательную активность и заинтересованность обучающихся, посещающих внеурочные занятия с использованием игрушек, а также на развитие их творческой самостоятельности.

Кудинов В.В. в своих работах [43, 44] обосновывает целесообразность организации процесса пропедевтического обучения физике в 5-6 классах на уровне эмпирического познания. Согласно автору, «процесс обучения физике в 5–6 классах, во многом, основывается на бытовом уровне познания учащихся, который складывается из уже имеющихся у них представлений о явлениях и процессах, наблюдаемых в природе и технике» [43, с. 13]. Разработанная автором методика основана на выполнении учащимися экспериментальных заданий и реализует идеи «об опережающем изучении признаков физических понятий и обучения на уровне эмпирического познания» [44, с. 22]. Этапы научного познания были спроецированы автором на процесс формирования понятий у учащихся. Рассмотрены две классификации экспериментальных заданий: по времени использования и по способам деятельности. В результате педагогического эксперимента автором было подтверждено, что разработанная им структурно-функциональная

модель процесса обучения физике, которая основана на выполнении экспериментальных заданий, способствует более эффективному формированию у учащихся физических понятий и экспериментальных умений.

Масленникова Ю.В. в своей диссертации [61] выделяет три уровня умений учащихся использовать метод научного познания: «наблюдение», «измерение», «эксперимент». Автором описаны виды заданий, относящиеся к этим уровням, и показано, как эти виды заданий могут быть модифицированы сообразно возрасту обучающихся. Отмечено, что при должном построении методики обучения учащиеся 5-6 классов способны выполнять задания всех трех уровней. Вариант методики, представляемой автором, обозначен ею как «обучение через открытие». Основой методики на пропедевтическом этапе является «формирование и развитие первичных физических представлений и понятий на основе проблемного качественного эксперимента» [61, с. 205].

Диссертация Ромашкиной Н.В. [90] посвящена развитию интегрированного курса "Естествознание" для 5-6 класса. В работе доказано, что в рамках интегрированного курса возможно эффективное формирование у учащихся экспериментальных умений, умения моделировать и прочих общеучебных умений. Показано, что изучение интегрированного курса оказывает положительное влияние на дальнейшее изучение курса физики.

В диссертации Демидовой М.Ю. [30] автором выделены основные приемы исследовательской деятельности (выбор способа измерения, выдвижение гипотез-предположений, выбор условий проведения опыта (наблюдения), поиск информации, фиксация результатов исследования), разработана и экспериментально обоснована последовательность обучения этим видам деятельности в рамках интегрированных естественнонаучных курсов для 5-6 класса.

Диссертация Никитина А.А. [66] посвящена разработке и экспериментальной проверке методики обучения методам и приемам научного познания при изучении основ молекулярно-кинетической теории в 6

классе. Результаты педагогического эксперимента подтвердили возможность реализации разработанной автором методики и ее эффективность при преподавании физики в 6 классе.

В диссертации Потаповой М.В. [80] обосновано, что пропедевтические занятия по физике необходимо проводить, основываясь на самостоятельной познавательной деятельности учащихся.

В диссертации Бражниковой Г.Е. [15] отмечено, что наиболее эффективными формами обучения при формировании физических понятий у учащихся 1-6 классов являются в том числе лабораторные занятия, олимпиады, занятия в системе дополнительного образования.

Малин А.Г. в своем диссертационном исследовании [53], посвященном пропедевтике химии, отмечает, что в основе пропедевтического этапа лежит учебно-исследовательская деятельность учащихся, базирующаяся на эксперименте, знаковом моделировании и дискуссионной форме подачи материала.

В работе Н.А. Леоновой отмечается, что «Умения ученика работать с физическими приборами, самостоятельно решать экспериментальные задачи являются важными результатами физического образования. Однако достижения данного результата зависят от многих факторов: наличие материальных и временных ресурсов, компетентности и желания учителя физики, условий безопасного проведения физического эксперимента» [48, с. 1]. Заметим, что пропедевтические курсы физики способны, с одной стороны, привить начальные умения решать экспериментальные задачи, а, с другой, лишены давления фактора материальных ресурсов: экспериментальные задачи в пропедевтических курсах решаются, как правило, на простом оборудовании.

История становления школьного физического эксперимента в России подробно рассмотрена в диссертации Полушкиной С.В. [77]. Автором отмечена дискуссия, развернувшаяся в начале XX века между сторонниками и противниками лабораторных работ в школе. Так, В.В. Лермантов считал

нецелесообразным использовать при обучении лабораторные работы ввиду малого количества времени и недостатка подготовленных учителей. П.А. Знаменский, напротив, считал вопрос организации лабораторных работ в школе центральным вопросом при обучении физике. В итоге целесообразность выполнения лабораторных работ по физике стала общепринятой в советской и российской системах образования.

Рассмотрим недавние работы, касающиеся эксперимента в школе.

В статье Никифорова Г.Г. [67] обсуждается так называемая «проблема 2-2-2», то есть противоречие, возникающее между требованиями к объему предметного содержания в 7-9 классах и временем, отводимым на его освоение (по умолчанию – по два часа в каждом классе). Автор отмечает, что противоречие усилилось с введением ФГОС 2010, поскольку «в соответствии с системно-деятельностным подходом в содержание образования, наряду с предметным, включается и опыт деятельности» [67, с. 116]. Учителя, опрашиваемые в ходе исследования, отметили значительную перегрузку программы в 9 классе. Так же большой проблемой учителя называют дефицит времени на повторение. Исходя из анализа ответов учителей, автор приходит к выводу о необходимости сократить предметное содержание курса физики в основной школе на 20 %, что позволит обучающимся эффективнее осваивать опыт деятельности в соответствии с требованиями ФГОС.

Н.А. Леонова в своей статье также указывает на то, что, несмотря на достаточную оснащенность школ лабораторным оборудованием, учителя не используют его из-за нехватки времени [47].

В диссертации Масленниковой Ю.В. [61] было показано, как осуществить формирование физических понятий посредством экспериментальных заданий. В ходе педагогического эксперимента автором доказано, что умения использовать методы научного познания у учащихся наиболее эффективно формируются в ходе активной экспериментальной деятельности.

В диссертации Верховцевой М.О. [19] автор анализирует современное состояние учебного физического эксперимента и приходит к выводу, что существует недостаточно «способов построения системы учебного физического эксперимента с использованием современного (в том числе цифрового) оборудования и методики его применения» [19, с. 18]. Кроме того, автор в своей работе обосновывает важность методик обучения, ориентированных на приобретение учащимися новых знаний самостоятельно, а также разрабатывает подходы к организации современного лабораторного и демонстрационного эксперимента по физике.

В диссертации Зенцовой И.М. [32] экспериментально показана результативность домашнего экспериментального практикума в качестве средства для предпрофильной подготовки учащихся по физике.

В статье М.А. Бражникова и Н.С. Пурышевой обозначена угроза развитию исследовательских навыков у учащихся современной школы ввиду уменьшения у них степени моторного взаимодействия с физической реальностью: «Выстроенная сто лет назад триада: ручной труд, изготовление самодельных приборов и лабораторные работы по физике, в рамках которой формировались основы исследовательских умений, оказалась деформированной сегодня вследствие вытеснения ручного труда работой с конструкторами, содержащими встроенные датчики, двигатели, блоки управления, физические принципы работы которых для учащихся основной школы остаются неизвестными» [14, с. 177].

Более детально об отсутствии определенных навыков у современного школьника Н.С. Пурышева говорит в другой своей работе: «В частности, отмечается, что у учащихся не сформированы на должном уровне экспериментальные умения: они не умеют составлять схемы включения прибора в экспериментальную установку; анализировать отдельные этапы проведения исследования на основе его описания: делать выводы, интерпретировать результаты наблюдений и опытов» [86, с. 42].

В статье А. Хофштейна [136] (Израиль) показано, что существует достаточно данных, позволяющих предположить, что лабораторные занятия являются эффективным и действенным средством обучения в естественных науках. Соответствующие лабораторные занятия могут быть эффективными, помогая обучающимся формировать свои знания, развивать логические и исследовательские навыки, а также способности к решению проблем. Они могут помочь в развитии психомоторных навыков, а также обладают большим потенциалом для развития навыков сотрудничества и общения между обучающимися. В этом отношении научная лаборатория представляет собой уникальную среду обучения. Таким образом, лабораторные занятия потенциально могут предоставить учителям естественных наук возможность варьировать свои методы обучения и избегать монотонной учебной обстановки в классе.

Результаты исследования Леви и др. [143] (Израиль) выявили противоречие между тем значением, которое учителя придают научным практикам, таким, как эксперимент, и тем, как эти практики представлены на национальном экзамене. Кроме того, исследование выявило несоответствие между научными практиками, которыми, по мнению учителей, занимаются их ученики во время учебных лабораторных занятий, и практиками, которые они выявляют в работе физиков в исследовательских лабораториях. В работе содержится призыв реформировать учебную лабораторию, перейдя от широко распространенных «надуманных» (contrived) лабораторных заданий к заданиям, ориентированным на исследование, которые позволяют обучающимся представить аспекты подлинных исследований и дают им больше ответственности за свою работу.

В статье Гкиока О. [130] (Турция) отмечается, что несмотря на то, что национальная учебная программа Турции включает в себя физический эксперимент, учителя часто игнорируют эксперимент на уроках. Автор указывает на две причины такого положения дел: во-первых, высокие требования к итоговой аттестации по физике ограничивают время, которое

учителя могут затратить на эксперимент. Во-вторых, автор указывает на недостаточное внимание, уделяемое физическому эксперименту, при подготовке учителей физики в вузах.

В последнее время все большее внимание исследователей уделяется использованию современных технологий в проведении учебных физических экспериментов. Вопросы использования современного (в том числе цифрового) оборудования в учебном физическом эксперименте рассмотрены в работе Верховцевой [19].

В исследовании Ляпцева А.В. и Тюканова А.С. показано, что студенты более успешно осваивают методологию научных исследований при сочетании натурального и виртуального экспериментов [50].

В работе С.В. Лозовенко рассматриваются мобильные приложения для смартфонов, которые могут быть использованы как цифровые лаборатории. Отмечается богатый спектр возможностей современного учителя физики по выполнению учебных исследований при помощи смартфонов [49].

В статье Потаповой М.В. и Никитиной М.В. [82] выполнен обзор инструментов и технологий цифровой трансформации физического образования. К таким технологиям авторы относят цифровую образовательную среду вузов, массовые открытые онлайн-курсы и технологии адаптивного обучения.

Леонова Н.А. в своей статье также указывает на актуальность использования компьютерных симуляций физических процессов и моделей физических измерений при обучении физике [47].

Работа Цивитанидоу О. Е. и др. [162] (Кипр) посвящена вопросам использования виртуальной реальности (VR) на уроках физики. Со ссылкой на множественные исследования авторы указывают на то, что в области естественно-научного и физического образования новые технологии, такие, как иммерсивные симуляции в виртуальной реальности, могут облегчить преподавание и изучение физических концепций и явлений, которые невозможно непосредственно наблюдать в повседневном опыте. В частности,

работа авторов посвящена использованию виртуальной реальности при изучении темы «специальная теория относительности».

В статье Гричка П. и др. [133] описывается внедрение веб-приложения, посвященного электрическим схемам, на уроке физики в средней школе. Используемая онлайн-платформа называлась EveryCircuit и позволяла обучающимся виртуально создавать и запускать схемы, а также наблюдать, как ток протекает по построенной ими схеме. Учащиеся использовали эту систему для получения представления о последовательном и параллельном подключениях. Авторы наблюдали повышение понимания обучающимися электрических схем и интереса к ним.

Работа Цихоуридиса Ч. и др. [161] (Греция) посвящена образовательной ценности лабораторных работ при преподавании и изучении физики. В частности, в ней изучались и сравнивались результаты обучения между различными экспериментальными группами при изучении простого нитяного маятника в классах средней школы с учащимися в возрасте 14-15 лет. Первая группа занималась сначала в виртуальной, а затем в реальной лаборатории, а вторая группа - сначала в реальной, а затем в виртуальной лаборатории. Исследовался оптимальный с образовательной точки зрения порядок использования таких лабораторий. Результаты данного исследования показали, что выбор эксперимента в порядке «сначала реальная лаборатория, потом виртуальная» лучше влияет на обучение, чем выбор противоположного порядка экспериментов.

В работе Богусевчи и др. [121] (Ирландия) описывается, как приложение для обучения с использованием технологий «Круговорот воды в природе», посвященное физическим явлениям, связанным с круговоротом воды в природе и образованием осадков, было использовано в небольшом образовательном эксперименте, проведенном в начальной школе в Ирландии. Это приложение содержит трехмерную иммерсивную компьютерную виртуальную реальность и экспериментальные лабораторные симуляции. Цель исследования заключалась в оценке преимуществ приложения с точек

зрения: опыта учащихся, удобства использования и получения знаний. Показаны хорошие результаты по удобству использования и опыту учащихся. В отношении прироста знаний было показано, что увлеченность учащихся экспериментальной группы игрой могла создать барьер в плане улучшения обучения, и VR-приложение будет лучше служить в качестве инструмента для повторения и закрепления знаний.

В статье де Алдама К. и др. [126] (Испания) исследуется, как видеоигры способствуют познанию окружающего мира. В данной работе представлены эмпирические данные об использовании видеоигры Angry Birds и о том, как она может изменить представления учащихся о движении объектов. Результаты исследования показали, что обучающиеся, которые использовали видеоигру, смогли распознать больше переменных, дать лучшие объяснения и лучше понять взаимосвязь между углом и расстоянием.

В работе С. Дж. Хуснаини и др. [137] (Тайвань, ЮАР) исследуется влияние виртуальной и технологически усовершенствованной реальной лабораторий на достижение различных целей обучения. В виртуальной лаборатории (ВЛ) моделировался и изучался маятник, а в физической лаборатории (ФЛ) маятник изучался с использованием приложений «CameraStopwatch» и «Smart Tools». Учащиеся были случайным образом распределены на ВЛ и ФЛ. Результат показал, что ВЛ была столь же эффективна, как и ФЛ, для простых концепций, но была более эффективна для улучшения усвоения сложных концепций. Тем не менее группа ФЛ лучше справилась с важнейшими видами исследовательской деятельности, то есть планированием, экспериментированием и дальнейшим совершенствованием эксперимента. Был сделан вывод, что ФЛ и ВЛ были успешны для достижения различных целей обучения.

В исследовании Сиахаана и др. [156] (Индонезия) определялось влияние компьютерной симуляции на развитие у обучающихся навыков использования методов научного познания. Результаты исследования показывают, что навыки учащихся в области научного познания значительно улучшились: «на

47% (умеренно) по навыку наблюдения; 43% (умеренно) по навыку обобщения; 70% (высоко) по навыку прогнозирования; 44% (умеренно) по навыку коммуникации и 49% (умеренно) по навыку классификации. Эти результаты показывают, что использование простых компьютерных симуляций в обучении физике способно улучшить общие научные навыки на умеренном уровне» [156, с. 1].

В статье Длер Ахмед Х. и др. [118] (Кипр, Северный Кипр) указывается на важность лабораторных курсов в обучении физике и высказывается предположение о том, чем их можно заменить в условиях дистанционного обучения. Авторы изучали влияние метода геймифицированного перевёрнутого обучения (Gamified Flipped Learning (GFL)) на самооценку по физике и инновационные навыки в виртуальном лабораторном курсе физики. Результаты исследования показали, что метод GFL положительно влияет на инновационные навыки обучающихся, но слабо влияет на их самооценку.

Целью исследования Рашид Г. и др. [149] (Малайзия, Пакистан) была оценка эффективности виртуальных лабораторий для развития практических навыков учащихся при изучении физики в средней школе. Для этого было разработано приложение виртуальной лаборатории. В каждой школе учащиеся были разделены на две группы: экспериментальную (использовали приложение виртуальной лаборатории) и контрольную (использовали физическую лабораторию). Результаты учащихся, использовавших приложение виртуальной лаборатории, были лучше по сравнению с контрольной группой. По мнению участников, приложение виртуальной лаборатории было удобным, простым в использовании и способствовало обучению.

Основная цель исследования Баджпай М. [120] (Индия) заключалась в изучении эффективности виртуальной лаборатории для понимания учащимися концепций физики. Результаты данного исследования показали, что учащиеся лучше усвоили концепцию фотоэффекта с помощью виртуальной лаборатории по сравнению с реальной лабораторией.

Несмотря на широкие возможности, предоставляемые учителям виртуальными лабораториями, на данном этапе считаем более приоритетным обучение в рамках классического натурального физического эксперимента.

Реальные эксперименты позволяют детям применять теоретические знания на практике. Они могут видеть, как работают законы физики в реальной жизни, и это помогает им лучше понимать и запоминать материал. Дети учатся планировать, проводить и анализировать эксперименты, что развивает их навыки решения проблем. Важна моторика и вовлеченность органов чувств учащихся. Они могут видеть и трогать предметы, наблюдать за процессами в реальном времени, что повышает вовлеченность в процесс обучения. Кроме того, реальные эксперименты обычно проводятся в группах, что требует от обучающихся сотрудничества и коммуникации. Это способствует развитию социальных навыков и умения работать в команде.

Немаловажным ограничением виртуальных экспериментов является и следующий аспект: в современном мире учащиеся в достаточной, или даже избыточной, степени взаимодействуют с электронными устройствами, что может плохо сказаться на вопросах, связанных со здоровьесбережением [79, 100].

Обобщая вышеизложенное, школьный физический эксперимент — это один из самых эффективных способов, посредством которого школьники могут овладеть методами научного познания. Однако как отечественные, так и зарубежные исследователи отмечают наличие определенных проблем, связанных с физическим экспериментом в школе. Одновременно с этим, анализ материалов по теме показывает, что тема физического эксперимента в пропедевтике недоисследована, так же, как и проблемы обучения одаренных через физический эксперимент в пропедевтике.

Выводы по первой главе

1. Проблемами обучения одаренных учащихся активно занимаются исследователи в России и за рубежом. Образование для одаренных входит в вопросы государственной образовательной политики множества стран, в том числе России. В ряде стран (Россия, Израиль, Турция, Великобритания и др.) образовательная политика для одаренных носит централизованный характер, в других странах (Япония, Германия, Финляндия, Франция и др.) образование для одаренных децентрализовано. В то же время, не существует общепринятого определения одаренности и общепринятой концепции одаренности. Вместо этого существует множество разных моделей, использование которых позволяет с разной степенью эффективности выявлять и обучать одаренных детей.

Вместе с этим, не показана конверсия «концепция одаренности → способы поддержки одаренности → конкретные методические указания для развития и поддержки одаренности в рамках учебного процесса». Представим данную конверсию наглядно в виде рисунка 6.

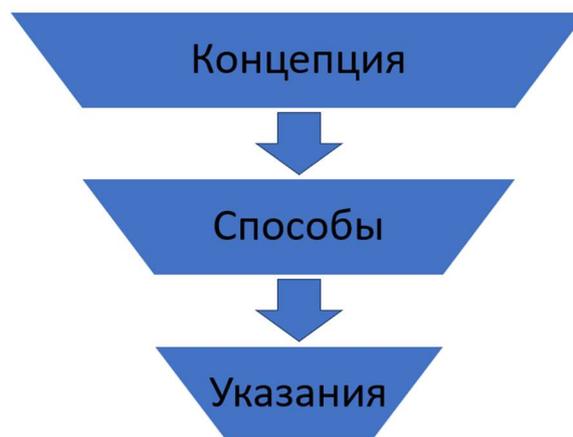


Рисунок 6 – Схема конверсии моделей одаренности

Среди множества моделей одаренности трехкольцевая концепция одаренности Дж. Рензулли совместно с его моделью обогащения представляется перспективной для дальнейшей доработки, поскольку это – та

система, которая содержит в себе два верхних элемента воронки (см. рисунок 7). В ней недостает последнего звена и связей между элементами (окрашены серым).

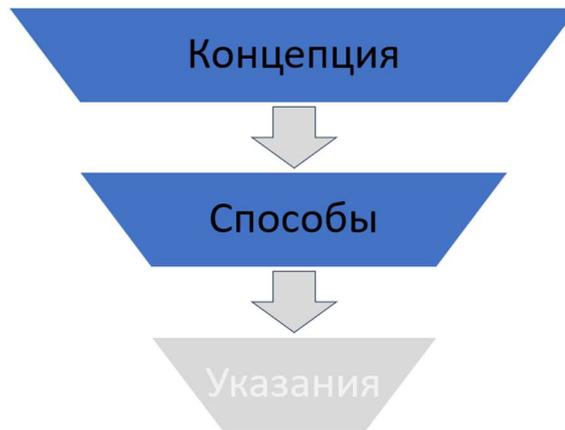


Рисунок 7 – Элементы схемы конверсии у Дж. Рензулли

Рабочая концепция одаренности содержит первый и, частично, третий элементы воронки (см. рисунок 8), но в ней также отсутствуют связи между элементами и второй элемент (окрашены серым).

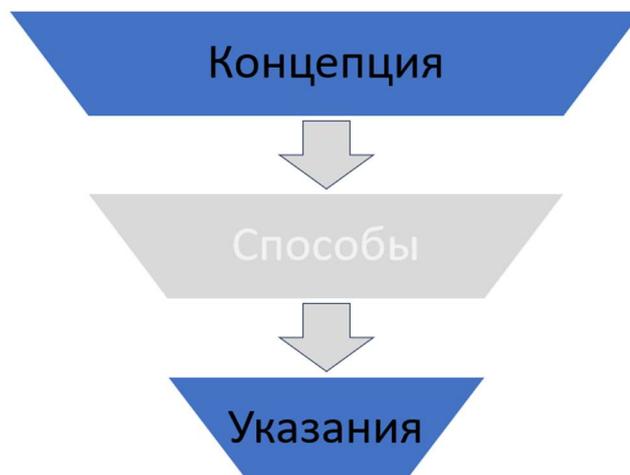


Рисунок 8 – Элементы схемы конверсии в рабочей концепции одаренности

2. Со стороны общества и государства существует запрос на качественное естественно-научное образование и развитие одаренности. Значительная роль отводится углубленным программам общеобразовательных школ физико-математического профиля. Однако на данный момент такими школами не исчерпан весь потенциал для развития и

поддержки одаренности. В частности, мало исследован вопрос о пропедевтических курсах физики с большим удельным весом физического эксперимента в программе.

3. Множество исследователей убедительно доказали пользу введения в программу основной школы пропедевтического курса по физике для 5-6 классов. Отмечается, что введение такого курса позволит решить множество задач: сгладит проблему недостатка времени на освоение методов научного познания в основной школе, поместит в школьную программу переходное звено между предметами «окружающий мир» и «физика», повысит мотивацию, познавательную активность и уровень знаний учащихся при дальнейшем изучении физики, будет способствовать формированию естественнонаучного мировоззрения.

Также существует научный консенсус о том, что физический эксперимент является эффективным средством пропедевтики физики. Показано, что при помощи выполнения экспериментальных заданий в рамках пропедевтического курса учащиеся убеждаются в возможности самостоятельного познания природы, у них происходит более эффективное формирование физических понятий и экспериментальных умений. Исследовательское обучение, обучение с привлечением физических экспериментов являются также несколькими из наиболее эффективных методов обучения одаренных детей физике.

Несмотря на вышеизложенное, не существует исследований, посвященных использованию пропедевтического курса физики для развития и поддержки одаренности.

4. Школьный физический эксперимент является одним из самых эффективных способов, посредством которых учащиеся могут овладевать методами научного познания. При этом, как российскими, так и зарубежными исследователями, отмечается ряд проблем, связанных с физическим экспериментом в школе. Среди этих проблем – недостаток учебного времени, которое можно уделить эксперименту и «надуманность» некоторых

лабораторных заданий, оторванность их от реальных исследований, проводимых учеными.

В последнее время большую актуальность приобрела тема использования цифровых технологий в школьном физическом эксперименте. Однако для задач именно пропедевтики физики целесообразно использовать классический натурный физический эксперимент.

Отметим, что роль физического эксперимента в пропедевтических курсах физики общеобразовательных школ физико-математического профиля для развития и поддержки одаренности не исследована.

Выводы по первой главе могут быть обобщены в следующую схему (см. рисунок 9). В ней требующие доказательства в рамках данной работы элементы окрашены серым цветом, а обоснованные другими исследователями ранее – синим.



Рисунок 9 – Предмет интереса данного диссертационного исследования

ГЛАВА 2. МЕТОДИКА ПРИМЕНЕНИЯ КОНЦЕПЦИЙ РАЗВИТИЯ ОДАРЕННОСТИ К ПРОПЕДЕВТИЧЕСКИМ КУРСАМ ФИЗИКИ С БОЛЬШИМ УДЕЛЬНЫМ ВЕСОМ ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

2.1. Прикладная пропедевтическая модель развития и поддержки одаренности на занятиях по физике в школах физико-математического профиля

«Несмотря на большое количество концепций, описывающих одаренность, до сих пор крайне мало наработок, которые помогают перейти от теории к практике. А именно - позволить практически применить плоды деятельности исследователей одаренности в обучении способных детей» [55, с. 87].

«Вышесказанное приводит к необходимости разработки модели поддержки и развития одаренности, которая, с одной стороны, опиралась бы на существующий массив теоретических наработок в области развития детской одаренности, а, с другой стороны, имела бы прикладной характер и содержала бы указания к конкретной деятельности, способствующей развитию детской одаренности в рамках образовательного процесса. Инструментом реализации такой модели могут стать пропедевтические курсы по физике, ведущая роль в которых отведена физическому эксперименту» [55, с. 87-88].

Выбор данного инструмента обусловлен следующими соображениями:

1. Роль естественнонаучного образования в вопросе поддержки и развития одаренности, несомненно, высока. Об этом свидетельствует, например, тот факт, что в ведущей организации по образованию одаренных в

РФ, ОЦ «Сириус», одним из трех ключевых направлений является «Наука» [97].

2. Особое место физики среди естественных наук: «Физика — наука, изучающая простейшие и вместе с тем наиболее общие закономерности явлений природы, свойства и строение материи и законы её движения. Поэтому понятия физики и её законы лежат в основе всего естествознания» [13, с. 337].

«...как показывает мировой опыт, качества мышления, приобретенные в результате правильно построенного физического образования, оказываются востребованными в самых различных областях деятельности, подчас весьма далеких от физики» [46, с. 336].

«Среди многочисленных педагогических задач, решаемых при изучении физики в средней школе, одной из основных является задача развития мышления обучаемых, определяющего основные моменты становления их личности. Характерная особенность мышления, формирующегося при изучении физики, проявляется, в частности, в умении «на пальцах», т. е. практически без использования математических средств, получить качественную картину изучаемого явления...» [40, с. 159]

3. Физика является экспериментальной наукой. Множеством исследователей доказано, что регулярное выполнение физических опытов, экспериментов, лабораторных работ учащимися способствует развитию у них исследовательских навыков и повышает качество знаний [44, 19].

4. На выдающиеся способности одаренных учащихся позитивно воздействует исследовательская деятельность в рамках предмета «физика» [93].

5. Своевременность пропедевтики физики обоснована и отвечает психологическим особенностям обучающихся 5-6 классов [114, 44, 6, 87, 9].

6. Пропедевтика физики в применении к образованию одаренных недоисследована: «наименее поддержаны диссертационными исследованиями оказались создание, апробация и анализ эффективности учебных программ по

физике для учреждений разного типа и уровня, отражающих содержание современного физического образования разных типов и уровней» [45, с. 42].

Вышесказанное обосновывает необходимость разработки специальной модели, направленной на развитие и поддержку одаренности учащихся, позволяющей перейти к практическому применению знаний об одаренности на прикладном уровне через использование пропедевтических программ по физике с высоким удельным содержанием физического эксперимента.

2.1.1. Динамическая классификация образовательных структур для обучения одаренных

В рабочей концепции одаренности рассматривается четыре типа образовательных структур, направленных на обучение одаренных.

«В рамках современной образовательной среды предлагаем выделить пятый тип - "систему центров для одаренных детей". Выделение пятого типа отражает дополнительные знания, получаемые в организациях, отделенных от школьной системы (городского или федерального масштаба), но дополняющих ее.

Если понимать систему дополнительного образования как систему кружков и курсов, проводимых непосредственно в стенах общеобразовательных учреждений для учащихся данных общеобразовательных школ, то практика центров для одаренных детей понимается как обособленная структура» [55, с. 88].

С 2014 года работает образовательный центр «Сириус» [155], а также сеть региональных центров, работающих по модели «Сириуса».

«В дополнение к рабочей концепции одаренности, где образовательные структуры рассматриваются как рядоположенные элементы, целесообразно предложить описание взаимосвязей между этими структурами в рамках их иерархии» [55, с. 88]. Иерархическая классификация образовательных структур представлена на рисунке 10.



Рисунок 10 – Динамическая классификация образовательных структур для обучения одаренных [55, с. 89]

«В данной динамической модели, изображенной на рисунке 1, толстые стрелки – поток учащихся. Изогнутые стрелки – это направление обмена опытом.

Для появления возможностей наилучшей поддержки одаренности в целом важны как направления и объёмы потоков одаренных детей между элементами, так и обмен опытом между ними.

В данном случае речь идет не только об обмене опытом и расширении преподавательских навыков и мастерства работы с одаренными детьми, но также и об опыте самих учащихся, сферы деятельности которых расширяются, а знания, полученные через формы «над» основным образованием, помогают далее в основном обучении на разных школьных дисциплинах.

Эффект взаимоподдержки между образовательными структурами особенно важен в случаях, когда может быть сформирована единая устойчивая плоскость из разных форм обучения, совместно применяемых для поддержки одаренности учащихся» [55, с. 88-89].

2.1.2. Прикладная пропедевтическая модель развития и поддержки одаренности (ППМ)

Нами предлагается совместить наработки Дж. Рензулли и авторов рабочей концепции одаренности для создания объемной модели развития и поддержки одаренности с опорой на описанную выше динамическую классификацию образовательных структур для обучения одаренных. Модель разработана с использованием метода знакового моделирования. «При знаковом (формализованном) моделировании моделями служат знаковые образования какого-либо вида: схемы, графики, чертежи, формулы и т. д., причем знаковые образования и их элементы всегда задаются вместе с законами, по которым можно оперировать с ними» [34, с.22].

Для представления прикладной пропедевтической модели развития и поддержки одаренности мы используем пространственную метафору мебели, которая способна на поддержку нашего физического тела (см. рисунок 11).



Рисунок 11 – Часть прикладной пропедевтической модели развития и поддержки одаренности [55, с. 89]

«Мы предлагаем рассмотреть трехкольцевую модель одаренности Рензулли как поверхность своеобразного табурета. Взаимопроникающими и

взаимодополняющими точками опоры, через которые идет поддержка одаренности, являются ножки табурета, каждая из которых представляет собой один из типов обогащения по Рензулли.

Немаловажным для устойчивости одаренности является также и поверхность, на которую будут опираться ножки табурета. Вся поверхность «пола» может быть представлена как разнообразные соотношения между основным и дополнительным образованием, описанным динамической классификацией образовательных структур для обучения одаренных» [55, с. 89-90].

2.1.3. Взаимосвязь трехкольцевой модели одаренности и трех типов обогащения Рензулли как элементов ППМ

«Остановимся подробнее на поддержке каждого из кластеров модели одаренности разными типами обогащения. В данной работе мы исходим из мысли, что, несомненно, каждый из типов обогащения является неотъемлемой частью поддерживающей структуры одаренности, а также каждый тип обогащения способствует поддержке и развитию каждого кольца трехкольцевой модели. Однако анализ работ Рензулли позволяет сделать вывод о том, что каждым типом обогащения поддерживается в большей мере группа из двух колец. В трехмерной модели это можно увидеть по местам примыкания «ножек» к поверхности табурета» [55, с. 90]. На рисунке 12 показано данное примыкание.



Рисунок 12 – Часть прикладной пропедевтической модели развития и поддержки одаренности [55, с. 90]

«В приближении: первый тип обогащения влияет интенсивнее на развитие общих способностей учащихся и целеустремленности. В меньшей степени затронута креативность. Зачастую первый тип обогащения в большей степени происходит в системе основного образования» [55, с. 90].

В большинстве случаев на уроках в школах используются методы «дедуктивной модели — это те, которые достигаются непосредственно путем руководства учащимся в предписанных направлениях. При таком подходе учащимся всегда отводится роль изучающих урок и выполняющих упражнения, а не подлинных исследователей из первых рук» [150, с. 154].

«Таким образом одаренные учащиеся вынуждены осваивать дисциплины в одном темпе с другими соучениками. При достаточно быстром и легком усвоении базового материала для способностей одаренных детей нет «вызова» в обучении такого типа. Зачастую кластеру креативности может предлагаться значительно меньше места для проявления при решении образовательных задач в базовом школьном курсе.

Второй тип обогащения в большей степени влияет на способности выше среднего и креативность. Для достаточной стимуляции способностей одаренных детей необходимо увеличить «удельный вес» второго типа обогащения. В частности, увеличивать вовлеченность в деятельность дополнительного образования одаренных детей и/или уделять

пропорционально больше времени классных занятий групповой и самостоятельной исследовательской деятельности в основном образовании. Эксперименты, решение прикладных задач, групповая деятельность будут способствовать активизации кластера креативности, столь необходимого для поддержки общей одаренности. Кроме того, работа в группах особенно полезна, ведь предполагает развитие коммуникационных навыков и навыков коллективного творческого взаимодействия.

Третий тип обогащения более заметно помогает развитию креативности и целеустремленности - тех кластеров, которые бывают порой лишь ситуативно активны, и могут быть в целом менее развитыми кластерами, чем способности выше среднего. В частности, необходимость самостоятельной работы над прикладными проблемами приводит к лучшему пониманию методологии в различных дисциплинах, способствует развитию навыков поиска и формулирования проблем, фокусировки, управления процессами, привлечения к сотрудничеству и взаимовыгодному взаимодействию с другими учащимися и взрослыми.

Непосредственно практически применимой объемная модель в виде табурета становится лишь в случае, если мы добавляем в концепцию поверхность, на которую табурет будет опираться.

Данной поверхностью является «стык» основного и дополнительного образований, на котором табурет может быть размещен по-разному. Таким образом можно добиться разного сочетания «поддерживающий среды» одаренности через типы обогащения (ножки табурета).

Остановимся подробнее на части модели, в которой разные виды образования представляют собой плоскость для устойчивой постановки ножек табурета, а, значит, - устойчивой поддержки и развития одаренности» [55, с. 90-91].

2.1.4. ППМ «на плоскости»

«Несмотря на то, что в динамической классификации образовательных структур для обучения одаренных выделено 5 систем обучения, лучшим образом о плоскости в концепции данной модели мы сможем говорить, если объединим систему центров для одаренных детей, систему школ, ориентированных на работу с одаренными детьми, и систему дополнительного образования» [55, с. 91].

Это целесообразно сделать, поскольку система основного образования явным образом отделена от остальных структур возможностью систематического воздействия на учащихся, а также своей обязательностью, закрепленной законами и нормативными актами, тогда как остальные структуры носят для учащихся необязательный характер, то есть являются дополнительными.

В модели речь идет о плоскости, которая состоит из двух базовых элементов: основного и широко понимаемого дополнительного образования (см. рисунки 13 и 14).

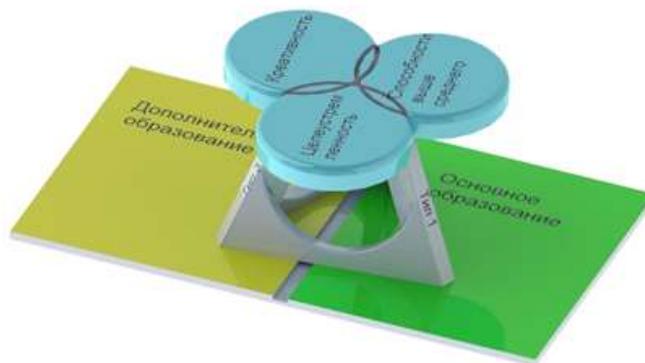


Рисунок 13 – Прикладная пропедевтическая модель развития и поддержки одаренности (вид а) [55, с. 91]

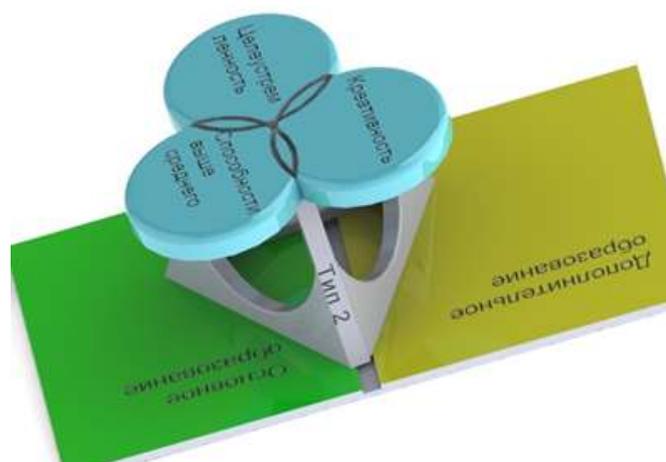


Рисунок 14 – Прикладная пропедевтическая модель развития и поддержки одаренности (вид б) [55, с. 91]

«Именно на данной поверхности необходимо располагать табурет определенным образом для достижения лучшего результата. <...>

Наиболее «подпитывающей» поверхность становится тогда, когда ножка табурета по первому типу обогащения стоит на поле основного образования, а ножки, представляющие собой обогащение по типу два и три, опираются и на поле основного и на поле дополнительного образования.

В рамках показанной выше модели, физический эксперимент в пропедевтике физики занимает ключевое место. Он может быть представлен как в рамках основного, так и в рамках дополнительного образования (плоскость прикладной пропедевтической модели поддержки и развития одаренности), и, таким образом, может влиять на одаренность учащихся через все три типа обогащения. Однако в наибольшей степени через физический эксперимент идет обогащение по второму и третьему типу. А значит, - вклад идет во все кластеры одаренности, что способствует ее всесторонней поддержке и развитию.

Никакие другие занятия в рамках школьного образования не делают учащегося исследователем и самостоятельным «добытчиком» знания так, как занятия по физике, в которых центральную роль играет физический эксперимент» [55, с. 91].

Несомненно, самостоятельное выполнение лабораторных работ по предметам естественнонаучного цикла способствует освоению позиции исследователя. Ни в одной другой учебной дисциплине не отведено такого количества учебных часов на лабораторные работы и опыты, выполняемые самими учащимися, как в физике. Особенно явно это прослеживается в программах физико-математических школ, в которых на лабораторные занятия по физике отведены отдельные часы лабораторных практикумов [83, 25, 2].

Важность своевременности для заложения основ исследовательской позиции у учащихся обусловлено особенностями периода окончания младшего школьного возраста (соответствует возрасту 5 класса), когда ведущей деятельностью все еще является учебная [114].

«В этом возрасте психика детей выгодно отличается как от уровня развития в начале младшего школьного возраста (1 класс), когда познавательной сфере личности еще только предстоит развиваться в достаточной мере, так и в начале младшего подросткового возраста (7 класс), когда ведущая деятельность сменится с "учебной" на "интимно-личностное общение"» [55, с. 92].

Для поддержки одаренных учащихся своевременность пропедевтики физики также важна из-за феномена, о котором пишет М. Холодная – феномена угасания детской одаренности [108]. Данный феномен, по Холодной, вероятен для четырех из пяти типов одаренных учащихся, которые она выделяет.

«Например, категория одаренных детей с дисгармоничным типом развития (первые четыре из пяти) находится в зоне риска угасания одаренности ввиду диссинхронии развития, с чем могут помочь справиться пропедевтические занятия по физике с большим удельным весом физического эксперимента. Действительно, в рамках опытов и лабораторных занятий требуется освоение самых разных видов деятельности, что может

способствовать постепенной гармонизации развития одаренных детей и избегания эффекта угасания одаренности.

Таким образом, для целенаправленной поддержки и развития одаренности требуется предложить учащимся деятельность, связанную с физическим экспериментом в соответствующем возрасте, то есть вовлечь их в занятия на пропедевтических курсах по физике с большим удельным весом физического эксперимента. Остановимся подробнее на видах деятельности, которые предлагают такие курсы, и соотнесем их с типами обогащения.

В целом, **первый тип обогащения** легко реализуется в учебных ситуациях и вне экспериментальной деятельности учащихся. Рассмотрим процессы, происходящие при обучении физике в рамках этого типа обогащения.

Происходит:

- освоение знаний о многообразии тел и физических явлений природы;
- развитие интереса к изучению физических явлений и технического творчества, интеллектуальных и творческих способностей в процессе решения познавательных задач;
- формирование умений воспринимать, перерабатывать и предъявлять информацию в словесной, образной, символической формах, анализировать и перерабатывать полученную информацию в соответствии с поставленными задачами, выделять основное содержание прочитанного текста, находить в нем ответы на поставленные вопросы и излагать его.

Обогащение по **второму типу** представляет собой иные виды деятельности детей и иную степень вовлеченности. Именно в этом типе обогащения основную роль играет физический эксперимент. Экспериментальная деятельность в рамках пропедевтических курсов по физике в этом случае помогает:

- овладению начальными исследовательскими умениями проводить наблюдения, учет, опыты и измерения, описывать их результаты, формулировать выводы;
- формированию умений работать в группе с выполнением различных социальных ролей, представлять и отстаивать свои взгляды и убеждения, вести дискуссию;
- освоению приемов действий в нестандартных ситуациях, овладению эвристическими методами решения проблем;
- применению полученных знаний и умений для решения практических задач в повседневной жизни, безопасного поведения в природной среде;
- воспитанию положительного эмоционально-ценностного отношения к природе; стремлению действовать в окружающей среде в соответствии с экологическими нормами поведения, вести здоровый образ жизни.

Физический эксперимент продолжает играть определяющую роль в обогащении по **третьему типу**. Наряду с компетенциями, приобретаемыми одаренными детьми в рамках обогащения по первому и второму типам, при обогащении по третьему типу происходит:

- овладение навыками самостоятельного приобретения новых знаний, организации учебной деятельности, постановки целей, планирования, самоконтроля и оценки результатов своей деятельности; умениями предвидеть возможные результаты своих действий;
- понимание различий между исходными фактами и гипотезами для их объяснения, теоретическими моделями и реальными объектами, овладение универсальными учебными действиями на примерах гипотез для объяснения известных фактов и экспериментальной проверки выдвигаемых гипотез, разработки теоретических моделей процессов или явлений;

- приобретение опыта самостоятельного поиска, анализа и отбора информации с использованием различных источников и новых информационных технологий для решения познавательных задач.

Типы обогащения II и III могут быть наиболее полно осуществлены, если в жизни одаренного ребенка наряду с основным образованием присутствует и дополнительное. Действительно, существует большой массив экспериментальных заданий, которые невозможно уложить во временные рамки, диктуемые основным образованием. Для наилучшей реализации прикладной пропедевтической модели поддержки и развития одаренности, требуется привлечение временных ресурсов, предоставляемых дополнительным образованием» [55, с. 92-93].

2.2. Анализ существующих пропедевтических курсов физики и роль в них физического эксперимента

Созданием пропедевтических курсов по физике, и в целом по естественнонаучным предметам, занималось множество отечественных исследователей. Рассмотрим известные нам применяемые в практике курсы. Такими исследователями, как Даммер М.Д., Хохлова В.В., Гуревич А.Е., Исаев Д.А., Понтак Л.С., Степанова Г.Н., Мартемьянова Т.Ю., были разработаны подробные программы курсов с учебными пособиями и в ряде случаев рабочими тетрадями для учащихся.

Выделим отдельно наиболее общую из упомянутых выше - программу Гуревича А.Е. и соавторов, так как она представляет собой пропедевтический курс, объединяющий в себе физику и химию. Предложено учебное пособие «Введение в естественнонаучные предметы. Естествознание. Физика. Химия.

5 - 6 классы», а также две рабочих тетради, для 5 и 6 класса соответственно [26]. Учебник по курсу Гуревича и соавторов соответствует Федеральному государственному образовательному стандарту основного общего образования¹.

Даммер М.Д. является создателем двух версий пропедевтического курса. Сначала ею был разработан опережающий курс для 5-6 классов, содержащий два учебника «Физика 5: учебное пособие для 5 класса» и «Физика 6: учебное пособие для 6 класса». Позднее, уже в соавторстве с Хохловой В.В., курс был доработан и представлен в виде учебных пособий, совмещающих в себе учебник и рабочую тетрадь [28, 29]. Пособие издано при финансовой поддержке Министерства Просвещения Российской Федерации в рамках государственного задания, тема «Разработка и реализация модели подготовки будущего педагога на основе междисциплинарных и прикладных подходов STEM-образования»².

В учебно-методический комплекс курса авторства Степановой Г.Н. входят как учебники, один для 5 и один для 6 класса [102, 103], имеющие в выходных данных гриф «учебник для общеобразовательных учреждений», так и рабочие тетради. Безусловно, наличие рабочих тетрадей для учащихся является большим преимуществом в методическом обеспечении.

Данное преимущество есть и у курсов авторства Мартемьяновой Т.Ю. Ею создано учебное пособие «PRO-Физика. Учебно-методическое пособие для учителей, детей и родителей», с которым в комплекте идут две рабочих тетради, для 5 и 6 класса [57, 58, 59]. Издательство «СМИО Пресс», выпускающее данный комплект, включено в перечень организаций, осуществляющих издание учебных пособий, которые допускаются к использованию в образовательном процессе в образовательных учреждениях,

¹ Издательство «Просвещение»: <https://prosv.ru/product/vvedenie-v-estestvenno-nauchnie-predmeti-5-6-klassi-elektronnaya-forma-uchebnika02/> (Дата обращения 07.04.2024)

² Государственное задание № 073-03-2021-020/2 от 21.07.2021 г.

имеющих государственную аккредитацию и реализующих образовательные программы общего образования³.

Данный курс широко используется учителями физики повсеместно, в том числе для обучения детей в школах физико-математического профиля. Данный курс создан в рамках разрабатываемого Мартемьяновой Т.Ю. логико-дидактического подхода [60, 75].

Рассмотрим общие черты всех перечисленных выше пропедевтических программ.

Авторы пособий составляли их таким образом, чтобы каждый параграф был обособленным законченным актом изучения определенной темы. Каждый раз учащиеся проводят от осознания и формулирования исследовательской задачи до самостоятельных действий экспериментального характера и завершения работы решением и выводами.

Способ изложения выбран такой, что побуждает учащихся развивать навык самостоятельного описания и анализа различных явлений, физических и, в одном из пособий, - химических. По ходу прохождения курса младшие школьники все больше получают знания, становящиеся фундаментом для формирования у них современной научной картины мира.

Материалы учебников (и рабочих тетрадей) насыщены примерами физических явлений, наблюдаемыми младшими школьниками повсеместно, в природе и в быту. Кроме этого, в данных книгах большое количество изображений: доступных пониманию схем, наглядных рисунков.

Пособия насыщены экспериментальными заданиями, лабораторными работами, учащимся часто предлагаются к выполнению домашние эксперименты.

Различия в упомянутых пропедевтических курсах тем не менее значительны. Они представлены в таблице 2, где рассматривается качество учебных пособий, по критериям, разработанным С. Михеевой в работе о системе формализованных критериев оценки школьного учебника [147].

³ Приказ Минобрнауки РФ № 699, от 9 июня 2016 г. зарегистрирован в Минюсте 4 июля 2016 г., № 42729

Таблица 2 – Сравнение пособий пропедевтических курсов по формализованным критериям оценки школьных учебников

	Наличие теоретических текстов	Основные тексты (содержат формулировки законов, понятий)	Дополнительные тексты (биографии ученых, занимательные факты)	Наличие иллюстраций	Аппарат ориентировки	Задания для самопроверки	Лабораторные работы	Домашние опыты и эксперименты	Темы для сочинений, докладов
Учебное пособие для 5-6 авторства Гуревича А.Е, Исаева Д.А., Понтак Л.С.	В наличии	В наличии	Минимально	Большое количество. Наиболее красочное пособие	В наличии	В наличии	В наличии	В наличии	Отдельно не выделено
Учебное пособие для 5 класса авторства Даммер М.Д. и Хохловой В.В.	В наличии	В наличии	В наличии	В наличии	В наличии. Структурно проработанное пособие	В наличии	В наличии	Отдельно не выделено	Отдельно не выделено
Учебное пособие для 6 класса авторства Даммер М.Д. и Хохловой В.В.	В наличии	В наличии	В наличии	В наличии	В наличии. Структурно проработанное пособие	В наличии	В наличии	Отдельно не выделено	Отдельно не выделено
Учебное пособие для 5 класса авторства Степановой Г.Н.	В наличии	В наличии	Большое количество. Примеры помогают развитию у учащихся междисциплинарных связей	В наличии	В наличии	В наличии	В наличии	В наличии	Отдельно не выделено
Учебное пособие для 6 класса авторства Степановой Г.Н.	В наличии	В наличии	Большое количество. Примеры помогают развитию междисциплинарных связей	В наличии	В наличии	В наличии	В наличии	В наличии	Отдельно не выделено
Учебное пособие для 5 класса авторства Мартемьяновой Т.Ю.	В наличии	В наличии	В наличии	В наличии	В наличии	В наличии	Наибольшее количество лабораторных работ	В наличии	В наличии
Учебное пособие для 6 класса авторства Мартемьяновой Т.Ю.	В наличии	В наличии	В наличии	В наличии	В наличии	В наличии	Наибольшее количество лабораторных работ	В наличии	В наличии

Наиболее отличными от других являются курсы, разработанные Гуревичем А.Е., Исаевым Д.А., Понтак Л.С., поскольку совмещают в себе пропедевтические курсы как по физике, так и по химии. Они имеют несколько другую структуру и свои особенности. Общий естественнонаучный материал подается через иначе сформулированные и построенные темы занятий.

К примеру, изучается в едином блоке тема «Физические и химические явления». Иной пример: если в остальных пропедевтических курсах (только по физике) подробнейшим образом рассматривается тема единиц измерения (часто вынесена в отдельную главу), то в курсах Гуревича и соавторов эта информация представлена в теме «Тела и вещества», однако подробно на ценах деления приборов и способах измерения нет акцента. Программа для 5 класса состоит из таких обширных тем, как «Введение», «Тела и вещества», «Взаимодействие тел», «Физические и химические явления», «Механические явления» и «Тепловые явления». Для 6 класса – «Электромагнитные явления», «Световые явления», «Химические явления», «Человек и природа», «Земля — планета Солнечной системы», «Земля — место обитания человека», «Человек дополняет природу».

Учебное пособие, единое для 5 и 6 класса, представляет собой насыщенный красочными иллюстрациями, схемами и рисунками материал. В ряду других пособий это - самое яркое по критерию изобразительных материалов, однако уступает другим по наличию дополнительных текстов (в виде занимательных фактов и биографий ученых). Кроме того, в пособии отсутствуют предложенные темы для сочинений и докладов. Однако данный критерий может не быть столь значителен непосредственно для пропедевтических курсов. Данный курс еще отличен от иных тем, что в его программе есть практические задания (части лабораторных работ с выдачей оборудования) в контрольных и проверочных работах.

В курсах, созданных Даммер М.Д. и Хохловой В.В., есть большинство элементов, необходимых для учебного пособия высокого качества. Особенно выверен аппарат ориентировки, грамотно и точно создающий как структуру всего пособия, так и отдельного занятия (главы). Необходимые рассказы об открытиях,

занимательных фактах из истории, примеров явлений в быту и природе выделены курсивом. Отдельно выделены экспериментальные задания. Блок каждого экспериментального задания начинается таблицей, в которой есть столбец с описанием необходимых материалов и оборудования для задания. Однако отдельно не выделены домашние эксперименты, хотя не исключено, что определенные части, включающие в себя экспериментальные задания, могут даваться как домашняя работа. Также нет предложенных тем докладов и сочинений, однако данный элемент редко встречается в большинстве курсов и может действительно быть сочтен не столь обязательным для пропедевтических курсов по наукам в области естествознания.

Говоря о содержательной структуре курса (представлена в таблице 2), в пособии для 5 класса можно выделить раздел «физические величины и способы их измерения», «движение и взаимодействие», а также раздел «вещество». Тогда как такие разделы, как «электрические и магнитные явления», а также «световые явления» предлагаются в пособии для 6 класса. Тема звуковых явлений не вынесена в отдельные главы.

Курсы Степановой Г.Н. также разработаны так, что соответствуют большинству критериев, рассматриваемых в таблице 1. Несмотря на единственный не представленный в учебном пособии критерий «Темы для сочинений, докладов», оно является одним из лучших образцов по структуре. Кроме того, данный курс превосходит все иные количеством и разнообразием заданий для самопроверки, а также дополнительными текстами, которые рассказывают учащимся не только о физических явлениях, но проводят параллели и делают отсылки к другим предметам. Такой подход способствует развитию «более широкого» мышления и создает междисциплинарные связи. «...освоение учащимися межпредметных понятий является одним из основных направлений достижения метапредметных образовательных результатов. Реализация этого направления является не только условием формирования целостной системы знаний, целостного мировоззрения, но и позволит избежать фрагментарности знаний, ошибок, допускаемых учениками в

силу овладения знаниями об определенных свойствах понятий на одном учебном предмете и переноса их на понятия другого предмета...» [98, с. 181].

Содержательная сторона данного курса представляет собой обширные темы, предложенные для 5 класса: «Введение», «Физические величины и их измерение», «Световые явления» и «Звуковые явления». А для 6 класса: «Тепловые явления», «Электрические явления», «Электромагнитные явления».

Учебные пособия, созданные Мартемьяновой Т.Ю., соответствуют всем заявленным критериям учебного пособия высокого качества, включая самый редко встречающийся критерий - в нем присутствуют предложенные темы для докладов учащихся. Прекрасно структурно изложенный материал, возможно, не так обширно наполнен дополнительными текстами с биографиями ученых и занимательными фактами, однако превосходит все остальные пропедевтические курсы обилием экспериментальных заданий. Кроме того, наиважнейшей особенностью занятий данных курсов является предложение в самом начале экспериментальных заданий учащимся самостоятельно формулировать гипотезу для предстоящего опыта. В иных курсах гипотезы уже сформулированы за обучающихся.

Содержание курсов структурировано следующим образом: для 5 класса предложены к изучению следующие темы - «Измерения», «Свет», «Космос», «Звук», «Механика». Для 6 класса названия таких тем, как «Космос» и «Измерения», дублируются, однако наполнены данные темы иным материалом, уже для другого уровня и возможностей освоения. Использована спиральная структура построения материала, предполагающее возвращение к уже изученным темам на новом «витке» - ином уровне сложности. Среди других тем представлены «Вещество», «Силы», «Электричество и магнетизм».

Сравнение содержания курсов представим также в таблице 3.

Таблица 3 – Сравнительная таблица содержания пропедевтических курсов⁴

Курсы Гуревича А.Е., Исаева Д.А., Понтак Л.С. ⁵	Курсы Даммер М.Д. и Хохловой В.В. ⁶	Курсы Мартемьяновой Т.Ю. ⁷	Курсы Степановой Г.Н. ⁸
2 часа в неделю	1 час в неделю	1 час в неделю	1 час в неделю
5 класс			
Введение (5,6%) Тела и вещества (21,5%) Взаимодействие тел (18,7%) Физические и химические явления (42,1%) Механические явления (5,6%) Тепловые явления (6,5%)	Что изучает физика. Физические величины и их единицы измерения (24,2%) Движение и взаимодействие (31,0%) Вещество (44,8%)	Измерения (22,6%) Свет (25,8%) Космос (16,1%) Звук (16,1%) Механика (19,4%)	ведение (7,5%) Физические величины и их измерение (24,7%) Световые явления (56,1%) Звуковые явления (11,7%)
6 класс			
Электромагнитные явления (8,5%) Световые явления (11,7%) Химические явления (13,8%) Человек и природа (33,0%) Земля — планета Солнечной системы (6,4%) Земля — место обитания человека (6,4%) Человек дополняет природу (20,2%)	Электрические явления (31,3%) Магнитные явления (31,2%) Световые явления (37,5%)	Измерения (24,2%) Космос (15,1%) Вещество (27,2%) Силы (15,1%) Электричество и магнетизм (18,2%)	Тепловые явления (51,8%) Электрические явления (34,2%) Электромагнитные явления (14,0%)

Остановимся подробнее на одной из важнейших характеристик пропедевтических курсов согласно представленной выше прикладной пропедевтической модели развития и поддержки одаренности. Проранжируем описанные выше работы по удельному весу в программе пропедевтического курса элементов физического эксперимента.

На представленном ниже рисунке 15 изображен график с информацией о количестве экспериментов, опытов, которые учащиеся делают своими руками,

⁴ Процентное соотношение материала посчитано в курсах:

- Гуревича А.Е., Исаева Д.А., Понтак Л.С. – по количеству часов, уделенных теме;
- Даммер М.Д. и Хохловой В.В. – по количеству глав раздела, уделенных теме;
- Мартемьяновой Т.Ю. – по количеству занятий, уделенных теме;
- Степановой Г.Н. – по количеству страниц пособия, уделенных теме.

⁵ Приведено содержание программы курсов Гуревича А.Е., Исаева Д.А., Понтак Л.С.

⁶ Приведены обобщенные нами главы учебного пособия Даммер М.Д. и Хохловой В.В.

⁷ Приведены главы рабочей тетради Мартемьяновой Т.Ю.

⁸ Приведены параграфы учебника Степановой Г.Н.

используя и специальное оборудование и повседневные бытовые предметы в рассматриваемых пропедевтических курсах. На графике представлено общее количество подобных заданий в каждом из курсов, включая как лабораторные работы и опыты в классных комнатах, так и предлагаемые домашние эксперименты, а также практические задания в контрольных работах. Однако следует отметить, что практические задания в проверочных работах есть только в курсе, разработанном Гуревичем А.Е., Исаевым Д.А. и Понтанк Л.С.

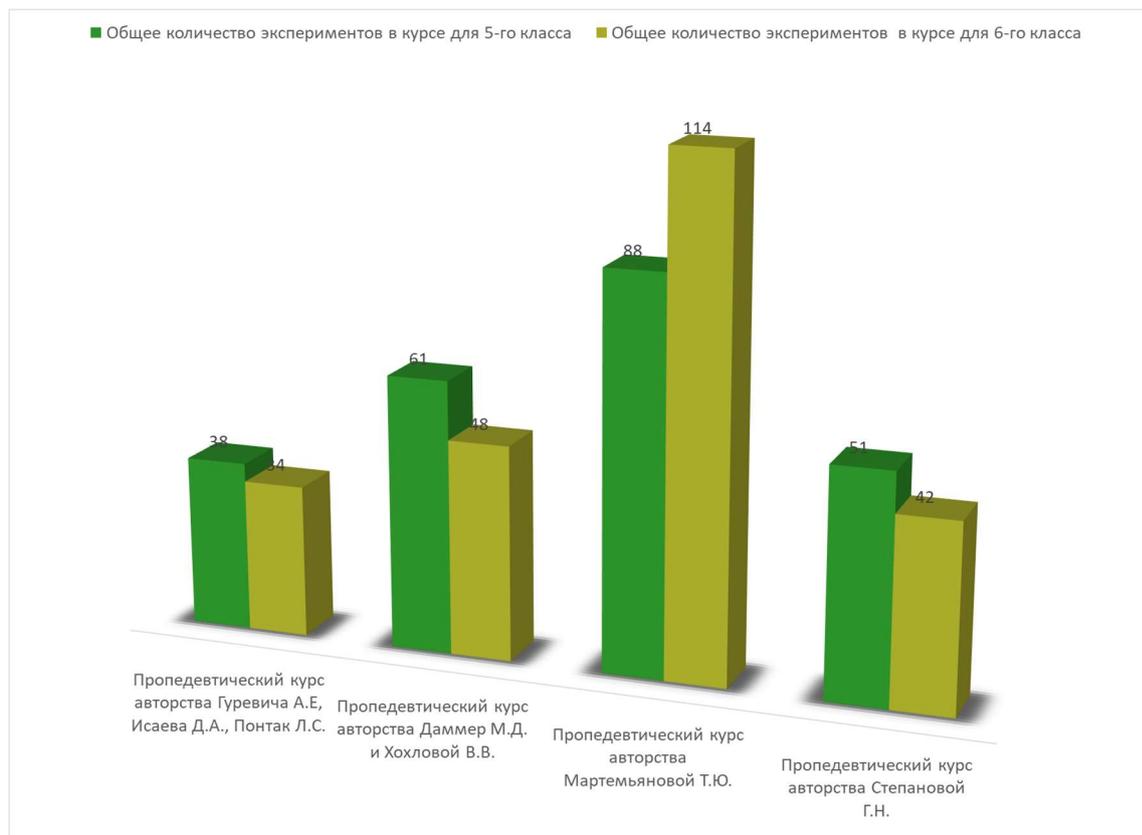


Рисунок 15 – Сравнительный анализ количества экспериментальных заданий в рассматриваемых пропедевтических курсах

Все перечисленные выше пропедевтические курсы используются во множестве общеобразовательных школ по всей стране. Доказана эффективность некоторых из них, выявлено общее повышение успеваемости школьников общеобразовательных школ, проходивших данные пропедевтические курсы [27, 4]. Однако до настоящего времени не было исследовано влияние прохождения пропедевтических курсов на успеваемость и результаты одаренных детей.

Из рисунка 15 можем наблюдать, что наибольшее количество экспериментальных заданий содержится в пропедевтических курсах авторства Мартемьяновой Т.Ю. Поскольку именно в таких курсах наилучшим образом могут быть представлены все три типа обогащения Дж. Рензулли, данные курсы будут рассмотрены нами далее, а также на их примере проиллюстрирована прикладная пропедевтическая модель развития и поддержки одаренности.

2.3. Применение ППМ в школах физико-математического профиля при разработке программ пропедевтики физики с большим удельным весом физического эксперимента

В данной работе мы будем руководствоваться определением одаренности в модели, созданной Ф. Ганье.

«Одаренность означает обладание и использование необученных и спонтанно проявляющихся выдающихся природных способностей или склонностей (называемых дарами) по крайней мере в одной области способностей в такой степени, что человек входит по крайней мере в число 10% лучших сверстников» [129, с. 82].

Подобный опыт определения одаренности уже был использован в исследованиях в Финляндии. В статье Макконен Т. и др. [145] показано, что отбор одаренных учащихся для исследования производился по модели Ф. Ганье. Авторы изучали явление на группе учащихся из одной из самых успешных школ Финляндии (по требованиям к поступлению и по результатам выпускных экзаменов).

Учащиеся, посещающие курс «PRO-физика» Т.Ю. Мартемьяновой, – это дети, прошедшие вступительные экзамены в Президентский физико-

математический лицей № 239. Достаточно отметить, что данное образовательное учреждение возглавляет рейтинг лучших школ⁹ по версии Минобрнауки, а также ежегодно входит в первую десятку школ России по уровню конкурентоспособности выпускников¹⁰.

Таким образом дети, поступившие в Президентский физико-математический лицей №239, входят по крайней мере в число 10% лучших сверстников, и, по критериям Ф. Ганье, могут быть отнесены к категории одаренных учащихся.

Прикладная пропедевтическая модель развития и поддержки одаренности, как видно на рисунке 16, состоит из нескольких элементов.

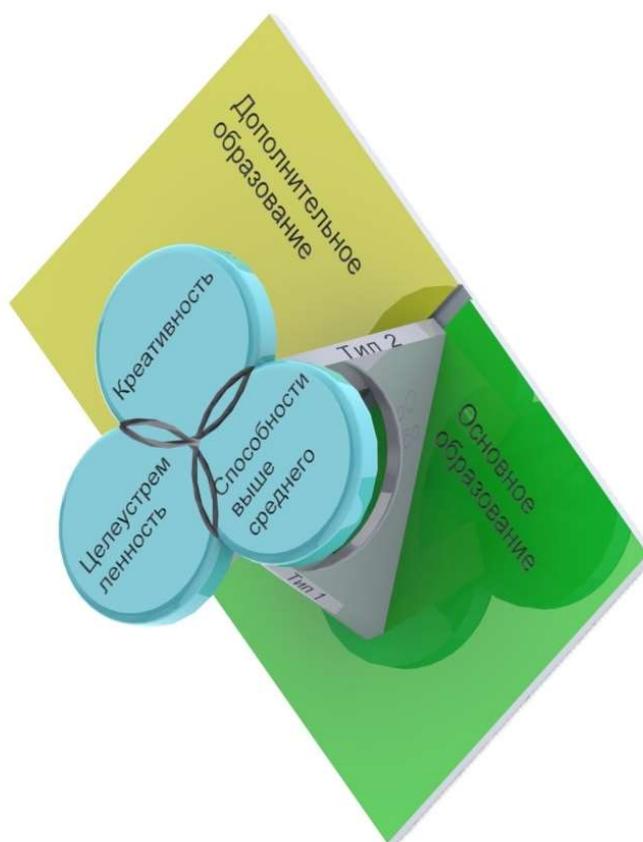


Рисунок 16 – Прикладная пропедевтическая модель развития и поддержки одаренности

Поверхность, на которой располагается «табурет» — это основное и дополнительное образование. В нашем примере учащиеся Президентского ФМЛ

⁹ Администрация Санкт-Петербурга. Официальный сайт. <https://www.gov.spb.ru/gov/otrasl/educ/news/121272/> (Дата обращения: 04.04.2024)

¹⁰ Сайт рейтинговой группы RAEX. <https://raex-rr.com/database/contender/10014483/> (Дата обращения: 04.04.2024)

№239 изучают курс «PRO-физика» авторства Т.Ю. Мартемьяновой как в рамках основного, так и в рамках дополнительного образования. Поверхность самого табурета представлена тремя кластерами одаренности, то есть трехкольцевой моделью Дж. Рензулли. Данные кластеры для развития и поддержки одаренности и необходимо «подпитывать» и «вращивать» через три «ножки табурета», то есть три типа обогащения. Все три типа обогащения представлены не только в целом в курсе «PRO-физика», но и в каждом занятии данного курса.

Для примера разберем ряд занятий в курсе Мартемьяной Т.Ю. для 5 класса.

В занятии 11, которое посвящено распространению света, множество заданий способствуют обогащению по первому типу. Например, задание 6 – призванное научить детей общим правилам нахождения тени и полутени, схематичному изображению этих явлений, подводящее к выводам о том, что в однородной среде свет распространяется прямолинейно и равномерно. Как и предполагается в обогащении по первому типу, это задание знакомит учеников с понятиями, теориями, идеями, проблемами и навыками – в целом, с возможностями. Благодаря этому типу обогащения, у учащихся может появиться мотивация, интерес к изучаемому предмету, любопытство. Таким образом в одаренных учащихся поддерживаются кластеры «целеустремленность» и «способности выше среднего».

Заданием 4 можно проиллюстрировать обогащение по 2 типу. В нем учащимся предлагается самостоятельно создать Театр теней. Такой тип заданий требует конструирования, творческих усилий, способствует развитию пространственного мышления. Явным образом данным заданием, соответствующим обогащению по 2 типу, поддержаны такие кластеры одаренности, как «креативность» и «способности выше среднего».

В домашней работе к этому занятию присутствует несколько экспериментальных заданий, способствующих обогащению по каждому из трех типов. Задание 7 осуществляет обогащение по третьему типу наилучшим образом, ведь в нем одаренным школьникам предлагается решать прикладные задачи – создать камеру-обскуру. Самостоятельное создание объекта, прообраза будущей фотокамеры, который в прошлом помогал человечеству решать такие задачи, как

наблюдение космических объектов, проекции художественных произведений в целях копирования, развивает третьим типом обогащение такие кластеры, как «креативность» и «целеустремленность».

В занятии 10 задание 6 – это задание, которым можно проиллюстрировать обогащение по первому типу. Задание касается общих понятий, идей и теорий, помогает поддерживать и развивать способности выше среднего, а также целеустремленность учащихся в освоении новых тем и ответов на непростые вопросы об изучаемых явлениях.

В задании 7 одаренным детям предлагается сделать тауматроп Гершеля – игрушку-иллюзию, действующую свойство дискретности человеческого зрения. В рамках этого задания осуществляется обогащение по второму типу, потому что учащимся предлагается проявить свою креативность: не только сконструировать механизм, помогающий понять физическое явление, но создать изображение, а также допускается выбор своего сюжета (вместо предложенного «птичка в клетке»).

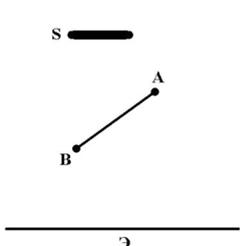
В задании 2 детям предлагается решить прикладную задачу – выяснить, какой глаз у них является ведущим. Что соответствует третьему типу обогащения. Данная задача влечет за собой разговор о человеческом зрении, в частности, и организме в целом. Подобное самоисследование и самопознание, узнавание своего организма и внимательное к нему отношение будет полезным подспорьем для дальнейшего развития.

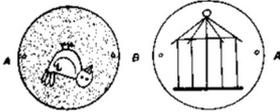
Подобным образом сконструированы занятия и в курсе для 6 класса. К примеру, в занятии 29, посвященном электрической цепи и электрической схеме, задания с 1 по 6 соответствуют в большей степени обогащению по первому типу. Что помогает поддерживать и развивать кластеры «целеустремленность» и «способности выше среднего». Задание 6, предполагающее рисование, конструирование и проведение опыта, соответствует обогащению в большей степени по второму типу, тогда как задание 7, предлагающее создание электровикторины по иным дисциплинам, соответствует также и обогащению по третьему типу. Таким образом поддержаны кластеры одаренности «креативность»

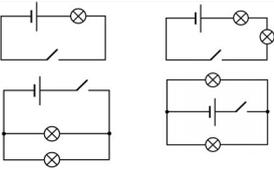
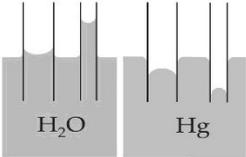
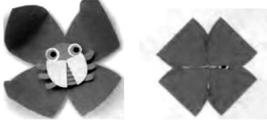
и «способности выше среднего», а также третьим типом обогащения - «креативность» и «целеустремленность».

В занятии 17, посвященном смачиванию и капиллярности, задание 5 может быть иллюстрацией обогащения по первому типу. С 1 по 4 задания являются практическими, что способствует обогащению не только по первому типу, но и по второму. Задание 4, стимулируя креативность учащихся, лучшим образом иллюстрирует обогащение по второму типу. А обогащение по третьему типу можно показать заданием 2. Оно представляет собой эксперимент по смачиванию водой туалетной бумаги. После ответа на ряд вопросов по осмыслению эксперимента, учащимся предлагается обдумать и проверить качество бумаги разного сорта. Это задание, предлагающее решение реальной задачи, полезной в быту, является заданием третьего типа обогащения. Таким образом поддерживаются кластеры «креативность» и «целеустремленность» одаренности учащихся. Для удобства сведем описанные выше примеры в таблицу (см. таблицу 4).

Таблица 4 – Примеры трех типов обогащения в заданиях занятий пропедевтического курса авторства Т.Ю. Мартемьяновой

Занятия	Пример заданий в рамках обогащения по первому типу	Пример заданий в рамках обогащения по второму типу	Пример заданий в рамках обогащения по третьему типу
<i>Занятие 11 в курсе «PRO-физика» для 5 класса</i>	<p>Задание 3 Формулировка: «На рисунке изображён протяжённый источник света S, предмет АВ и экран Э. Найдите (построением) тень A'B' и полутень A'A" и B'B" от предмета АВ на экране Э» [58, с. 31].</p>  <p>Описание: Задание, помогающее понять общие правила нахождения тени и полутени, обучающее схематичному</p>	<p>Задание 4 Формулировка: «1. Отрежьте дно у коробки. В нижней стенке сделайте прорезь. 2. Сделайте экран: вместо вырезанного дна коробки прикрепите скотчем лист белой бумаги. Нарисуйте на нем декорации чёрным фломастером. 3. Вырежьте из картона фигурки кукол, прикрепите каждую фигурку скотчем на полоску картона (для жёсткости можно сложить полоску пополам вдоль длинной стороны). Вставьте кукол через прорези. 4. Позади фигурок зажгите фонарик, чтобы на экране появилась тень. Двигайте куклы, чтобы</p>	<p>Задание 5 Формулировка: «Сделайте камеру-обскуру. Приклейте кальку с треугольником на фонарь. Включите его и положите на стол в тёмной комнате. Отойдите от фонаря на 1 м, направьте камеру-обскуру отверстием на фонарь. Что вы видите на экране? Сделайте чертёж, на котором покажите ход лучей от фонаря, через отверстие в коробке, до экрана. Докажите, что мы будем видеть треугольник перевернутым. Объясните, почему камера-обскура считается прототипом фотоаппарата» [58, с. 32].</p>

	изображению этих явлений.	тени двигались» [58, с. 32]. Описание: Практическое задание, где предлагается самостоятельно создать Театр теней.	Описание: Практическое задание по самостоятельному созданию камеры-обскура.
Занятие 10 в курсе «PRO-физика» для 5 класса	Задание 6 Формулировка: «Какое минимальное количество рисунков надо сделать художнику-мультипликатору для мультфильма продолжительностью 1 минута?» [58, с. 30]. Описание: В данном задании учащимся предлагается, с опорой на свойства зрения, ответить на вопрос о мультипликации.	Задание 7 Формулировка: «Сделайте тауматроп Гершеля. Начертите на белом картоне две окружности радиусом 5 см. Внутри первого круга нарисуйте птичку, внутри другого — клетку. Раскрасьте птичку и клетку. Вырежьте круги. Склейте их так, чтобы клетка и птичка располагались «валетом». Прodelайте две диаметрально расположенные дырки и, продернув них банковские резинки, затяните петли. Нацепите петли резинок на указательные пальцы, закрутите резинки. Отпустите круг. Что вы наблюдаете? Какое свойство нашего зрения используется тауматропе?» [58, с. 30]. 	Задание 2 Формулировка: «Посмотрите через дырку на какой-нибудь небольшой предмет, находящийся на расстоянии 1 – 4 метра. Потом, не смещая голову, поочередно закрывайте правый и левый глаз. Каким глазом Вы увидите через дырку указанный предмет - тот глаз ведущий» [58, с. 30]. Описание: Практическое задание, в рамках которого учащиеся совместно исследуют свойство стереоскопичности собственного зрения.
Занятие 29 в курсе «PRO-физика» для 6 класса	Задание 3 Формулировка: «Рассмотрите электрические схемы. Перечислите элементы электрических цепей, представленных на схемах. Что произойдет, если замкнуть ключ в цепи? Стрелкой покажите условно-положительное направление электрического тока» [59, с. 80].	Задание 2 Формулировка: «Нарисуйте схему "электрической букашки"» [59, с. 80]. Описание: Практическое задание по самостоятельному построению электрической схемы устройства, изготовленного дома (домашнее задание предыдущего занятия).	Задание 7 Формулировка: «Выберите тему для электровикторины (по физике, математике, биологии, географии). Сделайте электровикторину на заданную тему (не менее 8 позиций) и продемонстрируйте её действие» [59, с. 82]. Описание: Практическое задание по самостоятельному

	 <p>Описание: Обучению графическому изображению электрической цепи.</p>		созданию электро-викторины.
<p>Занятие 17 в курсе «PRO-физика» для 6 класса</p>	<p>Задание 5 Формулировка: «Рассмотрите рисунок. В каких трубках жидкость поднимается выше?» [59, с. 50].</p>  <p>Описание: Предлагается ответить на вопросы о капиллярности, рассмотрев рисунок.</p>	<p>Задание 4 Формулировка: «Вырежьте квадрат из цветной бумаги размером 15 x 15 см. Согните вчетверо, вырежьте цветок. Сделайте жучка: на картоне нарисуйте круглое тельце, не больше 7 см в диаметре, сделайте два крылышка и глазки. Посадите жучка на цветок и накройте его лепестками. Опустите цветок на воду в миску с водой» [59, с. 50].</p>  <p>Описание: Практическое задание по созданию из картона жучка в цветке, которое продемонстрирует эффект смачивания, благодаря чему распустится цветок.</p>	<p>Задание 2 Формулировка: «Опустите концы кусков туалетной бумаги и бумажного полотенца в миску с водой. Глубина воды около 5 мм. Понаблюдайте, как вода поднимается вверх по бумаге. По какой из этих двух промокаемых бумаг вода поднимется быстрее? Как высота подъема связана с длиной волокон? Предложите способы проверки качества бумаги разного сорта. При использовании какого сорта бумаги вода поднимается быстрее (медленнее)?» [59, с. 50].</p> <p>Описание: Практическое задание, представляющее собой эксперимент по смачиванию бумаги и освоению способа проверки качества бумаги разного сорта.</p>

В целом в обоих курсах, и для 5, и для 6 класса, мы наблюдаем, что каждое занятие сконструировано так, что есть задания, предполагающие обогащение по каждому из трех типов. Это достигается тем, что курсы наполнены большим количеством заданий, содержащих физический эксперимент. Именно такие задания включают в себя более сложные и редкие обогащения по типу 2 и 3.

2.4. Разработка сценариев занятий с опорой на физический эксперимент в рамках пропедевтических программ по физике при помощи ПШМ

Примеры разработанных сценариев занятий представлены в виде технологических карт занятий, в которых также рассмотрено, какое задание в большей мере будет соответствовать какому типу обогащения. Предполагаемые результаты занятий описаны в соответствии с ФГОС ООО 2021.

Пропедевтическое занятие по теме «Электрические явления. Электризация», созданное на основе курса Т.Ю. Мартемьяновой, подходит для 6 класса. Оно сконструировано таким образом, что большая часть обсуждений, размышлений, осмысления выводов предлагается на этапе пост-экспериментального обсуждения. В занятии представлены все типы обогащения. Технологическая карта занятия представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Технологическая карта занятия по теме «Электрические явления. Электрфикация», созданное на основе курса

Т.Ю. Мартемьяновой

Этап урока	Виды работы, формы, методы, приёмы	Содержание педагогического взаимодействия		Метапредметные результаты (УУД) ¹¹ , на формирование которых направлен этап	Личностные и предметные ¹² результаты, на формирование которых направлен этап	Тип обогащения ¹³
		Деятельность учителя	Деятельность обучающихся			
Мотивация к учебной деятельности	Словесное приветствие	Приветствует детей, формулирует тему занятия, настраивает на активную работу.	Здороваются с учителем, приводят себя в порядок.	Регулятивные: <ul style="list-style-type: none"> • владеть способами самоконтроля, самомотивации и рефлексии. 	Личностные: <ul style="list-style-type: none"> • готовность к разнообразной совместной деятельности. 	-
Вводная часть	Рассказ, беседа	Рассказывает историю про дочь Фалеса Милетского и пряжу на шерстяном веретене. Задаёт вопросы.	Слушают, отвечают на вопросы.	Познавательные: <ul style="list-style-type: none"> • эффективно запоминать и систематизировать информацию; • выбирать, анализировать, систематизировать и интерпретировать информацию различных видов и форм представления. Коммуникативные: <ul style="list-style-type: none"> • выразить себя (свою точку зрения) в устных и письменных текстах; • сопоставлять свои суждения с суждениями других участников диалога, обнаруживать 	Личностные: <ul style="list-style-type: none"> • готовность к разнообразной совместной деятельности; • овладение языковой и читательской культурой как средством познания мира. Предметные: <ul style="list-style-type: none"> • владение базовыми навыками преобразования информации из одной знаковой системы в другую. 	Первый тип обогащения

¹¹ По ФГОС ООО 2021¹² По ФГОС ООО 2021¹³ По ППМ

				<p>различие и сходство позиций.</p> <p>Регулятивные:</p> <ul style="list-style-type: none"> • владеть способами самоконтроля, самомотивации и рефлексии. 		
Экспериментальное исследование	исследовательский, частично-поисковый	<p>Побуждает делать экспериментальные задания, результатом которых будет являться обнаружение явления электризации и выяснения закономерностей, связанных с явлением. Помогает с выполнением заданий. Задает уточняющие вопросы с целью обсудить наблюдения.</p>	<p>Выполняют эксперименты, обсуждают и записывают наблюдения.</p>	<p>Познавательные:</p> <ul style="list-style-type: none"> • выявлять причинно-следственные связи при изучении явлений и процессов; • самостоятельно выбирать способ решения учебной задачи; • формировать гипотезу об истинности собственных суждений и суждений других; • проводить по самостоятельно составленному небольшому исследованию по установлению особенностей объекта изучения, причинно-следственных связей и зависимостей объектов между собой; • оценивать на применимость и достоверность информации, полученной в ходе исследования 	<p>Личностные:</p> <ul style="list-style-type: none"> • овладение основными навыками исследовательской деятельности; • освоение социального опыта, норм и правил поведения в группах; • готовность к разнообразной совместной деятельности; • умение оперировать понятиями; • способность обучающихся во взаимодействии в условиях неопределенности, открытость опыту и знаниям других; • способность формулировать идеи, понятия, гипотезы об объектах и явлениях; • овладение языковой и читательской культурой 	<p>Первый и второй типы обогащения</p>

				<p>(эксперимента);</p> <ul style="list-style-type: none"> самостоятельно формулировать обобщения и выводы по результатам проведенного исследования. <p>Коммуникативные:</p> <ul style="list-style-type: none"> воспринимать и формулировать суждения, выражать эмоции в соответствии с целями и условиями общения; сопоставлять свои суждения с суждениями других участников диалога, обнаруживать различие и сходство позиций; понимать намерения других, проявлять уважительное отношение к собеседнику и в корректной форме формулировать свои возражения; принимать цель совместной деятельности, коллективно строить действия по ее достижению; планировать 	<p>как средством познания мира.</p> <p>Предметные:</p> <ul style="list-style-type: none"> понимание о роли эксперимента в физике; умение описывать ход опыта и записывать его результаты, формулировать выводы; умение проводить учебное исследование под руководством учителя. 	
--	--	--	--	---	---	--

				<p>организацию совместной работы, определять свою роль.</p> <p>Регулятивные:</p> <ul style="list-style-type: none"> • владеть способами самоконтроля, самомотивации и рефлексии; • самостоятельно составлять алгоритм решения задачи; • учитывать контекст и предвидеть трудности, которые могут возникнуть при решении учебной задачи; • оценивать соответствие результата цели и условиям. 		
Послеэкспериментальное обсуждение	Эвристическая беседа, исследовательский	Задаёт вопросы с целью сформулировать (с опорой на проведенные эксперименты) некоторые положения теории электростатики. Формулирует прикладную задачу: изготовить прибор для исследования процесса электризации – электроскоп – из	Отвечают на вопросы, формулируют некоторые положения теории электростатики: понятие электрического заряда, определение электризации, положение о двух видах зарядов и их взаимодействии. Формулируют основные принципы функционирования	<p>Познавательные:</p> <ul style="list-style-type: none"> • делать выводы с использованием дедуктивных и индуктивных умозаключений; • прогнозировать возможное дальнейшее развитие процессов, событий и их последствия в аналогичных или сходных ситуациях, выдвигать предположения об их развитии в новых условиях и контекстах; 	<p>Личностные:</p> <ul style="list-style-type: none"> • освоение социального опыта, норм и правил поведения в группах; • готовность к разнообразной совместной деятельности; • умение оперировать понятиями; • способность обучающихся во взаимодействии в условиях неопределенности, 	Второй и третий типы обогащения

		<p>подручных материалов. Задает вопросы с целью сформулировать (с опорой на полученные знания) основные принципы функционирования электроскопа</p>	<p>электроскопа и подбирают подручные материалы для его изготовления</p>	<ul style="list-style-type: none"> • выявлять дефициты информации, данных, необходимых для решения поставленной задачи. <p>Коммуникативные:</p> <ul style="list-style-type: none"> • в ходе диалога и (или) дискуссии задавать вопросы по существу обсуждаемой темы и высказывать идеи, нацеленные на решение задачи; • публично представлять результаты выполненного исследования. <p>Регулятивные:</p> <ul style="list-style-type: none"> • выявлять проблемы для решения в жизненных и учебных ситуациях; • самостоятельно составлять алгоритм решения задачи (или его часть), выбирать способ решения учебной задачи с учетом имеющихся ресурсов и собственных возможностей, аргументировать предлагаемые варианты решений; • оценивать соответствие результата цели и условиям. 	<p>открытость опыту и знаниям других;</p> <ul style="list-style-type: none"> • способность формулировать идеи, понятия, гипотезы об объектах и явлениях; • умение учиться у других людей, осознавать в совместной деятельности новые знания, навыки и компетенции из опыта других; • установка на активное участие в решении практических задач технологической направленности. <p>Предметные:</p> <ul style="list-style-type: none"> • понимание о роли эксперимента в физике; • умение описывать ход опыта, формулировать выводы; • умение планировать исследование; • умение характеризовать принцип действия электроскопа, используя необходимые физические закономерности; • умение различать явления по описанию их характерных свойств и 	
--	--	--	--	--	--	--

					на основе опытов: электризация тел, взаимодействие электрических зарядов;	
Рефлексия	самооценка	Задаёт вопросы с целью выяснить, какие виды деятельности на занятии вызвали наибольшие затруднения, какие были самыми простыми и наиболее интересными.	Отвечают на вопросы, фактически производя оценку собственной деятельности.	<p>Коммуникативные:</p> <ul style="list-style-type: none"> • воспринимать и формулировать суждения, выражать эмоции в соответствии с целями и условиями общения; • выражать себя (свою точку зрения) в устных и письменных текстах; • сопоставлять свои суждения с суждениями других участников диалога, обнаруживать различие и сходство позиций. <p>Регулятивные:</p> <ul style="list-style-type: none"> • выявлять проблемы для решения в жизненных и учебных ситуациях; • владеть способами самоконтроля, самомотивации и рефлексии; • давать адекватную оценку ситуации и предлагать план ее изменения; • объяснять причины достижения (недостижения) 	<p>Личностные:</p> <ul style="list-style-type: none"> • умение принимать себя и других, не осуждая; • сформированность навыка рефлексии, признание своего права на ошибку и такого же права другого человека. 	Второй тип обогащения

				<p>результатов деятельности, давать оценку приобретенному опыту, уметь находить позитивное в произошедшей ситуации;</p> <ul style="list-style-type: none">• оценивать соответствие результата цели и условиям.		
--	--	--	--	--	--	--

Разработанный сценарий «Атомного урока» подходит для проведения пропедевтического занятия для 5-х классов. Данное занятие создано при сотрудничестве с госкорпорацией РОСАТОМ к 75-летию отечественной атомной промышленности.¹⁴ В занятии представлены различные задания, включающие задачи по всем трем типам обогащения. Рабочий лист к занятию представлен на рисунках 17 и 18. Как можем наблюдать (см. технологическую карту в таблице 6), в данном занятии экспериментальное задание предваряет подробная беседа о радиоактивности и способах ее измерения, а также ряд задач. Занятия в рамках ППМ обладают достаточной гибкостью: экспериментальная часть может быть расположена в разных частях занятия в зависимости от его цели.

¹⁴ Заметка о занятии размещена на сайте Информационного центра атомной энергии: <https://myatom.ru/в-санкт-петербурге-прошел-атомный-ур/> (Дата обращения: 13.03.2024)
Телевизионные сюжет о занятии доступен по ссылке: <https://youtu.be/JELGlqvKJO8> (Дата обращения: 07.04.2024)

Занятие «Атомный урок. Радиация вокруг нас»

из которого вы узнаете, из чего состоит атом, что такое радиация и насколько она опасна, а также научитесь измерять уровень радиации

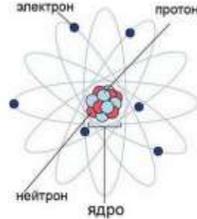
Задание №1. Структура атома. Прочитайте, заполните пропуски

Атом – мельчайшая, химически неделимая часть вещества
Атом состоит из _____, вокруг которого, подобно планетам
вокруг Солнца, движутся _____

_____ – легкие, отрицательно заряженные
частицы, движущиеся вокруг ядра

_____ – сравнительно тяжелые частицы, входящие
в состав ядра и имеющие положительный заряд

_____ – сравнительно тяжелые частицы, входящие
в состав ядра и не имеющие заряда



Атом в целом электронейтрален, так как заряд электрона в точности равняется заряду протона, а количество электронов в атоме равно количеству протонов

Если количество электронов в атоме не равно количеству протонов в ядре, то такой атом называется _____ (у него, в отличие от нейтрального атома, есть заряд)

Задание №2. Что такое радиоактивное излучение? Прочитайте, заполните пропуски

_____ – частицы, состоящие из двух протонов и двух нейтронов (ядро атома гелия)

_____ – электроны

_____ – электромагнитное излучение высокой энергии

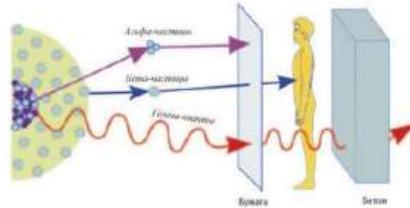
_____ – поток альфа и бета частиц, гамма-квантов и других частиц, вылетающих из разрушенного атомного ядра. Эти частицы, сталкиваясь с другими атомами, ионизируют их (например, выбивают электроны из оболочек). Поэтому, излучение еще называют _____.

Задание №3. Проникающая способность ионизирующего излучения. Прочитайте, заполните пропуски

_____ – самая маленькая проникающая способность, не может проникнуть через наружный слой кожи, можно задержать при помощи листа бумаги

_____ – проникает в ткани организма на 1-2 см.

_____ – очень большая проникающая способность, может задержать лишь толстая свинцовая или бетонная пластина



Задание №4. Источники радиации. Заполните таблицу

Естественные	Искусственные

Задание №5. Единицы измерения уровня радиации. Прочитайте, заполните пропуски

_____ – количество распадов в секунду – единица активности радионуклида (атома, имеющего склонность к распаду)

_____ – количество поглощенной энергии на единицу массы – единица поглощенной дозы

_____ – количество поглощенной энергии на единицу массы, умноженное на коэффициент – единица эквивалентной дозы (разные виды излучения имеют разную опасность)

_____ – мощность дозы – доза в единицу времени

Единица, в тысячу раз меньше зиверта – миллизиверт (мЗв)

$$1 \text{ Зв} = 1000 \text{ мЗв}$$

$$1 \text{ мЗв} = 1:1000 \text{ Зв} = 0,001 \text{ Зв}$$

Единица, в тысячу раз меньше миллизиверта – микрозиверт (мкЗв)

$$1 \text{ Зв} = \text{_____ мЗв} = \text{_____ мкЗв}$$

$$1 \text{ мкЗв} = \text{_____ Зв}$$

Задание №6. Решите задачу

Мощность дозы составляет 5 мкЗв/ч. Какой будет эквивалентная поглощенная доза за час? За два часа?

Ответ: _____

Задание №7. Решите задачу

Мощность дозы составляет 5 мкЗв/ч. Какой будет эквивалентная поглощенная доза за год?

Решение: _____

Ответ: _____

Задание №8. Предельные дозы облучения. Прочитайте, заполните пропуски

Вредные эффекты наступают при эквивалентных дозах не менее _____ (или при кратковременной облучении дозой не менее _____)

Естественный радиационный фон – не более _____

Допустимое превышение фона в зонах повышенной радиации – не более _____

Задание №9. Решите задачу. При рентгеновском снимке эффективная поглощенная доза составляет 150 мкЗв. Сколько снимков нужно сделать за короткое время, чтобы наступили негативные эффекты?

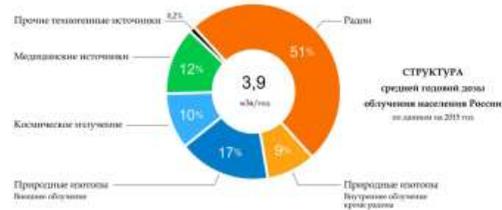
Решение: _____

Ответ: _____

Задание №10. Источники радиации. Рассмотрите структуру средней годовой дозы облучения в России. Ответьте на вопросы

Рисунок 17 – Рабочий лист к «Атомному уроку». Лицевая сторона

Какой из источников вносит наибольший вклад в облучения населения? _____
 Какой из источников вносит наименьший вклад в облучение населения? _____



Задание №11. Измерение уровня радиации.

Этап №0. Знакомство с прибором. Прибор, который Вы получили, называется счетчиком Гейгера-Мюллера (иногда говорят просто счетчик Гейгера). Включите прибор. Для этого нужно нажать кнопку включения до тех пор, пока все сегменты дисплея не будут заполнены. Когда прибор включен, он измеряет мощность дозы в микрозивертах в час (мкЗв/ч или $\mu\text{Sv/h}$)

Этап №1. Постановка задачи. Измерить средний уровень мощности излучения в классе и посчитать эффективную поглощенную дозу за год

Этап №2. Гипотеза. Я считаю, что средний уровень мощности излучения в классе составляет _____ мкЗв/ч

Этап №3. Измерение. Обойдите 4 угла класса и в каждом измерьте мощность излучения в мкЗв. Результат занесите в таблицу

Угол №	Мощность излучения, мкЗв
1	
2	
3	
4	

Этап №4. Результат. Рассчитайте среднюю мощность излучения в классе. Будем считать, что она является средним арифметическим из мощностей в каждом углу. Средняя мощность излучения равна _____ мкЗв/ч. Рассчитайте, какой была бы поглощенная доза, если бы пришлось провести в классе весь год.

Расчеты

Этап №5. Вывод: Если бы мне пришлось провести в классе весь год, поглощенная доза излучения составила бы _____

Задание №12* (для желающих). Измерьте уровень радиации у себя в квартире.

Занесите в таблицу все помещения своей квартиры и мощность излучения в каждом из них. Рассчитайте среднюю мощность излучения в квартире. Рассчитайте эффективную поглощенную дозу, получаемую в квартире за год.

Задание №13* (для желающих). Примите участие в проекте «Карта Гейгера». Вся информация доступна на странице проекта по ссылке <https://geiger.myaatom.ru/>

Таблица 6 – Технологическая карта занятия «Атомный урок»

Этап урока	Виды работы, формы, методы, приёмы	Содержание педагогического взаимодействия		Метапредметные результаты (УУД), на формирование которых направлен этап	Личностные и предметные результаты, на формирование которых направлен этап	Тип обогащения
		Деятельность учителя	Деятельность обучающихся			
Мотивация к учебной деятельности	Словесное приветствие	Приветствует детей, формулирует тему занятия, настраивает на активную работу.	Здороваются с учителем, приводят себя в порядок.	Регулятивные: <ul style="list-style-type: none"> • владеть способами самоконтроля, самомотивации и рефлексии. 	Личностные: <ul style="list-style-type: none"> • готовность к разнообразной совместной деятельности. 	-
Вводная часть	Рассказ, беседа	Беседует о важности атомной промышленности в истории страны, о ее достижениях и перспективах.	Слушают, отвечают на вопросы.	Познавательные: <ul style="list-style-type: none"> • эффективно запоминать и систематизировать информацию. Коммуникативные: <ul style="list-style-type: none"> • выражать себя (свою точку зрения) в устных и письменных текстах; • воспринимать и формулировать суждения, выражать эмоции в соответствии с целями и условиями общения; • сопоставлять свои суждения с суждениями других участников диалога, обнаруживать различие и сходство позиций. Регулятивные: <ul style="list-style-type: none"> • владеть способами самоконтроля, 	Личностные: <ul style="list-style-type: none"> • ценностное отношение к достижениям своей Родины – России; • интерес к практическому изучению профессий и труда различного рода на основе применения изучаемого предметного знания; • уважение к труду и результатам трудовой деятельности. Предметные: <ul style="list-style-type: none"> • сформированность представлений о вкладе российских ученых-физиков в развитие науки • представления о сферах профессиональной 	Первый тип обогащения

				самотивации и рефлексии.	деятельности, связанных с физикой и современными технологиями, основанными на достижениях физической науки.	
Изучение нового материала	Познавательное проблемное изложение, метод иллюстраций	Рассказывает о строении атома, составе радиоактивного излучения, его проникающей способности и степени влияния на организм, о единицах измерения уровня радиации.	Слушают, конспектируют, отвечают на вопросы.	<p>Познавательные:</p> <ul style="list-style-type: none"> использовать вопросы как исследовательский инструмент познания; выбирать, анализировать, систематизировать и интерпретировать информацию различных видов и форм представления; эффективно запоминать и систематизировать информацию. <p>Коммуникативные:</p> <ul style="list-style-type: none"> выражать себя (свою точку зрения) в устных и письменных текстах; воспринимать и формулировать суждения, выражать эмоции в соответствии с целями и условиями общения; сопоставлять свои суждения с суждениями других участников диалога, обнаруживать различие и сходство 	<p>Личностные:</p> <ul style="list-style-type: none"> ориентация на применение знаний из социальных и естественных наук для решения задач в области окружающей среды способность формулировать идеи, понятия, гипотезы об объектах и явлениях; умение оперировать понятиями; установка на активное участие в решении практических задач технологической направленности. <p>Предметные:</p> <ul style="list-style-type: none"> умение различать явления: радиоактивность, радиоактивные превращения атомных ядер; понимание характерных свойств физических моделей и умение применять их 	Первый тип обогащения

				позиций. Регулятивные: <ul style="list-style-type: none"> • владеть способами самоконтроля, самомотивации и рефлексии. 	для объяснения физических процессов: планетарная модель атома, нуклонная модель атомного ядра.	
Применени е полученны х знаний	Устные, письменные упражнения	Побуждает к деятельности: - выполнению заданий о кратных и дольных единицах; - расчету поглощенной дозы в предлагаемых примерах; - расчету предельных доз облучения.	Выполняют задания	Познавательные: <ul style="list-style-type: none"> • выбирать, анализировать, систематизировать и интерпретировать информацию различных видов и форм представления; • выявлять дефициты информации, данных, необходимых для решения поставленной задачи; • самостоятельно выбирать способ решения учебной задачи. Коммуникативные: <ul style="list-style-type: none"> • воспринимать и формулировать суждения, выражать эмоции в соответствии с целями и условиями общения; • сопоставлять свои суждения с суждениями других участников диалога, обнаруживать различие и сходство позиций. Регулятивные:	Личностные: <ul style="list-style-type: none"> • ориентация на применение знаний из социальных и естественных наук для решения задач в области окружающей среды; • готовность к разнообразной совместной деятельности; • установка на активное участие в решении практических задач технологической направленности; • умение оперировать понятиями. Предметные: <ul style="list-style-type: none"> • умение использовать при выполнении учебных заданий справочные материалы; • владение базовыми навыками преобразования информации из одной знаковой системы в другую; 	Второй тип обогащения

				<ul style="list-style-type: none"> • владеть способами самоконтроля, самомотивации и рефлексии; • выявлять проблемы для решения в жизненных и учебных ситуациях; • самостоятельно составлять алгоритм решения задачи; • учитывать контекст и предвидеть трудности, которые могут возникнуть при решении учебной задачи; • оценивать соответствие результата цели и условиям. 	<ul style="list-style-type: none"> • умение решать расчетные задачи; • умение определять размерность физической величины, полученной при решении задачи. 	
Экспериментальное исследование	исследовательский, частично-поисковый	Побуждает учащихся выполнять эксперимент. Оказывает помощь при выполнении эксперимента.	Выполняют экспериментальное задание – исследуют уровень радиации в помещении при помощи дозиметров. Выполняют расчет средней годовой дозы облучения при нахождении в помещении.	Познавательные: <ul style="list-style-type: none"> • выявлять причинно-следственные связи при изучении явлений и процессов; • самостоятельно выбирать способ решения учебной задачи; • формировать гипотезу об истинности собственных суждений и суждений других; • проводить по самостоятельно составленному небольшому исследованию 	Личностные: <ul style="list-style-type: none"> • овладение основными навыками исследовательской деятельности; • освоение социального опыта, норм и правил поведения в группах; • готовность к разнообразной совместной деятельности; • умение оперировать понятиями; • способность обучающихся во взаимодействии в 	Третий тип обогащения

				<p>по установлению особенностей объекта изучения, причинно-следственных связей и зависимостей объектов между собой;</p> <ul style="list-style-type: none"> оценивать на применимость и достоверность информации, полученной в ходе исследования (эксперимента); самостоятельно формулировать обобщения и выводы по результатам проведенного исследования. <p>Коммуникативные:</p> <ul style="list-style-type: none"> воспринимать и формулировать суждения, выражать эмоции в соответствии с целями и условиями общения; сопоставлять свои суждения с суждениями других участников диалога, обнаруживать различие и сходство позиций; понимать намерения других, проявлять уважительное отношение к 	<p>условиях неопределенности, открытость опыту и знаниям других;</p> <ul style="list-style-type: none"> способность формулировать идеи, понятия, гипотезы об объектах и явлениях; овладение языковой и читательской культурой как средством познания мира. <p>Предметные:</p> <ul style="list-style-type: none"> понимание о роли эксперимента в физике; умение проводить прямые измерения мощности дозы облучения с использованием дозиметра; умение описывать ход опыта и записывать его результаты, формулировать выводы; умение находить значение измеряемой величины с помощью усреднения результатов серии измерений; умение проводить учебное исследование под руководством учителя; 	
--	--	--	--	---	---	--

				<p>собеседнику и в корректной форме формулировать свои возражения;</p> <ul style="list-style-type: none"> • принимать цель совместной деятельности, коллективно строить действия по ее достижению; • планировать организацию совместной работы, определять свою роль. <p>Регулятивные:</p> <ul style="list-style-type: none"> • владеть способами самоконтроля, самомотивации и рефлексии; • самостоятельно составлять алгоритм решения задачи; • учитывать контекст и предвидеть трудности, которые могут возникнуть при решении учебной задачи; • оценивать соответствие результата цели и условиям. 	<ul style="list-style-type: none"> • умение характеризовать принцип действия дозиметра, используя необходимые физические закономерности. 	
Послеэкспериментальное обсуждение	Систематизирующая беседа, исследовательский	Побуждает учащихся к обсуждению изученного на занятии и выясненного в	Систематизируют знания, полученные на уроке, и формулируют выводы по итогам	<p>Познавательные:</p> <ul style="list-style-type: none"> • делать выводы с использованием дедуктивных и индуктивных 	<p>Личностные:</p> <ul style="list-style-type: none"> • освоение социального опыта, норм и правил поведения в группах; • готовность к 	Третий тип обогащения

		<p>ходе эксперимента. Задаёт вопросы с целью определить возможное направление дальнейших исследований.</p>	<p>эксперимента. Отвечая на вопросы, приходят к идеям о возможном исследовательском проекте.</p>	<p>умозаключений;</p> <ul style="list-style-type: none"> • прогнозировать возможное дальнейшее развитие процессов, событий и их последствия в аналогичных или сходных ситуациях, выдвигать предположения об их развитии в новых условиях и контекстах; • выявлять дефициты информации, данных, необходимых для решения поставленной задачи. <p>Коммуникативные:</p> <ul style="list-style-type: none"> • в ходе диалога и (или) дискуссии задавать вопросы по существу обсуждаемой темы и высказывать идеи, нацеленные на решение задачи; • публично представлять результаты выполненного исследования. <p>Регулятивные:</p> <ul style="list-style-type: none"> • выявлять проблемы для решения в жизненных и учебных ситуациях; • самостоятельно составлять алгоритм решения задачи (или его 	<p>разнообразной совместной деятельности;</p> <ul style="list-style-type: none"> • умение оперировать понятиями; • способность обучающихся во взаимодействии в условиях неопределенности, открытость опыту и знаниям других; • способность формулировать идеи, понятия, гипотезы об объектах и явлениях; • умение учиться у других людей, осознавать в совместной деятельности новые знания, навыки и компетенции из опыта других; • установка на активное участие в решении практических задач технологической направленности. <p>Предметные:</p> <ul style="list-style-type: none"> • понимание роли эксперимента в физике; • умение описывать ход опыта, формулировать выводы; 	
--	--	--	--	---	---	--

				<p>часть), выбирать способ решения учебной задачи с учетом имеющихся ресурсов и собственных возможностей, аргументировать предлагаемые варианты решений;</p> <ul style="list-style-type: none"> оценивать соответствие результата цели и условиям. 	<ul style="list-style-type: none"> умение планировать исследование. 	
Рефлексия	самооценка	<p>Задаёт вопросы с целью выяснить, какие виды деятельности на занятии вызвали наибольшие затруднения, какие были самыми простыми и наиболее интересными.</p>	<p>Отвечают на вопросы, фактически производя оценку собственной деятельности.</p>	<p>Коммуникативные:</p> <ul style="list-style-type: none"> воспринимать и формулировать суждения, выражать эмоции в соответствии с целями и условиями общения; выражать себя (свою точку зрения) в устных и письменных текстах; сопоставлять свои суждения с суждениями других участников диалога, обнаруживать различие и сходство позиций. <p>Регулятивные:</p> <ul style="list-style-type: none"> выявлять проблемы для решения в жизненных и учебных ситуациях; владеть способами самоконтроля, самомотивации и рефлексии; 	<p>Личностные:</p> <ul style="list-style-type: none"> умение принимать себя и других, не осуждая; сформированность навыка рефлексии, признание своего права на ошибку и такого же права другого человека. 	<p>Второй тип обогащения</p>

				<ul style="list-style-type: none">• давать адекватную оценку ситуации и предлагать план ее изменения;• объяснять причины достижения (недостижения) результатов деятельности, давать оценку приобретенному опыту, уметь находить позитивное в произошедшей ситуации;• оценивать соответствие результата цели и условиям.		
--	--	--	--	---	--	--

Занятие по применению законов статики и гидростатики «Как измерить плотность линейкой» разработано для 9 класса и не является пропедевтическим [56]. Однако на примере подобного занятия нам бы хотелось отметить, что применение Прикладной пропедевтической модели поддержки и развития одаренности возможно и при конструировании занятий для других возрастных групп. Данное занятие проводится в рамках кружка естественнонаучной направленности «Экспериментальная физика» (4-й год обучения). Части и задания занятия охватывают обогащения по всем трем типам. Технологическая карта занятия представлена в таблице 7.

Занятие разработано с использованием технологии сократовского диалога. Исследователями признается важность такого подхода в обучении. «Проблематика «вопрошания» остается актуальной в философии, языкознании, лингвистике, психологии, герменевтике, но и представители наук об образовании продолжают обращаться к этой теме, работая в рамках проблемного обучения, технологии развития критического мышления, проектно-исследовательской деятельности школьников и студентов» [89, с. 229].

Кроме того, в занятии имеются элементы проектного обучения. Отечественными авторами отмечаются отчетливые перспективы «в развитии естественнонаучной грамотности через проектную деятельность по биологии, физике, химии в школе» [21, с. 399].

Таблица 7 – Технологическая карта занятия «Как измерить плотность линейкой»

Этап урока	Виды работы, формы, методы, приёмы	Содержание педагогического взаимодействия		Метапредметные результаты (УУД), на формирование которых направлен этап	Личностные и предметные результаты, на формирование которых направлен этап	Тип обогащения
		Деятельность учителя	Деятельность обучающихся			
Мотивация к учебной деятельности	Словесное приветствие	Приветствует детей, формулирует тему занятия, настраивает на активную работу	Здороваются с учителем, приводят себя в порядок	Регулятивные: <ul style="list-style-type: none"> • владеть способами самоконтроля, самомотивации и рефлексии. 	Личностные: <ul style="list-style-type: none"> • готовность к разнообразной совместной деятельности. 	-
Доэкспериментальное обсуждение	сократовский диалог, частично-поисковый	Задаёт вопросы с целью выяснить, что такое плотность вещества, какие методы измерения плотности существуют. Обсуждает метод, применимый к данной задаче. Вместе с детьми выводит формулу.	Отвечают на вопросы, вспоминают понятие плотности, методы измерения плотности. Формулируют метод, применимый к решению поставленной задачи. Описывают метод в рабочем листе с применением чертежей и формул.	Познавательные: <ul style="list-style-type: none"> • эффективно запоминать и систематизировать информацию; • самостоятельно выбирать оптимальную форму представления информации и иллюстрировать решаемые задачи несложными схемами, диаграммами, иной графикой и их комбинациями; Коммуникативные: <ul style="list-style-type: none"> • выражать себя (свою точку зрения) в устных и письменных текстах; • воспринимать и формулировать суждения, выражать эмоции в соответствии с целями и условиями общения; 	Личностные: <ul style="list-style-type: none"> • готовность к разнообразной совместной деятельности; • освоение социального опыта, норм и правил поведения в группах; • умение оперировать понятиями; • способность обучающихся к взаимодействию в условиях неопределенности, открытость опыту и знаниям других; • способность формулировать идеи, понятия, гипотезы об объектах и явлениях; 	Первый тип обогащения

				<ul style="list-style-type: none"> • сопоставлять свои суждения с суждениями других участников диалога, обнаруживать различие и сходство позиций. <p>Регулятивные:</p> <ul style="list-style-type: none"> • владеть способами самоконтроля, самомотивации и рефлексии. 	<ul style="list-style-type: none"> • овладение языковой и читательской культурой как средством познания мира. <p>Предметные:</p> <ul style="list-style-type: none"> • умение различать явления по описанию их характерных свойств: взаимодействие тел, равновесие материальной точки и твердого тела; • умение решать расчетные задачи (на базе 2-3 уравнений), используя законы и формулы, связывающие физические величины, в частности, записывать краткое условие задачи, выявлять недостающие данные, выбирать законы и формулы, необходимые для ее решения, использовать справочные данные; • умение использовать схемы и схематичные рисунки изученных технических устройств; • умение строить простые физические модели реальных процессов и физических явлений; 	
Экспериментальное	сократовский диалог,	Задает вопросы с целью выяснить	Отвечая на вопросы,	Познавательные: <ul style="list-style-type: none"> • выявлять причинно- 	Личностные: <ul style="list-style-type: none"> • овладение основными 	Первый и второй тип

исследование	исследовательский	наиболее рациональный метод решения задачи. Побуждает учащихся выполнять эксперимент. Оказывает помощь при выполнении эксперимента.	формулируют наиболее рациональный метод решения задачи. Выполняют экспериментальное задание. Получают конечный результат	<p>следственные связи при изучении явлений и процессов;</p> <ul style="list-style-type: none"> самостоятельно выбирать способ решения учебной задачи; формировать гипотезу об истинности собственных суждений и суждений других; проводить по составленному небольшое исследование по установлению особенностей объекта изучения, причинно-следственных связей и зависимостей объектов между собой; оценивать на применимость и достоверность информации, полученной в ходе исследования (эксперимента); самостоятельно формулировать обобщения и выводы по результатам проведенного исследования. <p>Коммуникативные:</p> <ul style="list-style-type: none"> воспринимать и формулировать суждения, выражать эмоции в 	<p>навыками исследовательской деятельности;</p> <ul style="list-style-type: none"> освоение социального опыта, норм и правил поведения в группах; готовность к разнообразной совместной деятельности; умение оперировать понятиями; способность обучающихся во взаимодействии в условиях неопределенности, открытость опыту и знаниям других; способность формулировать идеи, понятия, гипотезы об объектах и явлениях. <p>Предметные:</p> <ul style="list-style-type: none"> умение проводить расчеты и оценивать реалистичность полученного значения физической величины; умение определять размерность физической величины, полученной при решении задачи; понимание роли эксперимента в физике; 	обогащения
--------------	-------------------	---	--	---	---	------------

				<p>соответствии с целями и условиями общения;</p> <ul style="list-style-type: none"> • сопоставлять свои суждения с суждениями других участников диалога, обнаруживать различие и сходство позиций; • понимать намерения других, проявлять уважительное отношение к собеседнику и в корректной форме формулировать свои возражения; • принимать цель совместной деятельности, коллективно строить действия по ее достижению; • планировать организацию совместной работы, определять свою роль. <p>Регулятивные:</p> <ul style="list-style-type: none"> • владеть способами самоконтроля, самомотивации и рефлексии; • самостоятельно составлять алгоритм решения задачи; • учитывать контекст и предвидеть трудности, которые могут возникнуть при решении учебной задачи; 	<ul style="list-style-type: none"> • умение описывать ход опыта и записывать его результаты, формулировать выводы; • умение проводить учебное исследование под руководством учителя. 	
--	--	--	--	---	--	--

				<ul style="list-style-type: none"> оценивать соответствие результата цели и условиям. 		
Развитие идеи задачи	сократовский диалог, исследовательский, частично-поисковый	Задаёт вопросы с целью определить направление дальнейших исследований по теме задачи	Отвечая на вопросы, приходят к мысли, что, основываясь на данной задаче можно выполнить исследовательский проект по физике.	<p>Познавательные:</p> <ul style="list-style-type: none"> делать выводы с использованием дедуктивных и индуктивных умозаключений; прогнозировать возможное дальнейшее развитие процессов, событий и их последствия в аналогичных или сходных ситуациях, выдвигать предположения об их развитии в новых условиях и контекстах; выявлять дефициты информации, данных, необходимых для решения поставленной задачи. <p>Коммуникативные:</p> <ul style="list-style-type: none"> в ходе диалога и (или) дискуссии задавать вопросы по существу обсуждаемой темы и высказывать идеи, нацеленные на решение задачи; публично представлять результаты выполненного исследования. <p>Регулятивные:</p> <ul style="list-style-type: none"> выявлять проблемы для 	<p>Личностные:</p> <ul style="list-style-type: none"> освоение социального опыта, норм и правил поведения в группах; готовность к разнообразной совместной деятельности; умение оперировать понятиями; способность обучающихся к взаимодействию в условиях неопределенности, открытость опыту и знаниям других; способность формулировать идеи, понятия, гипотезы об объектах и явлениях; умение учиться у других людей, осознавать в совместной деятельности новые знания, навыки и компетенции из опыта других; установка на активное участие в решении практических задач технологической направленности. <p>Предметные:</p>	Третий тип обогащения

				<p>решения в жизненных и учебных ситуациях;</p> <ul style="list-style-type: none"> самостоятельно составлять алгоритм решения задачи (или его часть), выбирать способ решения учебной задачи с учетом имеющихся ресурсов и собственных возможностей, аргументировать предлагаемые варианты решений; оценивать соответствие результата цели и условиям. 	<ul style="list-style-type: none"> понимание о роли эксперимента в физике; умение описывать ход опыта, формулировать выводы; умение планировать исследование. 	
Рефлексия	самооценка	Задаёт вопросы с целью выяснить, какие виды деятельности на занятии вызвали наибольшие затруднения, какие были самыми простыми и наиболее интересными	Отвечают на вопросы, фактически производя оценку собственной деятельности	<p>Коммуникативные:</p> <ul style="list-style-type: none"> воспринимать и формулировать суждения, выражать эмоции в соответствии с целями и условиями общения; выражать себя (свою точку зрения) в устных и письменных текстах; сопоставлять свои суждения с суждениями других участников диалога, обнаруживать различие и сходство позиций. <p>Регулятивные:</p> <ul style="list-style-type: none"> выявлять проблемы для решения в жизненных и учебных ситуациях; 	<p>Личностные:</p> <ul style="list-style-type: none"> умение принимать себя и других, не осуждая; сформированность навыка рефлексии, признание своего права на ошибку и такого же права другого человека. 	Второй тип обогащения

				<ul style="list-style-type: none"> • владеть способами самоконтроля, самомотивации и рефлексии; • давать адекватную оценку ситуации и предлагать план ее изменения; • объяснять причины достижения (недостижения) результатов деятельности, давать оценку приобретенному опыту, уметь находить позитивное в произошедшей ситуации; • оценивать соответствие результата цели и условиям. 		
Взаимооценка	взаимооценка	Просит учащихся проверить работы друг друга	Выполняют проверку работы соседа	<p>Познавательные:</p> <ul style="list-style-type: none"> • оценивать на применимость и достоверность информации, полученной в ходе исследования (эксперимента); <p>Коммуникативные:</p> <ul style="list-style-type: none"> • сравнивать результаты с исходной задачей и вклад каждого члена команды в достижение результатов, разделять сферу ответственности и проявлять готовность к предоставлению отчета перед группой; 	<p>Личностные:</p> <ul style="list-style-type: none"> • готовность к разнообразной совместной деятельности, стремление к взаимопониманию и взаимопомощи; • умение принимать себя и других, не осуждая; • сформированность навыка рефлексии, признание своего права на ошибку и такого же права другого человека; • освоение обучающимися 	Второй тип обогащения

				<p>Регулятивные</p> <ul style="list-style-type: none"> • давать адекватную оценку ситуации и предлагать план ее изменения; • объяснять причины достижения (недостижения) результатов деятельности, давать оценку приобретенному опыту; • оценивать соответствие результата цели и условиям; • осознанно относиться к другому человеку, его мнению; • признавать свое право на ошибку и такое же право другого; • принимать себя и других, не осуждая; • открытость себе и другим; • осознавать невозможность контролировать все вокруг. 	<p>социального опыта, основных социальных ролей;</p> <ul style="list-style-type: none"> • открытость учащихся опыту и знаниям других; 	
--	--	--	--	--	--	--

Выводы по второй главе

Разработана динамическая классификация образовательных структур для обучения одаренных, сделаны выводы о необходимости работать как в рамках основного, так и в рамках дополнительного образования для наиболее эффективной поддержки и развития одаренности учащихся школ физико-математического профиля.

Разработана прикладная пропедевтическая модель развития и поддержки одаренности, в рамках которой ключевую роль играют пропедевтические курсы по физике с высоким удельным содержанием физического эксперимента.

Произведен анализ существующих и признанных на государственном уровне пропедевтических курсов по физике. Все курсы отвечают требованиям к организации учебных курсов в общеобразовательных учреждениях. Среди рассмотренных пропедевтических курсов для дальнейшего изучения выбран курс с наиболее высоким удельным содержанием физического эксперимента – курс Т.Ю. Мартемьяновой.

Показано, как прикладная пропедевтическая модель развития и поддержки одаренности может быть применена к пропедевтическим курсам по физике на примере курса Т.Ю. Мартемьяновой. Показано, как физический эксперимент способствует обогащению не только по первому, но и по второму и третьему типам обогащения.

Приведены примеры сценариев занятий, разработанных в рамках ППМ.

ГЛАВА 3. ОПЫТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА ВЛИЯНИЯ ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА В ПРОПЕДЕВТИЧЕСКОМ КУРСЕ ФИЗИКИ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ ФИЗИКО- МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ НА РАЗВИТИЕ И ПОДДЕРЖКУ ОДАРЕННОСТИ УЧАЩИХСЯ

3.1. Методика проведения опытно-экспериментальной проверки гипотезы исследования

Предложенная во введении гипотеза исследования звучит следующим образом: если одаренные учащиеся физико-математических школ будут обучаться по программе пропедевтического курса физики с большим удельным весом физического эксперимента в рамках специальной модели, направленной на развитие и поддержку одаренности, то их одаренность будет поддержана и развита, что проявится в:

- улучшении предметных результатов по физике;
- успешности выступления на олимпиадах по физике различного уровня;
- результативности поступления в высшие учебные заведения;
- повышении общего интереса и мотивации к занятиям исследовательской и научной деятельностью.

Для подтверждения гипотезы данного диссертационного исследования была проведена опытно-экспериментальная проверка. Она включала в себя следующие фазы:

Фаза I проводилась с 2013 по 2020 год. В рамках этой фазы учащиеся проходили обучение по программе пропедевтического курса «PRO-физика» с большим удельным весом физического эксперимента.

Фаза II проводилась с 2016 по 2024 год. Она включала в себя наблюдение за контрольной и экспериментальной группами: их успеваемостью, результатами

участия в олимпиадах по физике различного уровня, результативностью поступления в вузы. Также в рамках данной фазы были использованы опросные методы работы с педагогами и учащимися.

Временные периоды первой и второй фаз по понятным причинам пересекаются: пока одна из исследуемых параллелей уже может быть проанализирована в рамках II фазы, другая – только проходит обучение в рамках I фазы.

Отметим, что проведенная опытно-экспериментальная проверка не является педагогическим экспериментом: курс «PRO-физика» включен в образовательную программу основного и дополнительного образования Президентского ФМЛ №239, а также в образовательную программу других школ, независимо от данного диссертационного исследования. Таким образом, роль автора данного исследования в рамках фазы I сводилась к обучению учащихся Президентского ФМЛ №239 по уже утвержденной в Лицее программе пропедевтического курса.

Экспериментальной базой для данного исследования служит ГБОУ «Президентский ФМЛ № 239» г. Санкт-Петербурга, а также учебные заведения, реализующие курс «PRO-физика»: ГБОУ школа №485 (г. Санкт-Петербург), ГОУ ЯО «Лицей № 86» (г. Ярославль, Ярославская обл.), МОУ «Звениговский лицей» (г. Звенигово, респ. Марий-Эл), МБОУ «Лицей №13», (г. Троицк, Челябинская обл.), ЧОУ «Школа «Таурас» (г. Санкт-Петербург), ФГКОУ «Санкт-Петербургское суворовское военное училище» (г. Санкт-Петербург), МОУ Лицей №1 (г. Ачинск, Красноярский край), Лицей ядерных технологий при НИЯУ МИФИ (г. Димитровград, Ульяновская обл.), МБОУ «Нововязниковская ООШ» (г. Вязники, Владимирская обл.), МКОУ СОШ №2 (г. Светлоград, Ставропольский край), МБОУ «Лицей № 9» (г. Белгород, Белгородская обл.), ГБОУ «Школа Бескудниково» (г. Москва), МБОУ «Средняя общеобразовательная школа №119» (г. Казань, респ. Татарстан), ГБОУ СОШ №4 (пгт. Безенчук, Самарская обл.).

В рамках данной работы изучались показатели и результаты анкетирования только учащихся Президентского ФМЛ №239. Анкетирование преподавателей проводилось как в Президентском ФМЛ №239, так и в других школах, в которых

ведется преподавание курса «PRO-физика». Ввиду того, что преподавателями этих школ накоплен немалый опыт работы в рамках рассматриваемого пропедевтического курса, а также на том основании, что эти преподаватели согласились принять участие в исследовании, считаем возможным включить данные учебные заведения в экспериментальную базу исследования.

Общая характеристика исследуемых групп учащихся на базе Президентского ФМЛ №239 представлена в таблицах 8 и 9.

Таблица 8 – Характеристика исследуемых групп

Группа	Характеристика группы	Численность группы ¹⁵
Экспериментальная группа	К экспериментальной группе отнесены учащиеся, зачисленные в 8 класс (8-1, 8-2, 8-3, 8-4) Президентского ФМЛ №239 в 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021 годах, посещавшие курс «Введение в физику» ¹⁶ или кружок «PRO-физика» ¹⁷ в 5-6 классе с 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 годов соответственно.	367
Контрольная группа	К контрольной группе изначально отнесены учащиеся, зачисленные в 8 класс (8-1, 8-2, 8-3, 8-4) Президентского ФМЛ №239 в 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021 годах, не посещавшие курс «Введение в физику» или кружок «PRO-физика».	399
	Итого	766

Таблица 9 – Численность исследуемых групп по годам выпуска

Год выпуска	Группа	8 класс, чел.	9 класс, чел.	10 класс, чел.	11 класс, чел.
2020	контрольная	59	56	63	60
	экспериментальная	54	46	42	38
2021	контрольная	53	53	61	60
	экспериментальная	61	58	49	49
2022	контрольная	59	64	64	56

¹⁵ Количество учащихся, хотя бы на протяжении одного года наблюдаемых в рамках данного исследования.

¹⁶ Таких учащихся среди экспериментальной группы большинство. Эти учащиеся обучались в Президентском ФМЛ №239 с 5 класса

¹⁷ Эти учащиеся зачислены в Президентский ФМЛ №239 в 8 классе, при это в 5-6 классе они обучались по программе кружка «PRO-физика» в отделении дополнительного образования Президентского ФМЛ №239, обучаясь при этом в других учебных заведениях. Программы дисциплины «Введение в физику» и кружка «PRO-физика» совпадают.

	экспериментальная	60	53	51	42
2023	контрольная	60	59	64	58
	экспериментальная	59	55	50	47
2024	контрольная	58	57	52	44
	экспериментальная	57	44	37	33
2025 ¹⁸	контрольная	41	39	39	
	экспериментальная	76	63	58	

Численность контрольной и экспериментальной групп в одной параллели непостоянна ввиду того, что часть детей отчисляется и, в некоторых случаях, зачисляется в исследуемые классы. При этом вновь зачисленные обучающиеся очевидным образом могут быть отнесены только к контрольной группе.

Считаем такое отнесение целесообразным, поскольку указанные дети попадают в одинаковые условия со всеми остальными и должны быть причислены к группе, относительно которой исследуется экспериментальная. Вновь пришедшие учащиеся вливаются в учебные коллективы и способны нести учебную нагрузку наравне с теми, кто учился в этих коллективах ранее. Исключение таких детей из расчетов исследования приведет к снижению его достоверности.

Следует отметить, что наблюдение за учащимися в рамках фазы II опытно-экспериментальной части исследования ведется с 8 класса, а не начинается раньше, поскольку только к 8 классу удастся выделить контрольную группу (в Лицей приходят новые учащиеся, которые теперь обучаются в одинаковых условиях со старыми).

Контрольная и экспериментальная группы сравнивались по следующим параметрам:

- успеваемость по физике, алгебре, геометрии, химии;
- результативность написания административных контрольных работ по физике;
- результативность участия в муниципальном этапе Всероссийской олимпиады школьников (ВсОШ) по физике;
- результативность участия в Городской открытой олимпиаде школьников по физике Санкт-Петербурга;

¹⁸ На момент написания данной работы эти учащиеся еще обучаются в Президентском ФМЛ №239

- результативность участия в региональном этапе ВсОШ по физике;
- результативность участия в заключительном этапе ВсОШ по физике;
- результативность участия в международных олимпиадах по физике;
- результаты поступления в ведущие вузы страны.

Успеваемость по физике, алгебре, геометрии, химии и результативность написания контрольных работ оценивалась с привлечением параметра «процент качества»: доля от учащихся, имеющих оценки 4 и 5 в данной группе [64].

Результативность участия в олимпиадах оценивалась по доле победителей и призеров в каждой из групп.

Результаты поступления в вузы оценивались по доле поступивших в вузы из списка ТОП-20 RAEX [88] в данный год в данной группе.

Достоверность сравнений обеспечивается статистическими методами, включая критерии Пирсона (χ^2) и Фишера (ϕ) [101].

Помимо изучения результативности обучающихся учебных коллективов Президентского ФМЛ №239, были использованы опросные методы:

- опрос преподавателей, проводивших обучение по программе «PRO-физика» в рамках основного или дополнительного образования;
- опрос учащихся Президентского ФМЛ №239, посещавших курс «PRO-физика» в рамках основного или дополнительного образования.

3.2. Статистический анализ результатов административных контрольных работ по физике

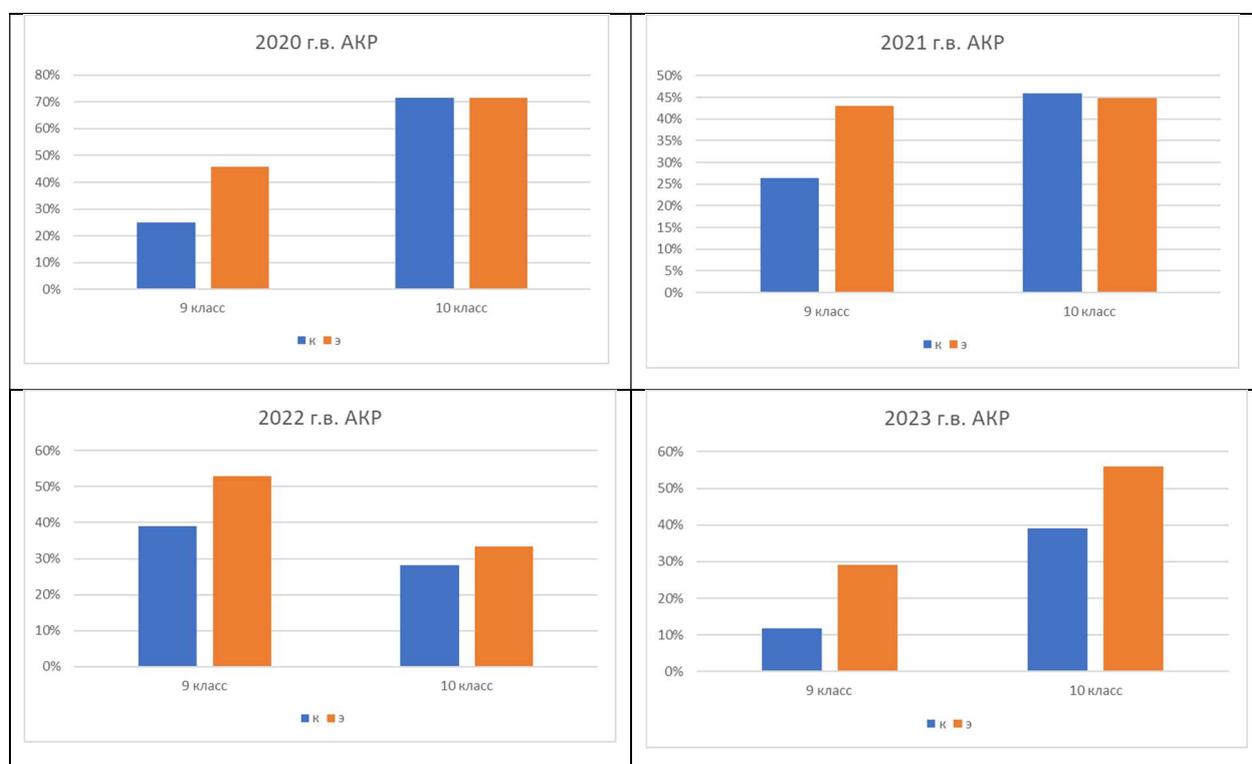
В Президентском ФМЛ №239 ежегодно проводятся административные контрольные работы (АКР) по физике [76]. Общее их число и темы могут варьироваться от года к году, но обязательно во все года пишутся работы по

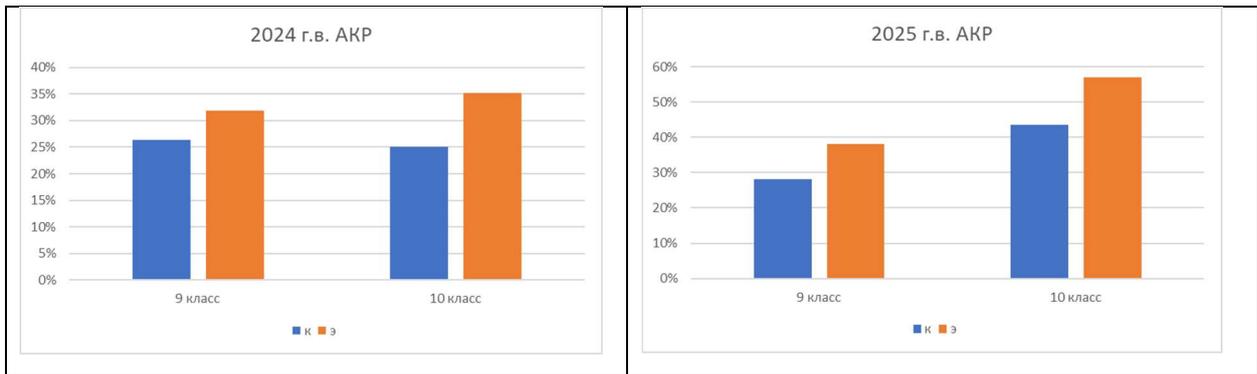
кинематике в конце первой четверти 9 класса и по молекулярной физике в конце первого полугодия 10 класса. Эти работы отличаются повышенным уровнем сложности и проводятся во всех классах, за исключением классов химико-биологической направленности (представителей которых нет в исследуемых группах).

АКР в конкретном году проводится по единым контрольно-измерительным материалам и проверяется учителями в зашифрованном виде по единым критериям. Ввиду этого, АКР по физике в Президентском ФМЛ №239 – надежный способ оценки качества знаний. Поскольку работа предполагает выполнение заданий повышенной сложности (часто – олимпиадного уровня), можно говорить и о том, что ее результаты коррелируют с уровнем одаренности учащихся.

Результаты проведенного статистического анализа представлены в виде графиков в таблице 10. Здесь столбцами обозначен процент качества, рассчитанный на основании оценок за АКР в 9 и 10 классе. Синие столбцы – контрольная группа, оранжевые – экспериментальная.

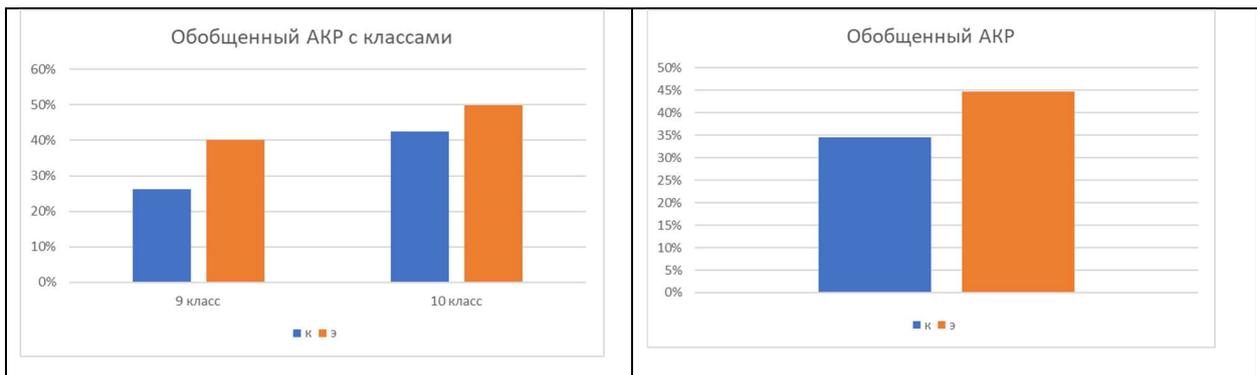
Таблица 10 – Результаты АКР





Из представленных на графиках результатов следует, что экспериментальная группа в подавляющем большинстве случаев справляется с АКР лучше, чем контрольная. Это может свидетельствовать о том, что экспериментальная группа лучше подготовлена к выполнению заданий повышенной сложности по физике. На графиках в таблице 11 представлены интегральные результаты - процент качества результатов учащихся контрольной и экспериментальной групп за все года.

Таблица 11 – Обобщенные результаты АКР



Левый график в таблице 11 – это обобщенные результаты с разбиением по классам написания АКР. Правый – обобщенные результаты написания АКР (как в 9, так и в 10 классе) за все года. Таким образом, в правом графике мы говорим о доле случаев получения учащимися оценок 4 или 5 за АКР в 9 или 10 классе в контрольной и экспериментальной группах.

Для проверки статистической значимости различия в результатах экспериментальной и контрольной групп нами были использованы критерий Пирсона (χ^2) и критерий Фишера (ϕ).

Использование критерия Пирсона обусловлено его распространенностью и эффективностью в применении к педагогическим исследованиям [101]. Однако, согласно учебнику «Обработка и представление данных с помощью компьютера»,

в случае, когда предполагается сравнение групп учащихся только по двум категориям (данном случае – высокий или низкий процент качества), рекомендуется для более точных оценок использовать критерий Фишера [101, с. 58].

Таким образом, здесь и далее нами будет использован критерий Пирсона для приближенной оценки статистической значимости различий между группами и критерий Фишера – для уточненной оценки.

Оценка статистической значимости различий в интегральных результатах по критерию Пирсона проводится по формуле 3.1.

$$\chi^2_{\text{эксн}} = n_1 n_2 \sum_{i=1}^g \left[\frac{1}{n_{i1} + n_{i2}} \left(\frac{n_{i1}}{n_1} - \frac{n_{i2}}{n_2} \right)^2 \right] \quad (3.1.)$$

Для данного расчета $n_1 = 671$, $n_2 = 606$ - случаи отнесения писавших АКР учащихся к контрольной и экспериментальной группам соответственно.

$g = 2$ - количество градаций (высокий или низкий процент качества).

$n_{11} = 232$, $n_{12} = 271$ - случаи получения учащимися из контрольной и экспериментальной групп соответственно высоких (4 или 5) оценок за АКР.

$n_{21} = 439$, $n_{22} = 335$ - случаи получения учащимися из контрольной и экспериментальной групп соответственно низких (2 или 3) оценок за АКР.

$$\chi^2_{\text{эксн}} = 671 \cdot 606 \cdot \left(\frac{1}{232 + 271} \cdot \left(\frac{232}{671} - \frac{271}{606} \right)^2 + \frac{1}{439 + 335} \cdot \left(\frac{439}{671} - \frac{335}{606} \right)^2 \right) = 13,73$$

Гипотеза H_0 : отсутствуют статистически значимые различия в результатах контрольной и экспериментальной групп.

Гипотеза H_1 : имеются статистически значимые различия в результатах контрольной и экспериментальной групп.

Экспериментальное значение $\chi^2_{\text{эксн}} = 13,73$.

При заданном количестве градаций $g = 2$ (высокий или низкий процент качества) число степеней свободы $\nu = 1$. Для значимости $p \leq 0,05$ табличное критическое значение $\chi^2_{\text{кр}}$ принимается равным 3,84 [101, с. 203].

Таким образом, поскольку $\chi_{\text{эксн}}^2 > \chi_{\text{кр}}^2$, гипотеза H_0 не подтверждается и должна быть принята гипотеза H_1 .

Оценка статистической значимости различий в интегральных результатах по критерию Фишера проводится по формуле 3.2.

$$\varphi_{\text{эксн}} = 2 \cdot \left| \arcsin(\sqrt{P_1}) - \arcsin(\sqrt{P_2}) \right| \cdot \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2}{n_1 + n_2}} \quad (3.2.)$$

Для данного расчета $n_1 = 671$, $n_2 = 606$ - случаи отнесения писавших АКР учащихся к контрольной и экспериментальной группам соответственно.

$P_1 = 0,3458$, $P_2 = 0,4472$ - доля случаев получения учащимися из контрольной и экспериментальной групп соответственно высоких (4 или 5) оценок за АКР.

$$\varphi_{\text{эксн}} = 2 \cdot \left| \arcsin(\sqrt{0,3458}) - \arcsin(\sqrt{0,4472}) \right| \cdot \sqrt{\frac{671 \cdot 606}{671 + 606}} = 3,71.$$

Гипотеза H_0 : отсутствуют статистически значимые различия в результатах контрольной и экспериментальной групп.

Гипотеза H_1 : имеются статистически значимые различия в результатах контрольной и экспериментальной групп.

Экспериментальное значение $\varphi_{\text{эксн}} = 3,71$.

Для значимости $p \leq 0,05$ табличное критическое значение $\varphi_{\text{кр}}$ принимается равным 1,64 [101, с. 206].

Таким образом, поскольку $\varphi_{\text{эксн}} > \varphi_{\text{кр}}$, гипотеза H_0 не подтверждается и должна быть принята гипотеза H_1 .

Заметим, что АКР проводится среди учащихся Президентского ФМЛ №239, в который осуществляется строгий отбор как в 5, так и в 8 классах. Поскольку, как рассмотрено в главе 2, учащиеся данного учебного заведения по концепции одаренности Ганье [129] относятся к одаренным, можно сделать вывод о том, что одаренность учащихся, проходивших курс PRO-физика с большим удельным весом физического эксперимента, была поддержана и развита, поскольку предметные результаты по физике у учащихся экспериментальной группы оказались лучше, чем у контрольной.

3.3. Анализ результатов олимпиад по физике различного уровня

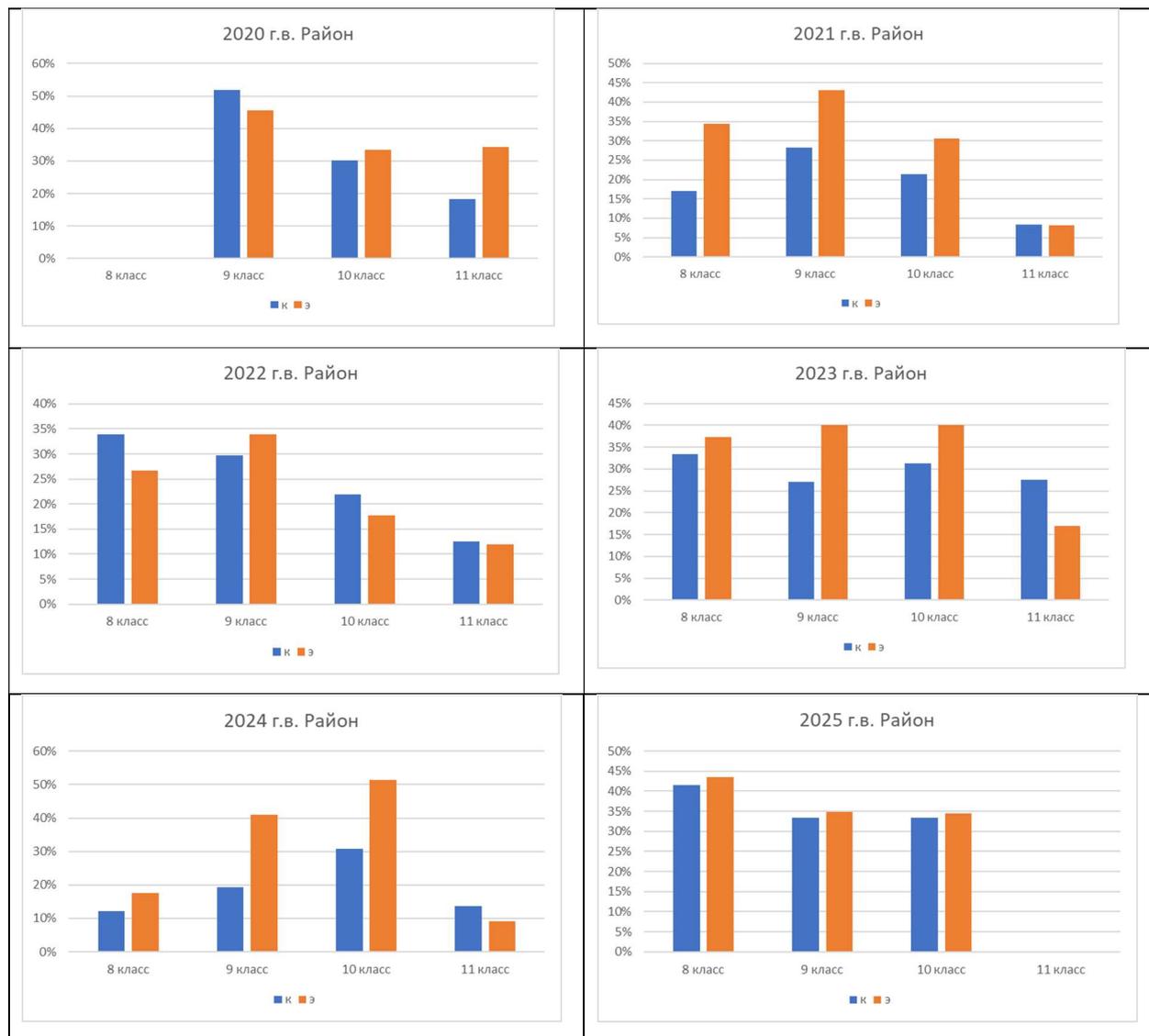
В данном статистическом обзоре будет представлен анализ результатов предметных олимпиад по физике различного уровня: муниципального этапа Всероссийской олимпиады школьников (ВсОШ) по физике (районного этапа Городской открытой олимпиады школьников по физике Санкт-Петербурга), заключительного этапа Городской открытой олимпиады школьников по физике, регионального и заключительного этапов ВсОШ по физике, международных олимпиад по физике.

3.3.1. Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников (ВсОШ) по физике

Муниципальный этап ВсОШ по физике – это второй из четырех этапов ВсОШ [84]. В Санкт-Петербурге традиционно муниципальный этап ВсОШ по физике совмещен с районным этапом Городской открытой олимпиады школьников по физике [96].

Проведенный анализ результатов муниципального этапа ВсОШ представлен в виде графиков в таблице 12. Здесь столбцами обозначена доля победителей и призеров из соответствующей группы. Синие столбцы – контрольная группа, оранжевые – экспериментальная.

Таблица 12 – Результаты муниципального этапа ВсОШ по физике

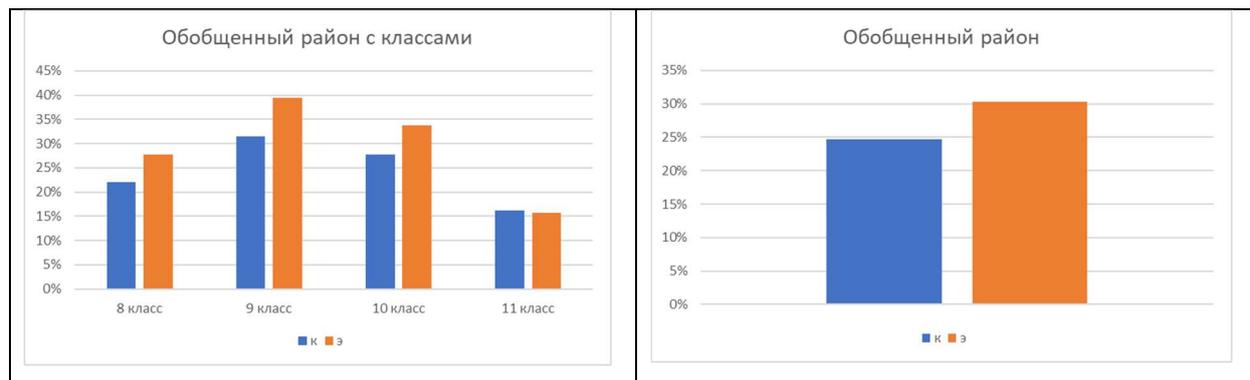


В параллели 2025 года выпуска в 11 классе отсутствуют результаты по причине того, что на момент написания этой работы олимпиада еще не состоялась.

В параллели 2020 года выпуска данные по 8 классу отсутствуют, поскольку эти данные недоступны автору этой работы.

Как видно из графиков, в 15 из 22 случаев экспериментальная группа имеет больший процент победителей и призеров районной олимпиады. То есть можно предполагать, что существует значимое отличие в результатах экспериментальной группы по отношению к контрольной. В таблице 13 в виде графиков представлены интегральные результаты – доля случаев попадания участников в список победителей и призеров в контрольной и экспериментальной группах за все года.

Таблица 13 – Обобщенные результаты муниципального этапа ВсОШ по физике



Левый график в таблице 13 – это обобщенные результаты с разбиением по классам. Правый – обобщенные результаты выступления на муниципальном (районном) этапе за все года. Таким образом, в правом графике мы говорим о доле случаев попадания учащихся из контрольной и экспериментальной групп в число победителей и призеров муниципального этапа ВсОШ.

Оценим статистическую значимость различий в интегральных результатах критериями Пирсона и Фишера при помощи вычислений, аналогичных приведенным в параграфе 3.2.

Критерий Пирсона: $\chi^2_{\text{экс}} = 9,62$.

$\chi^2_{\text{кр}} < \chi^2_{\text{экс}}$, следовательно, имеются статистически значимые различия результатов контрольной и экспериментальной групп со значимостью $p \leq 0,05$.

Критерий Фишера: $\varphi_{\text{экс}} = 3,10$.

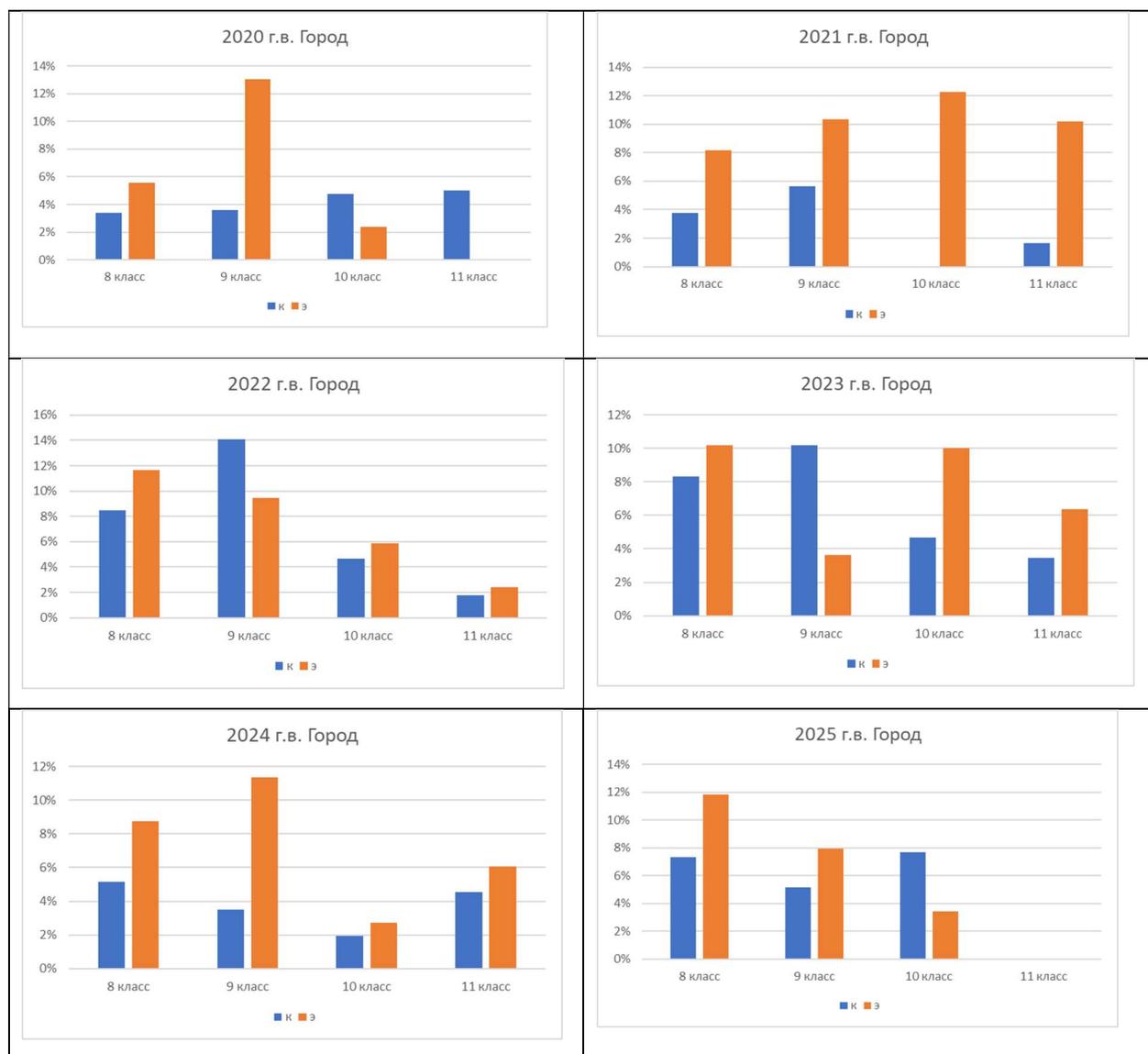
$\varphi_{\text{кр}} < \varphi_{\text{экс}}$, следовательно, имеются статистически значимые различия результатов контрольной и экспериментальной групп со значимостью $p \leq 0,05$.

3.3.2. Городская открытая олимпиада школьников по физике Санкт-Петербурга

Заключительный этап Городской открытой олимпиады школьников по физике Санкт-Петербурга проводится с 1996 года [96]. В нем принимают участие учащиеся 7-11 классов. Этап состоит из теоретического и экспериментального туров.

Проведенный анализ результатов Городской олимпиады представлен в виде графиков в таблице 14. Здесь столбцами обозначена доля победителей и призеров из соответствующей группы. Синие столбцы – контрольная группа, оранжевые – экспериментальная.

Таблица 14 – Результаты заключительного этапа Городской открытой олимпиады школьников по физике

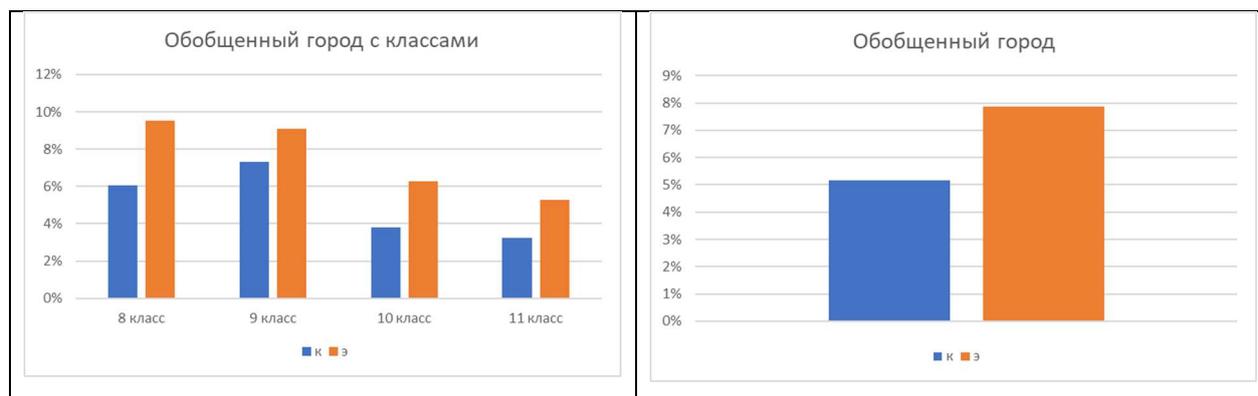


В параллели 2025 года выпуска в 11 классе отсутствуют результаты по причине того, что на момент написания этой работы олимпиада еще не состоялась.

Как видно из графиков, в подавляющем большинстве случаев доля призеров из экспериментальной группы больше, чем из контрольной.

Интегральные результаты с разбиением по классам и без него представлены в таблице 15 (левый и правый графики соответственно).

Таблица 15 – Обобщенные результаты заключительного этапа Городской открытой олимпиады школьников по физике



Статистическая значимость по критериям:

Критерий Пирсона: $\chi^2_{экс} = 7,45$.

$\chi^2_{кр} < \chi^2_{экс}$, следовательно, имеются статистически значимые различия результатов контрольной и экспериментальной групп со значимостью $p \leq 0,05$.

Критерий Фишера: $\varphi_{экс} = 2,73$.

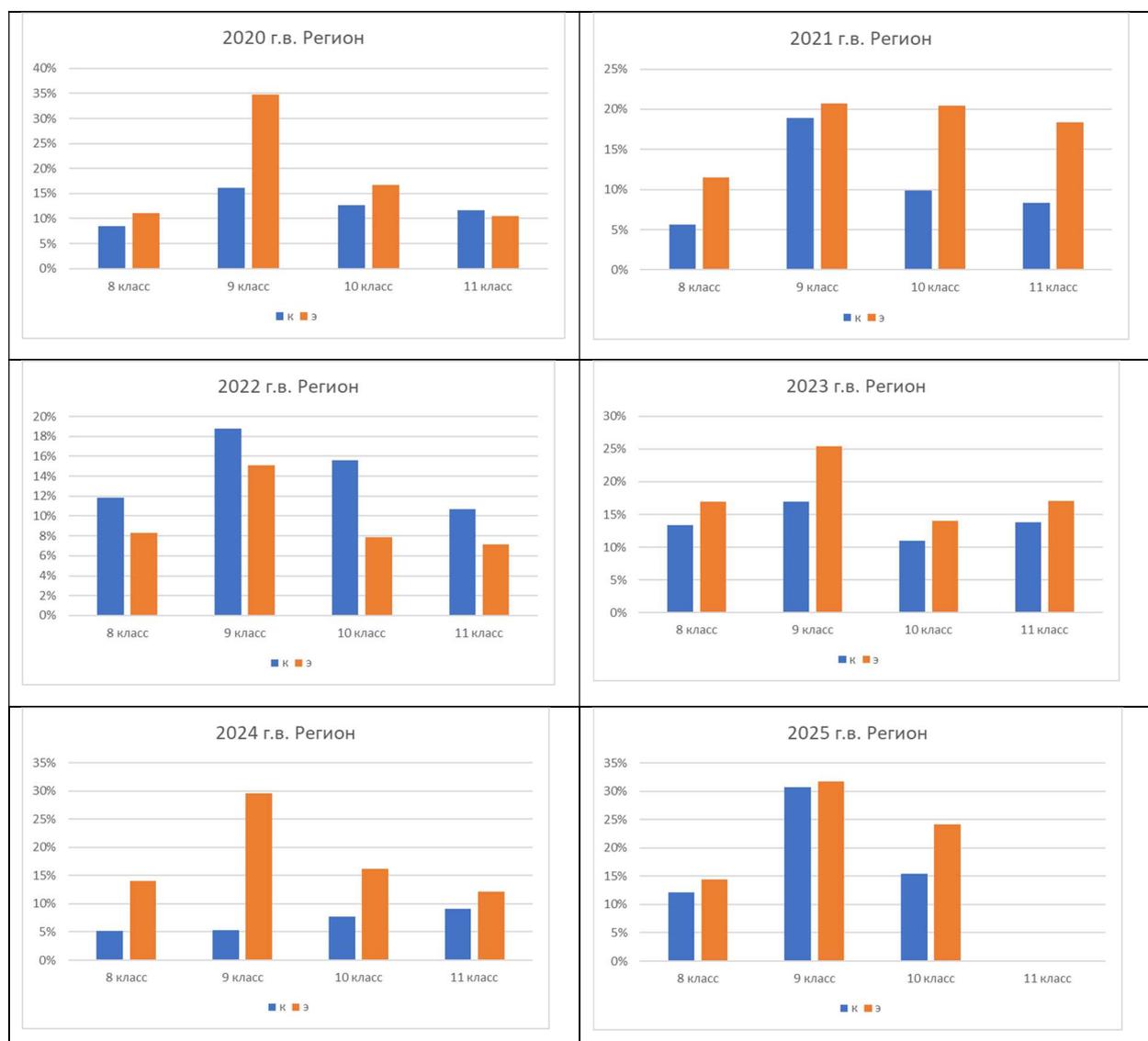
$\varphi_{кр} < \varphi_{экс}$, следовательно, имеются статистически значимые различия результатов контрольной и экспериментальной групп со значимостью $p \leq 0,05$.

3.3.3. Региональный этап ВсОШ по физике

Региональный этап ВсОШ по физике – это третий этап ВсОШ. Он проводится по единым для всей страны заданиям высокого уровня сложности и состоит из теоретического и экспериментального этапов.

Нами был проведен анализ результатов участия членов контрольной и экспериментальной групп в региональном этапе ВсОШ (для 8 класса взяты результаты регионального этапа олимпиады по физике им. Дж.Кл. Максвелла). В графиках в таблице 16 столбцами обозначена доля победителей и призеров из соответствующей группы. Синие столбцы – контрольная группа, оранжевые – экспериментальная.

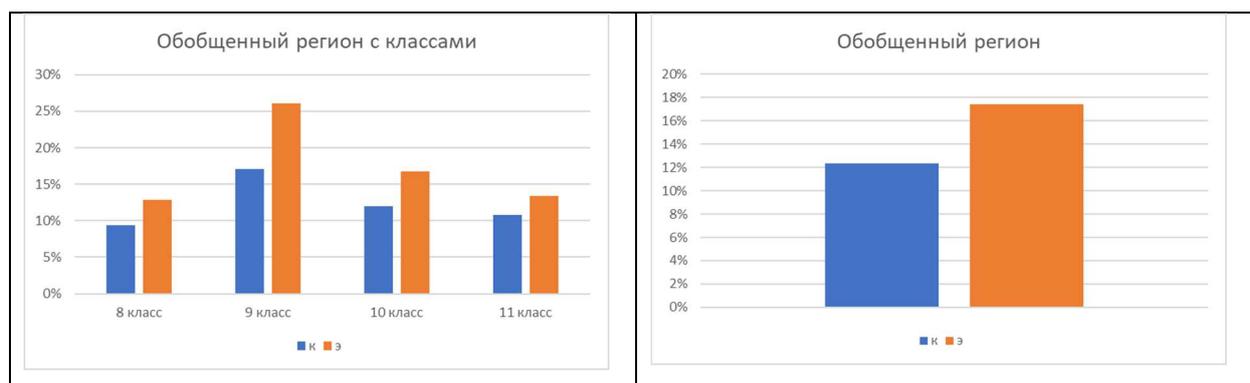
Таблица 16 – Результаты регионального этапа ВсОШ по физике



В параллели 2025 года выпуска в 11 классе отсутствуют результаты по причине того, что на момент написания этой работы олимпиада еще не состоялась.

Таким образом видим, что во всех параллелях, за исключением параллели 2022 года выпуска, наблюдается бóльшая доля победителей и призеров регионального этапа ВсОШ - среди представителей экспериментальной группы по сравнению с контрольной. Обобщенные результаты представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Обобщенные результаты регионального этапа ВсОШ по физике



Статистическая значимость по критериям:

Критерий Пирсона: $\chi^2_{\text{экс}} = 12,55$.

$\chi^2_{\text{кр}} < \chi^2_{\text{экс}}$, следовательно, имеются статистически значимые различия результатов контрольной и экспериментальной групп со значимостью $p \leq 0,05$.

Критерий Фишера: $\varphi_{\text{экс}} = 3,54$.

$\varphi_{\text{кр}} < \varphi_{\text{экс}}$, следовательно, имеются статистически значимые различия результатов контрольной и экспериментальной групп со значимостью $p \leq 0,05$.

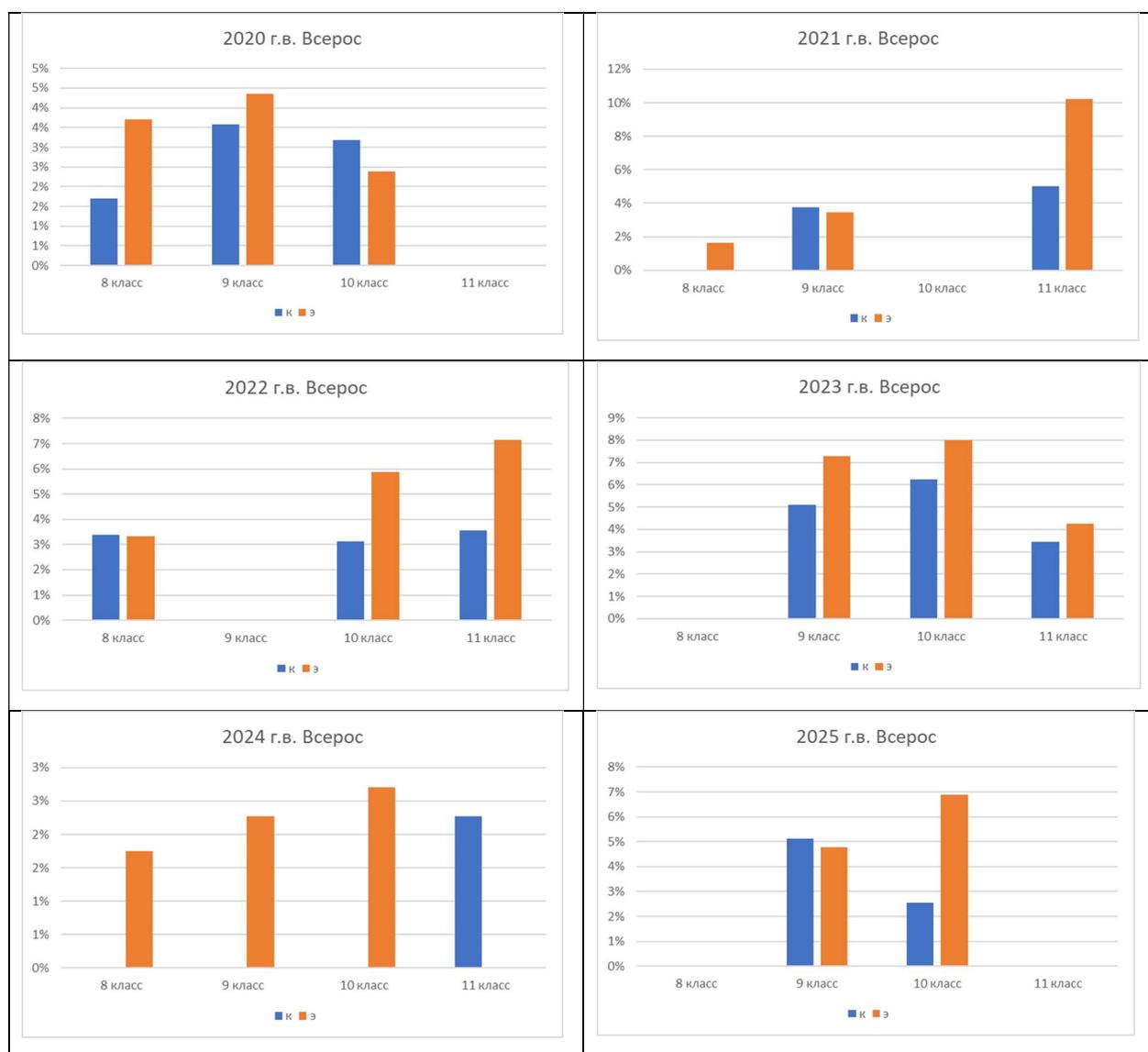
3.3.4. Заключительный этап ВсОШ по физике

Заключительный этап ВсОШ по физике – это четвертый этап ВсОШ. Он отличается заданиями наиболее высокого уровня сложности среди всех олимпиад по физике для школьников в России. Заключительный этап также, как и

региональный, состоит из двух туров – теоретического и экспериментального. Победители и призеры данного этапа ВсОШ имеют возможность поступать в высшие учебные заведения без вступительных испытаний [109].

Проведенный анализ результатов заключительного этапа ВсОШ по физике (для 8 класса взяты результаты заключительного этапа олимпиады им. Дж.Кл. Максвелла по физике) представлен в таблице 18 в виде графиков. Здесь столбцами обозначена доля победителей и призеров из соответствующей группы. Синие столбцы – контрольная группа, оранжевые – экспериментальная.

Таблица 18 – Результаты заключительного этапа ВсОШ по физике



В параллели 2025 года выпуска в 11 классе отсутствуют результаты по причине того, что на момент написания этой работы олимпиада еще не состоялась, а в 8 классе среди указанной параллели не было победителей и призеров.

Отсутствие данных по 8 классу в параллели 2023 года выпуска, по 9 классу – в параллели 2022 года выпуска, по 10 классу в параллели 2021 года выпуска и по 11 классу в параллели 2020 года выпуска (соответствует олимпиаде 2020 года) объясняется отменой заключительного этапа ВсОШ по физике вследствие ковидных ограничений.

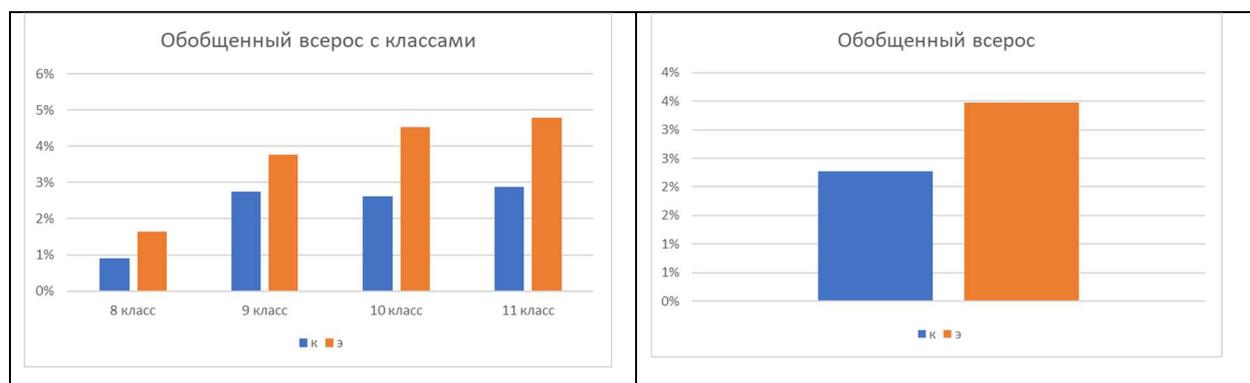
Ввиду высокого уровня данного этапа олимпиады, до него способны дойти и стать победителями или призерами существенно меньшее количество учащихся. Например, для параллели 2024 года выпуска мы можем наблюдать отсутствие призеров среди членов контрольной группы в 8, 9 и 10 классах и отсутствие призеров среди экспериментальной группы в 11 классе.

Тем не менее (с учетом вышеобозначенного), в 12 из 17 случаев (по которым есть данные) имеем бóльшую долю победителей и призеров среди экспериментальной группы.

Заметим также, что параллель 2022 года выпуска, демонстрировавшая на региональном этапе абсолютное превосходство контрольной группы, на заключительном этапе ВсОШ показала тем не менее превосходство результатов экспериментальной группы над контрольной.

Интегральные результаты представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Обобщенные результаты заключительного этапа ВсОШ по физике



Статистическая значимость по критериям:

Критерий Пирсона: $\chi^2_{эксн} = 3,21$.

$\chi^2_{кр} > \chi^2_{эксн}$, следовательно, нельзя говорить о наличии статистически значимых различий результатов контрольной и экспериментальной групп со значимостью

$p \leq 0,05$ по критерию Пирсона. Тем не менее критическое значение $\chi^2_{\text{экс}}$ для значимости $p \leq 0,1$ оказывается равным 2,71 [95, с. 457], что меньше экспериментального значения. Таким образом, критерий Пирсона в данной ситуации все же показывает слабое статистическое различие между результатами.

Критерий Фишера: $\varphi_{\text{экс}} = 1,79$.

$\varphi_{\text{кр}} < \varphi_{\text{экс}}$, следовательно, имеются статистически значимые различия результатов контрольной и экспериментальной групп со значимостью $p \leq 0,05$ ¹⁹.

3.3.5. Международные олимпиады по физике

Исследование включало в себя данные результатов следующих международных олимпиад по физике за рассматриваемые года:

- Международная олимпиада по точным наукам среди подростков «Лаборатория подготовки талантов» (Физика, Химия, Математика) [65];
- Европейская физическая олимпиада EuPhO [127];
- Международная естественнонаучная олимпиада юниоров IJSO [138];
- Международная олимпиада по физике IPhO [139];
- Олимпиада «Romanian Masters of Physics» [154];
- Олимпиада Мегалополисов [72];
- Азиатская физическая олимпиада APhO [119];
- Международная Жаутыковская олимпиада IZhO [140].

Проведенный анализ результатов международных олимпиад по физике представлен в виде графика на рисунке 19. Здесь столбцами обозначена доля

¹⁹ Заметим, что критерий Фишера лучше подходит для рассматриваемых расчетов (подробнее об этом – в параграфе 3.2).

случаев, когда участники контрольной и экспериментальной групп становились призерами и победителями международных олимпиад. Синие столбцы – контрольная группа, оранжевые – экспериментальная.

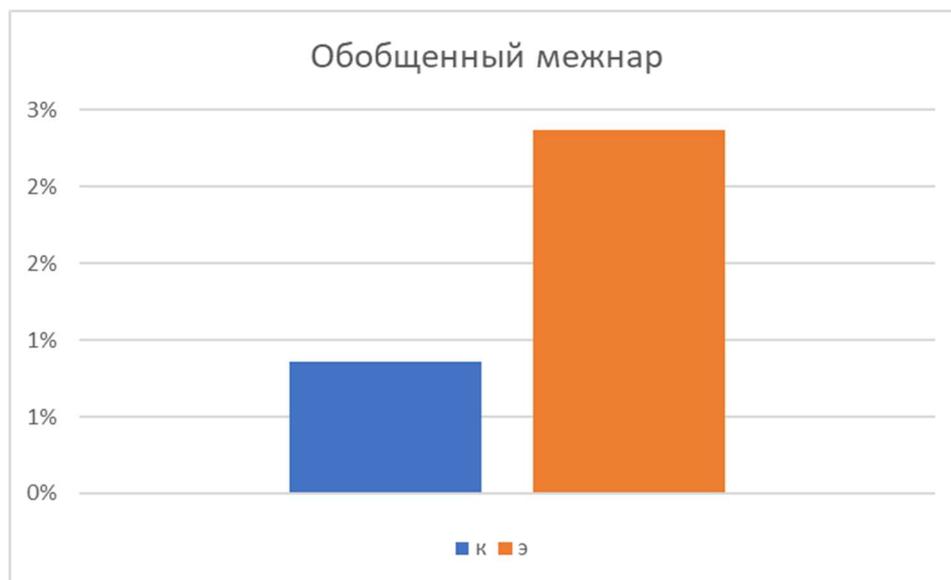


Рисунок 19 – Обобщенные результаты международных олимпиад

Статистическая значимость по критериям:

Критерий Пирсона: $\chi^2_{\text{эксн}} = 8,97$.

$\chi^2_{\text{кр}} < \chi^2_{\text{эксн}}$, следовательно, имеются статистически значимые различия результатов контрольной и экспериментальной групп со значимостью $p \leq 0,05$.

Критерий Фишера: $\varphi_{\text{эксн}} = 3,06$.

$\varphi_{\text{кр}} < \varphi_{\text{эксн}}$, следовательно, имеются статистически значимые различия результатов контрольной и экспериментальной групп со значимостью $p \leq 0,05$.

Результаты демонстрируют, что экспериментальная группа достоверно лучше выступает на олимпиадах по физике международного уровня.

Предметные олимпиады являются одним из способов выявления одаренных детей [163] и могут служить инструментом оценки уровня их одаренности. Как мы видим, экспериментальная группа, являвшаяся объектом стимулирующего воздействия на одаренность курса «PRO-физика» с большим удельным весом физического эксперимента, достоверно демонстрирует более высокие результаты в олимпиадах по физике различного уровня. Это подтверждает, что одаренность может быть поддержана и развита посредством физического эксперимента в

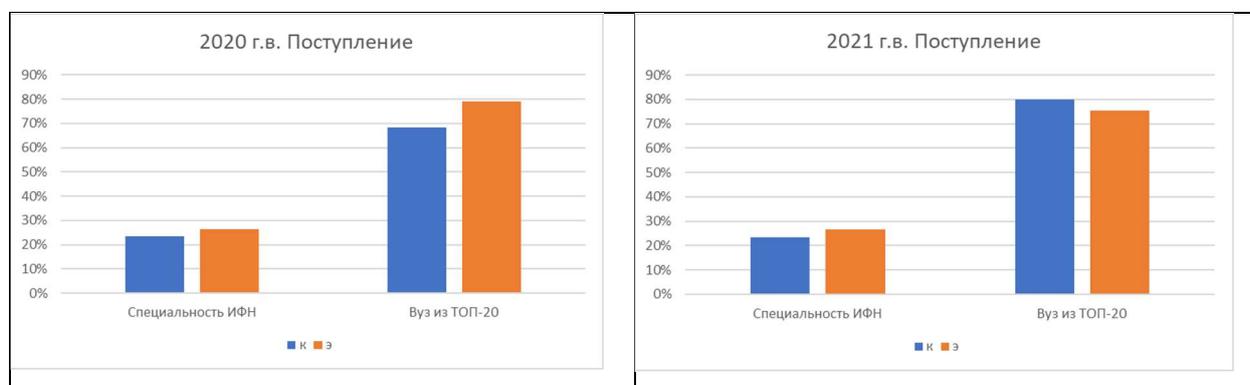
пропедевтическом курсе физики общеобразовательных школ физико-математического профиля.

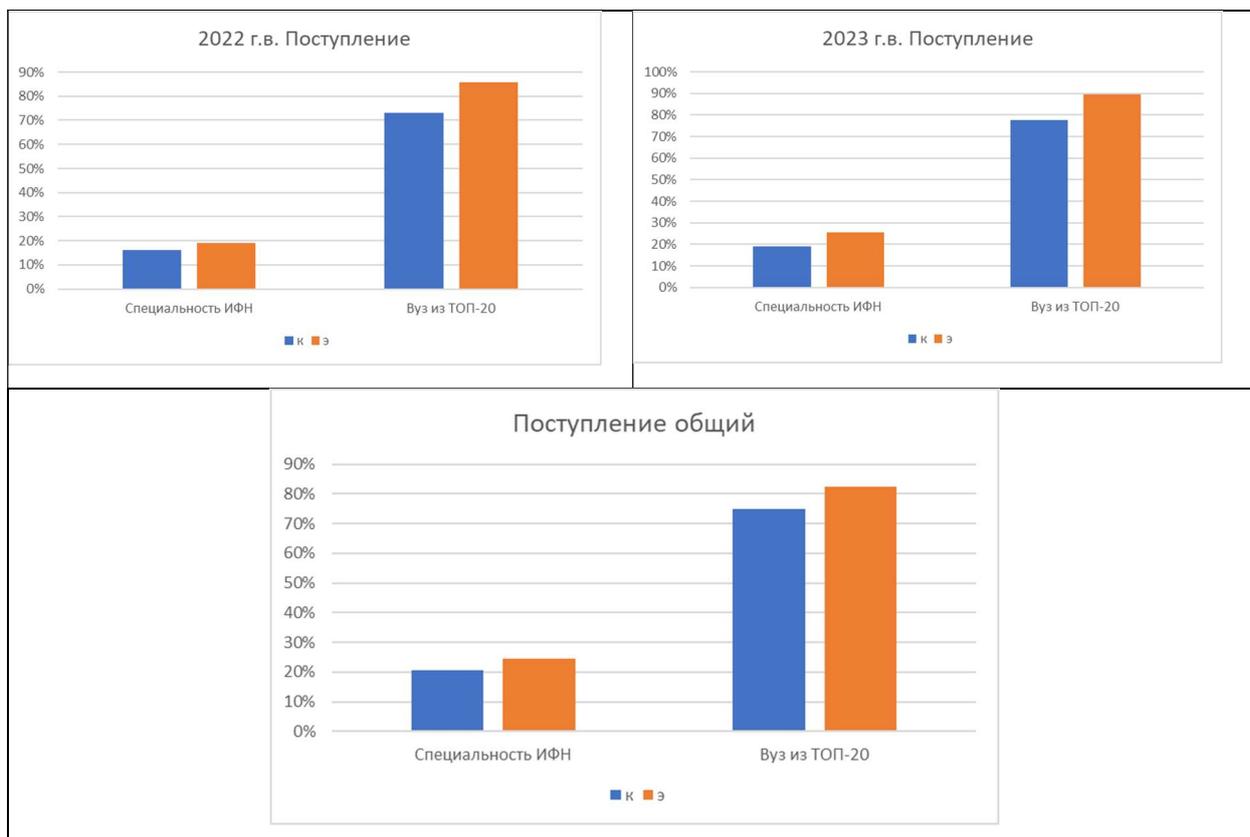
3.4. Анализ поступления в высшие учебные заведения

Проведенный анализ поступления выпускников Президентского ФМЛ №239 в высшие учебные заведения имел своей целью выявление возможного влияния пропедевтического курса «PRO-физика» на предпочтения в выборе инженерно-физической специальности, а также сравнение успешности поступления контрольной и экспериментальной групп. Проанализированы данные выпускников 2020, 2021, 2022, 2023 годов выпуска.

Результаты анализа представлены в виде графиков в таблице 20. Здесь столбцами обозначены: доля выпускников, поступивших на специальности инженерно-физического направления (левая группа столбцов на каждом графике), и доля выпускников, поступивших в вузы из ТОП-20 по версии RAEX за данный год [88] (правая группа столбцов на каждом графике). Синие столбцы – контрольная группа, оранжевые – экспериментальная.

Таблица 20 – Результаты поступления в вузы





Интегральные результаты за 4 года представлены в последнем из пяти графиков в таблице 20. Их статистическая значимость была рассчитана по критериям Пирсона и Фишера (см. таблицу 21):

Таблица 21 – Расчет статистической значимости результатов поступления в вузы

Параметр	Критерий	Значение	Комментарий
Поступление на специальности инженерно-физического направления	Критерий Пирсона $\chi^2_{\text{экс}}$	0,89	$\chi^2_{\text{экс}} < \chi^2_{\text{кр}}$ и при $p \leq 0,05$ и при $p \leq 0,1$. Нет статистически значимых различий по критерию.
	Критерий Фишера $\varphi_{\text{экс}}$	0,94	$\varphi_{\text{экс}} < \varphi_{\text{кр}}$ и при $p \leq 0,05$ и при $p \leq 0,1$. Нет статистически значимых различий по критерию.
Поступление в вузы из ТОП-20 по версии RAEX за данный год	Критерий Пирсона $\chi^2_{\text{экс}}$	3,39	$\chi^2_{\text{экс}} < \chi^2_{\text{кр}}$ при $p \leq 0,05$, но $\chi^2_{\text{экс}} > \chi^2_{\text{кр}}$ при $p \leq 0,1$. Имеется слабое статистическое различие.
	Критерий Фишера $\varphi_{\text{экс}}$	1,86	$\varphi_{\text{экс}} > \varphi_{\text{кр}}$ при $p \leq 0,05$. Имеются статистически значимые различия по критерию.

Как видим из результатов, имеется статистически значимое различие между контрольной и экспериментальной группами по параметру «Поступление в вузы из ТОП-20». Выпускники из экспериментальной группы достоверно чаще поступают в вузы из ТОП-20. Это может свидетельствовать о том, что члены экспериментальной группы, обучавшиеся по программе пропедевтического курса «PRO-физика», проявляют свои способности не только в олимпиадном движении, но и при поступлении в ведущие вузы страны.

Хотя на графике имеется небольшое превышение доли членов экспериментальной группы среди поступающих на специальности инженерно-физической направленности, оно не может быть признано статистически значимым по критериям Пирсона и Фишера. Несмотря на то, что экспериментальная группа обучалась по программе пропедевтического курса «PRO-физика», их интерес к различным специальностям не оказался ограничен инженерно-физическим направлением. Впрочем, прикладная пропедевтическая модель развития и поддержки одаренности (см. параграф 2.1) и не предполагает такого эффекта.

3.5. Статистический анализ оценок учащихся из контрольной и экспериментальной групп

В ходе исследования перед нами возникли следующие вопросы:

Действительно ли курс «PRO-физика» - причина, по которой достигнуты высокие результаты экспериментальной группы относительно контрольной? Как определить, что эти результаты – не просто следствие успешного обучения в Президентском ФМЛ №239 в 5-6 классах?

Для ответа на эти вопросы был проведен сравнительный анализ годовой академической успеваемости учащихся из контрольной и экспериментальной

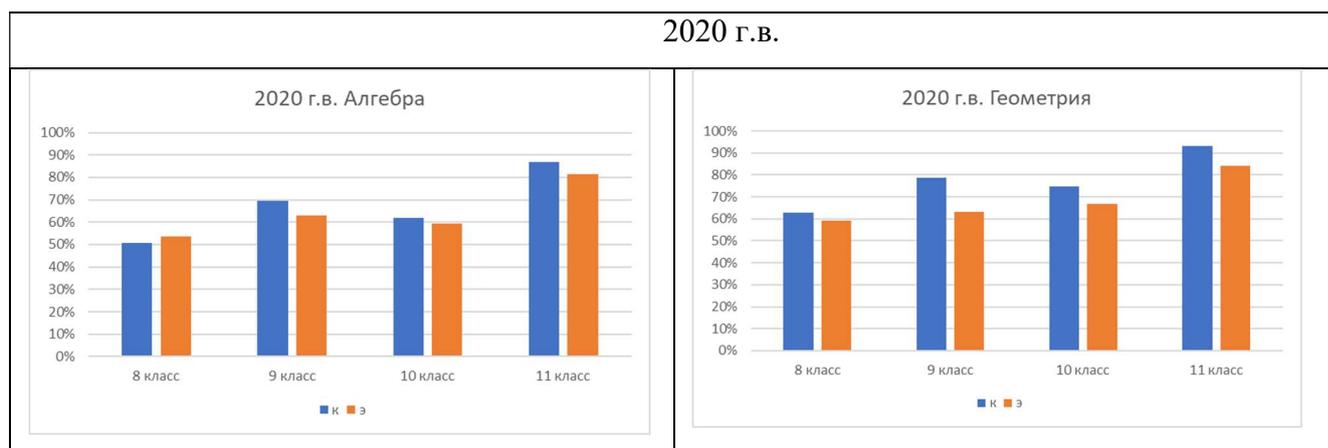
групп для 6 параллелей. В качестве наблюдаемых предметов были выбраны, помимо физики, алгебра, геометрия и химия.

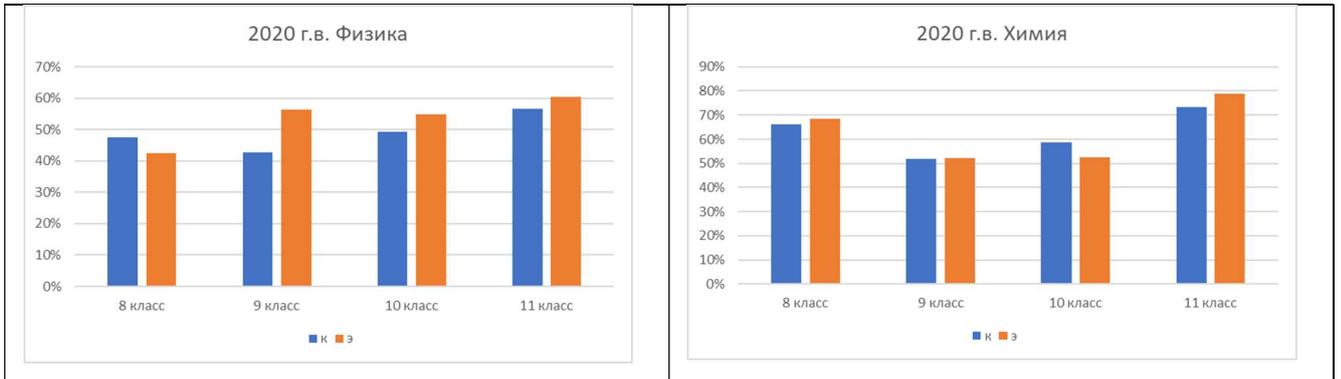
Рассмотрение предметных результатов по другим естественнонаучным дисциплинам обусловлена необходимостью более широкого сравнительного анализа, цель которого – выявление взаимосвязи между обучением в 5-6 классах Президентского ФМЛ №239 и дальнейшей академической успеваемостью по предметам естественнонаучного цикла.

Иными словами, имеют ли преимущество учащиеся, обучавшиеся в Президентском ФМЛ №239 в 5-6 классах (составляющие экспериментальную группу) перед учащимися, присоединившимися к коллективу Лицея в 8 классе (составляющими контрольную группу), в отношении академической успеваемости по предметам естественнонаучного цикла?

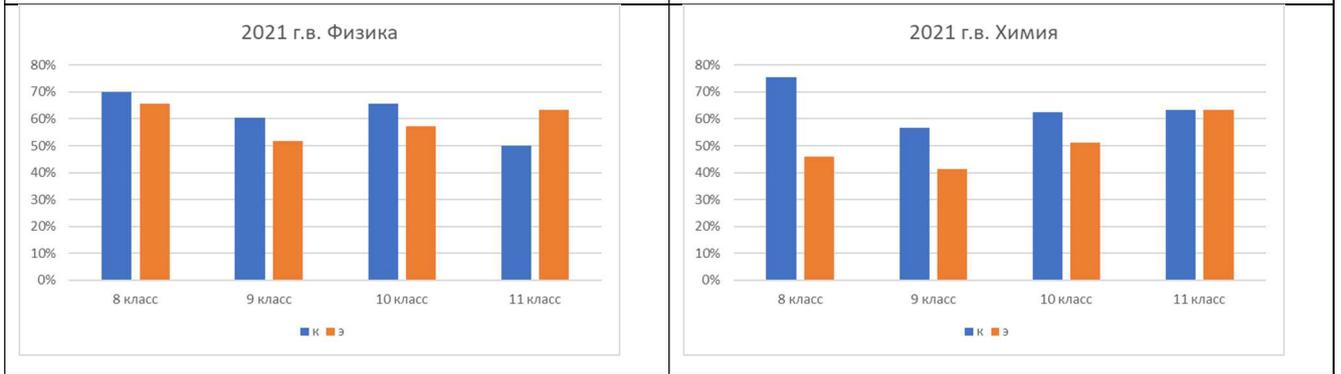
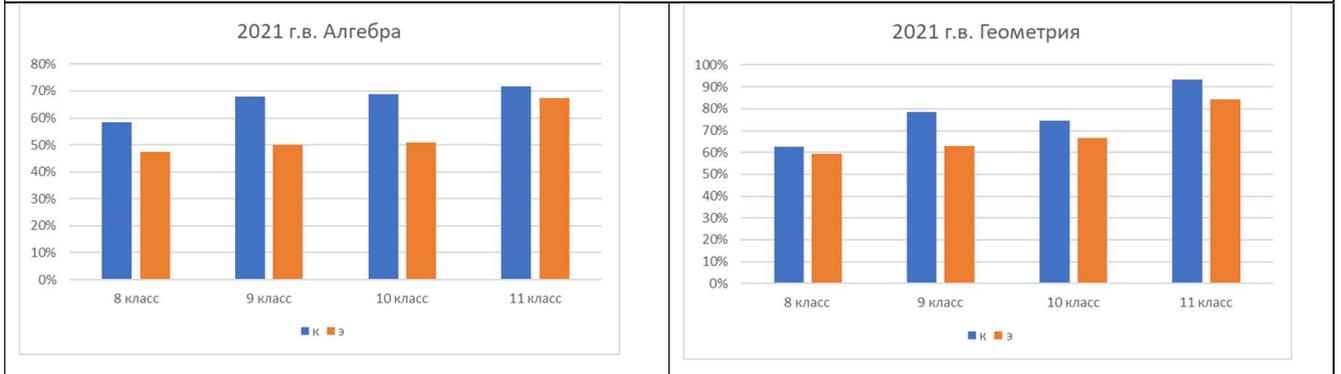
Результаты проведенного статистического анализа представлены в виде графиков в таблице 22. Здесь столбцами обозначен процент качества, рассчитанный на основании годовых оценок по предметам. Синие столбцы – контрольная группа, оранжевые – экспериментальная.

Таблица 22 – Результаты обучения по предметам естественнонаучного цикла

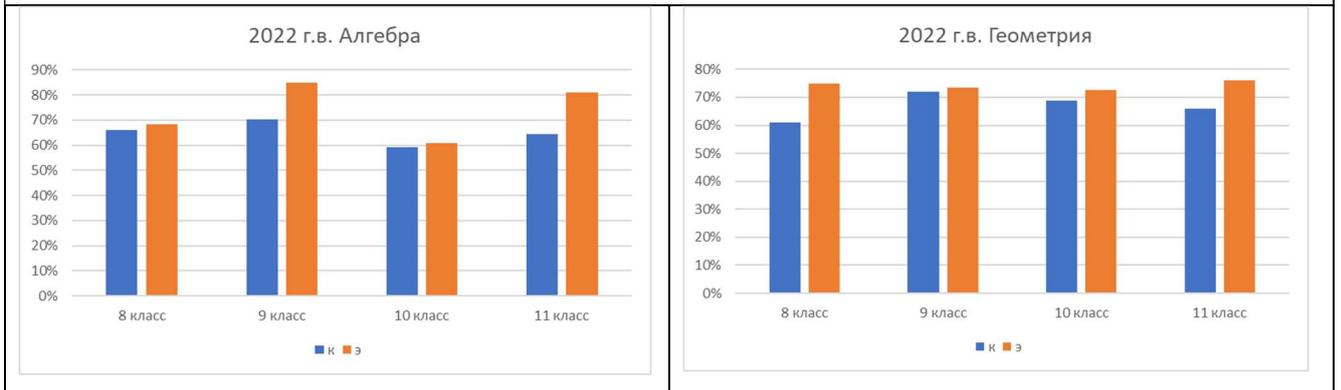


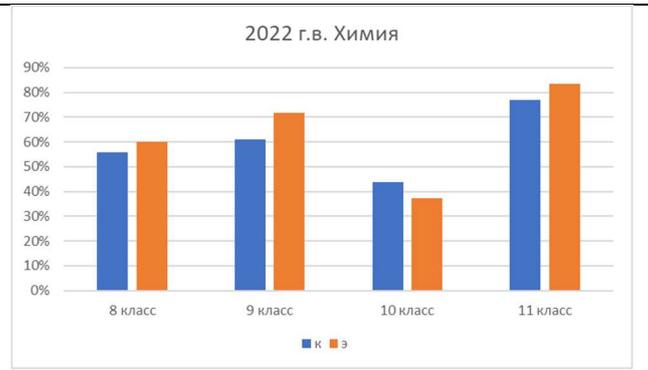
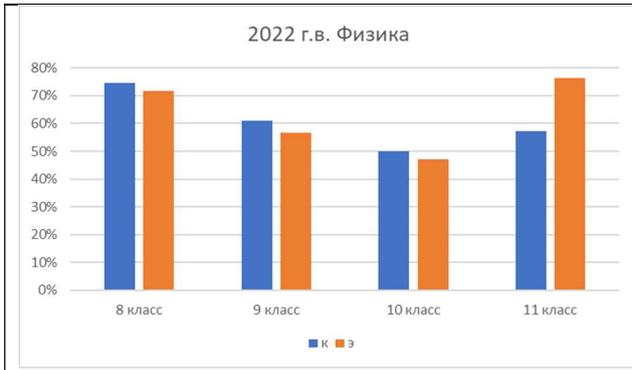


2021 г.в.

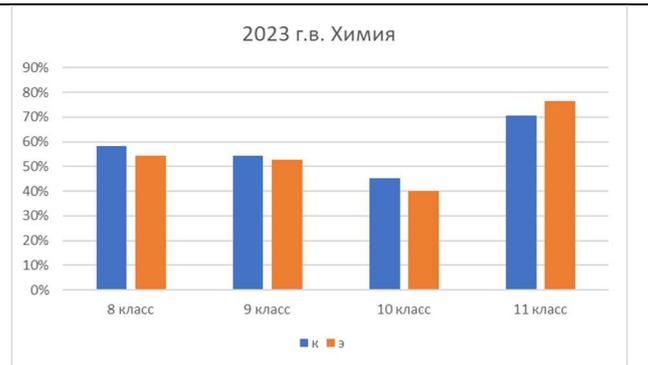
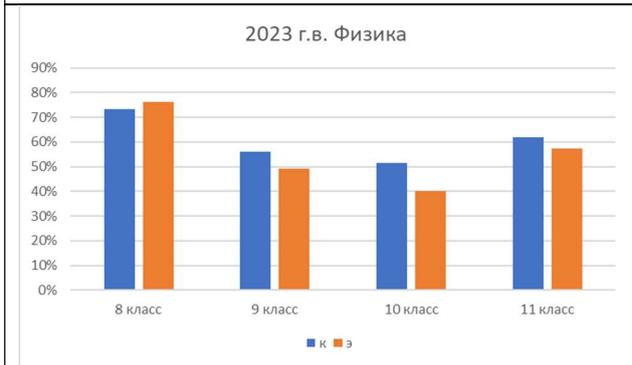
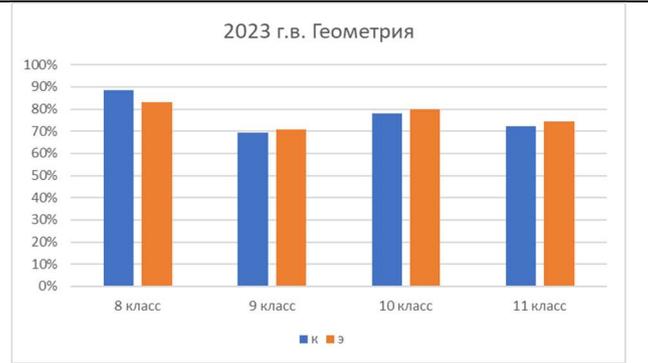


2022 г.в.

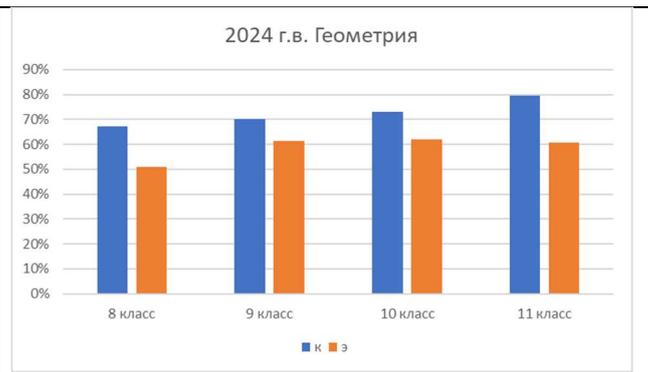


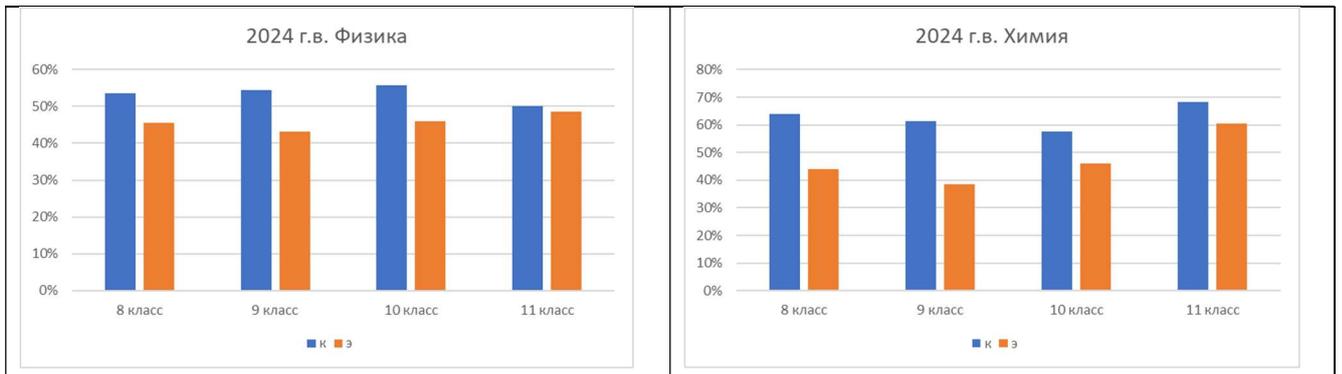


2023 г.в.



2024 г.в.



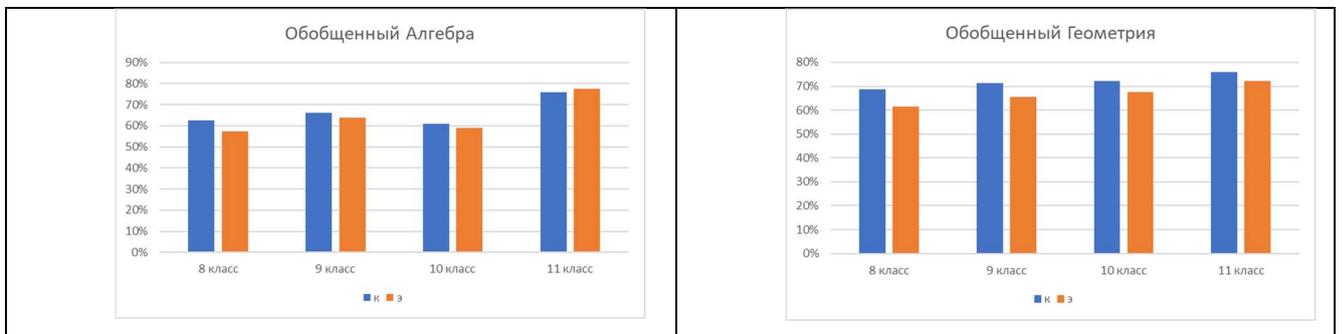


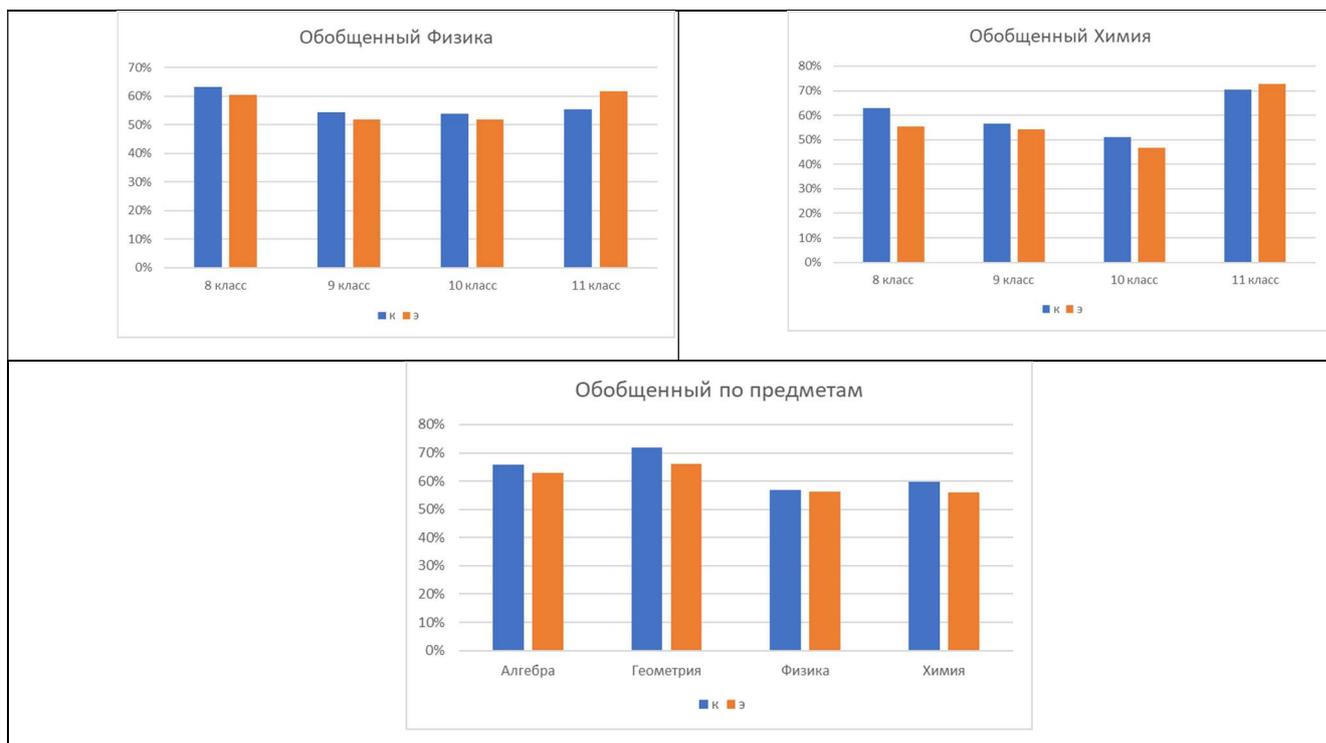
2025 г.в.



Обобщенные результаты представлены в таблице 23 в виде графиков.

Таблица 23 – Обобщенные результаты обучения по предметам естественнонаучного цикла





Оценим статистическую значимость различий обобщенных результатов по предметам (см. таблицу 24).

Таблица 24 – Расчет статистической значимости обобщенных результатов обучения по предметам

Учебный предмет	Критерий	Значение	Комментарий
Алгебра	Критерий Пирсона $\chi^2_{\text{экс}}$	2,23	$\chi^2_{\text{экс}} < \chi^2_{\text{кр}}$ и при $p \leq 0,05$ и при $p \leq 0,1$. Нет статистически значимых различий по критерию.
	Критерий Фишера $\varphi_{\text{экс}}$	1,49	$\varphi_{\text{экс}} < \varphi_{\text{кр}}$ при $p \leq 0,05$, но $\varphi_{\text{экс}} > \varphi_{\text{кр}}$ при $p \leq 0,1$. Имеется слабое статистическое различие.
Геометрия	Критерий Пирсона $\chi^2_{\text{экс}}$	10,15	$\chi^2_{\text{экс}} > \chi^2_{\text{кр}}$ при $p \leq 0,05$. Имеются статистически значимые различия по критерию.
	Критерий Фишера $\varphi_{\text{экс}}$	3,19	$\varphi_{\text{экс}} > \varphi_{\text{кр}}$ при $p \leq 0,05$. Имеются статистически значимые различия по критерию.
Физика	Критерий Пирсона $\chi^2_{\text{экс}}$	0,06	$\chi^2_{\text{экс}} < \chi^2_{\text{кр}}$ и при $p \leq 0,05$ и при $p \leq 0,1$. Нет статистически значимых различий по критерию.

	Критерий Фишера $\varphi_{\text{экс}}$	0,25	$\varphi_{\text{экс}} < \varphi_{\text{кр}}$ и при $p \leq 0,05$ и при $p \leq 0,1$. Нет статистически значимых различий по критерию.
Химия	Критерий Пирсона $\chi^2_{\text{экс}}$	3,65	$\chi^2_{\text{экс}} < \chi^2_{\text{кр}}$ при $p \leq 0,05$, но $\chi^2_{\text{экс}} > \chi^2_{\text{кр}}$ при $p \leq 0,1$. Имеется слабое статистическое различие.
	Критерий Фишера $\varphi_{\text{экс}}$	1,91	$\varphi_{\text{экс}} > \varphi_{\text{кр}}$ при $p \leq 0,05$. Имеются статистически значимые различия по критерию.

Результаты показывают, что по годовым оценкам контрольная группа достоверно имеет лучшие результаты по всем предметам, за исключением физики.

Такая картина годовой успеваемости может быть объяснена следующим образом:

- Контрольная группа также состоит из одаренных учащихся, прошедших строгий отбор в Президентский ФМЛ №239 и не уступает экспериментальной группе в базовых учебных навыках.
- Поступление в Лицей в 8 классе предполагает качественно иную мотивацию у учащихся: в таком возрасте уже сформировано большее осознание широких образовательных возможностей, предоставляемых Лицеом, и их влияние на возможное будущее поступивших.
- Годовая оценка – интегральный показатель, включающий в себя не только предметные знания, но и косвенно оценивающий определённые качества учащихся, такие, как: педантичность, прилежание, умение планировать, своевременность и добросовестность выполнения заданий.
- Зачастую присутствует определенная субъективность преподавателя в выставлении годовых оценок.

Поступившие в Лицей в 5 классе не имеют преимущества в отношении успеваемости в естественно-научных предметах по сравнению с поступившими в Лицей позже, и даже прослеживается противоположная картина.

Можно также предположить, что если бы учащиеся экспериментальной группы не обучались по программе пропедевтического курса «PRO-физика», то и

по физике успеваемость экспериментальной группы была бы ниже, чем у контрольной. Можно допустить, что воздействие курса «PRO-физика» оказало влияние на поддержку итоговой успеваемости по физике, и через это – на поддержку одаренности.

3.6. Результаты опроса педагогов и учащихся

3.6.1. Результаты опроса педагогов

Анкетирование преподавателей проводилось в сентябре 2024 года. В опросе приняло участие 37 педагогов, преподающих или преподававших курс «PRO-физика» в Президентском ФМЛ №239, а также в следующих учебных заведениях: ГБОУ школа №485 (г. Санкт-Петербург), ГОУ ЯО «Лицей № 86» (г. Ярославль, Ярославская обл.), МОУ «Звениговский лицей» (г. Звенигово, респ. Марий-Эл), МБОУ «Лицей №13», (г. Троицк, Челябинская обл.), ЧОУ «Школа «Таурас» (г. Санкт-Петербург), ФГКОУ «Санкт-Петербургское суворовское военное училище» (г. Санкт-Петербург), МОУ Лицей №1 (г. Ачинск, Красноярский край), Лицей ядерных технологий при НИЯУ МИФИ (г. Димитровград, Ульяновская обл.), МБОУ «Нововязниковская ООШ» (г. Вязники, Владимирская обл.), МКОУ СОШ№2 (г. Светлоград, Ставропольский край), МБОУ «Лицей № 9» (г. Белгород, Белгородская обл.), ГБОУ «Школа Бескудниково» (г. Москва), МБОУ «Средняя общеобразовательная школа №119» (г. Казань, респ. Татарстан), ГБОУ СОШ №4 (пгт. Безенчук, Самарская обл.) и других учебных заведениях, в которых

реализуется курс «PRO-физика». 46% педагогов отметили, что работают в школе или классе физико-математического профиля.

Опрос был проведен с целью оценки образовательного эффекта курса «PRO-физика» и проверки модели ППМ.

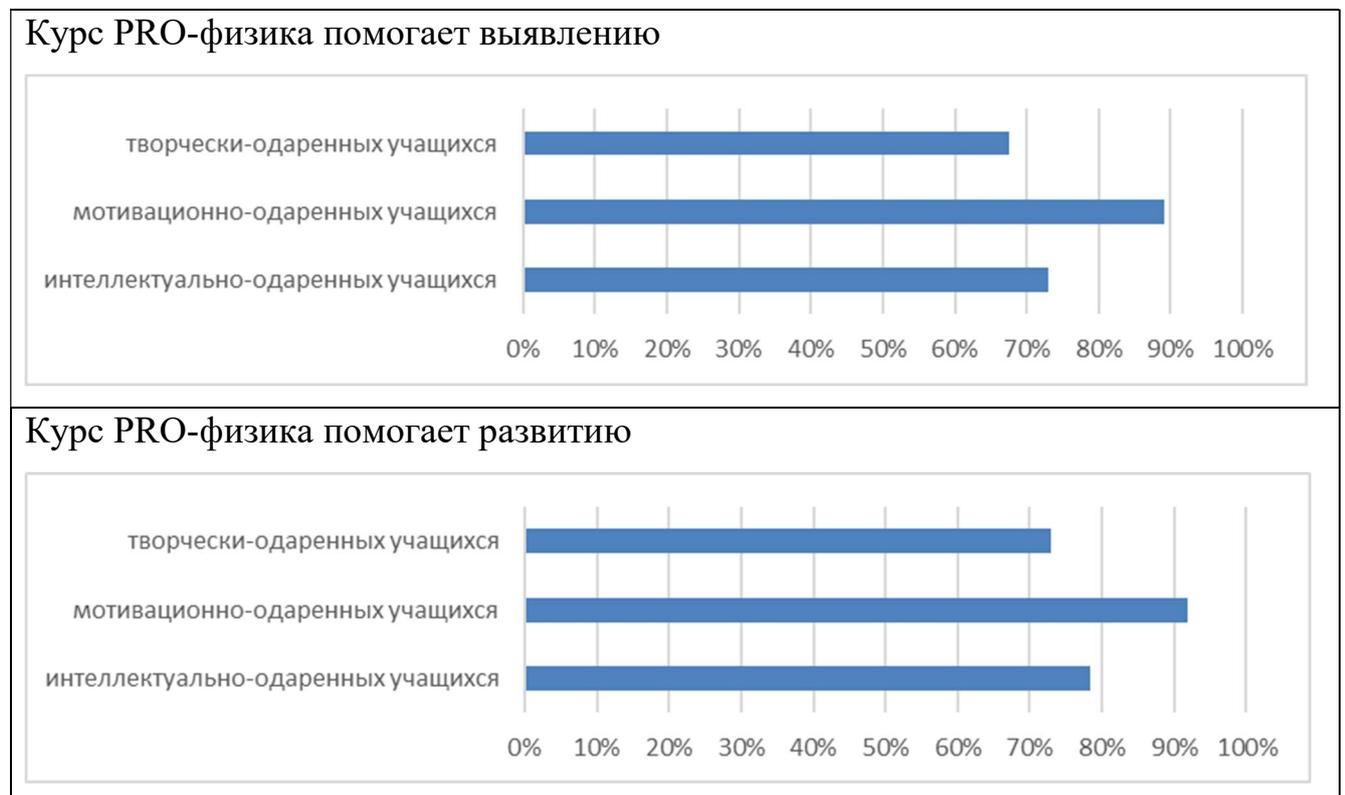
Модель ППМ состоит из трех блоков (см. параграф 2.1.): «три кластера одаренности», «три типа обогащения», «поле основного и дополнительного образования».

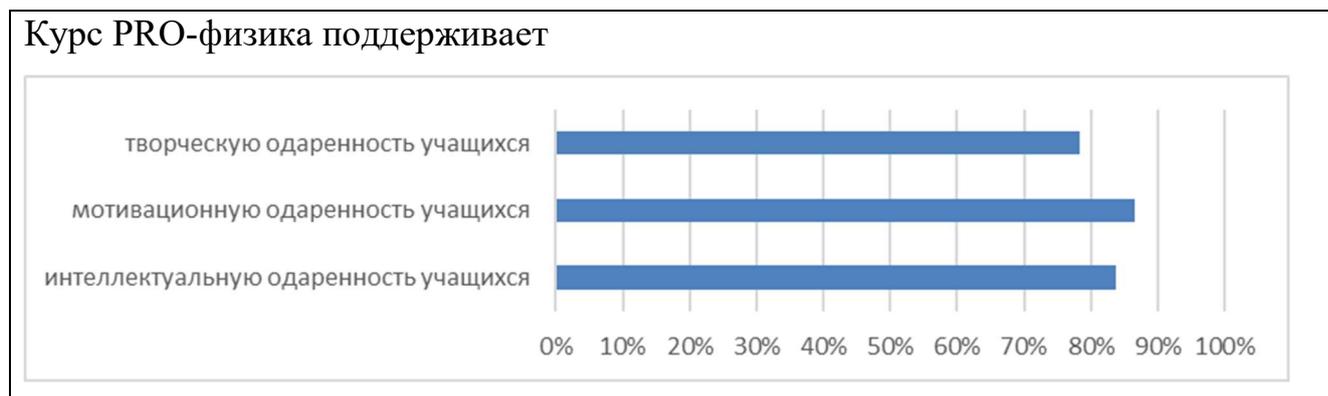
Кластеры одаренности

100% респондентов отметило, что курс «PRO-физика» способствует выявлению одаренных учащихся, а также помогает развитию и поддержке их одаренности.

Детализация ответов по кластерам одаренности представлена в таблице 25 в виде графиков. Синими столбцами обозначен процент респондентов, давших тот или иной ответ (сумма больше 100%, так как вопрос предполагал множественный выбор).

Таблица 25. Выявление, развитие и поддержка одаренности (с разбиением на кластеры)





Предложенные респондентам вопросы, относящиеся к кластеру «целеустремленность» выявили, что курс «PRO-физика» в наибольшей степени способствует развитию целеустремленности учащихся к систематическим занятиям исследовательской деятельностью (92%).

Вопросы, касающиеся кластера «креативность», выявили, что курс способствует развитию творческих способностей учащихся в инженерно-технической (92%), научной (76%) сферах, а также сфере конструирования (54%).

Блок вопросов, связанных с кластером «способности выше среднего», показал, что наиболее явно курс развивает предметные способности в физике (100%) и математике (86%), а также метапредметные способности (76%).

Типы обогащения

В курсе «PRO-физика» представлены все три типа обогащения по ППМ. Наиболее ценным в курсе респонденты считают физический эксперимент на занятиях (95%), метапредметные знания (59%), дополнительные творческие задания (49%), что соответствуют в большей степени обогащению по 2 и 3 типам.

Все ответы на вопрос о том, что является наиболее ценным в курсе PRO-физика, представлены на рисунке 20. Здесь синими столбцами обозначен процент указанных ответов респондентов.

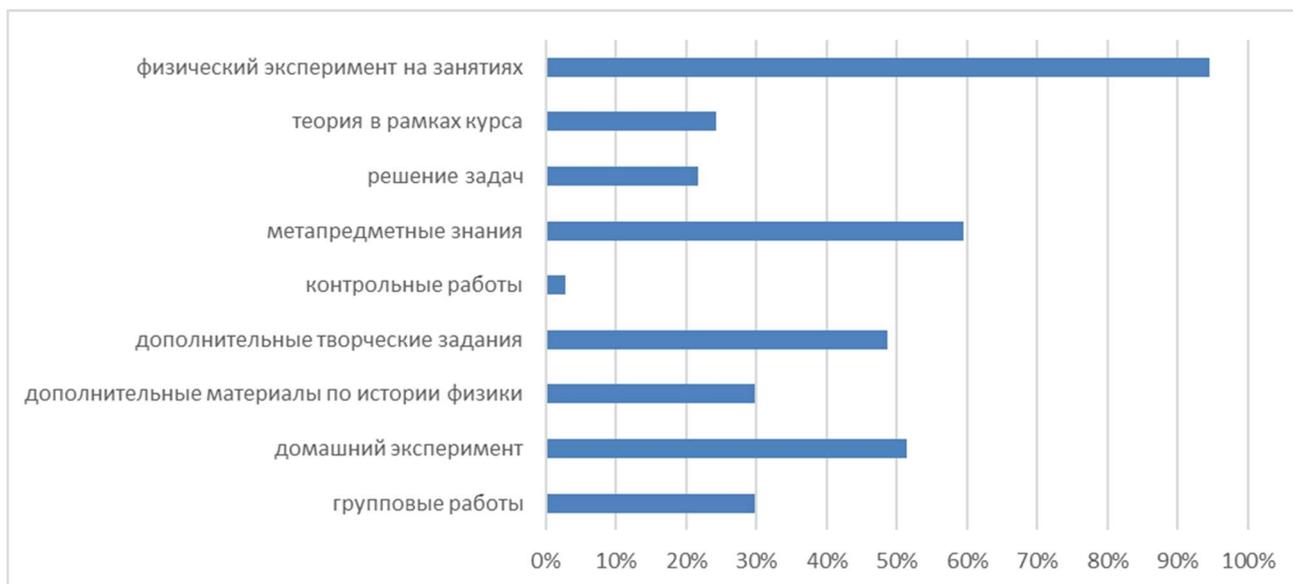


Рисунок 20. Ответы на вопрос «В курсе PRO-физика наиболее ценным является»

Также курс способствует обогащению по всем трем типам через поддержание интереса учащихся к: самостоятельному исследованию окружающего мира (86%), инженерно-техническому творчеству (76%), к научно-исследовательской деятельности и предметам естественнонаучного цикла (по 73%).

Образовательная поверхность

59% педагогов работают на курсе в рамках дополнительного образования, 38% - в рамках основного, 3% - в рамках основного и дополнительного.

3.6.2. Результаты опроса учащихся

Анкетирование учащихся проводилось в сентябре 2024 года. В опросе приняли участие 67 учащихся Президентского ФМЛ №239, посещавших курс «PRO-физика» в рамках основного или дополнительного образования. Разбиение учащихся по классам обучения приведено в таблице 26.

Таблица 26 – Характеристика учащихся, принявших участие в опросе

Класс обучения на момент опроса	Количество человек
8 класс	15
9 класс	17
10 класс	14
11 класс	14
выпускник/выпускница	7
Всего	67

Опрос проводился среди учащихся, начиная с 8 класса. Такая граница выбрана исходя из соображений единообразия данных – результативность учащихся также отслеживалась только начиная с 8 класса.

«Опрос учащихся выявил, что в курсе «PRO-физика» больше всего им нравилось делать опыты на уроках и слушать рассказы учителя про разные явления (по 59%), они считают, что курс помог им в дальнейшей учебе по физике (92%), алгебре и химии (по 19%). Также учениками отмечено, что курс способствовал: их целеустремленности - им стало легче выполнять исследовательские задания (66%); развитию творческого потенциала - им интересно размышлять и фантазировать о разных понятиях и идеях (57%) и они лучше мастерят и конструируют (55%). Самой интересной темой курса чаще всего называют Космос (64%), Свет (52%), Механику (51%), а самым запомнившимся экспериментом – камеру-обскуру (в открытом вопросе этот эксперимент назвало 6% учащихся). Также среди опрошенных много участников конкурсов и олимпиад по физике (88%) и химии (31%)» [54, с. 171-172].

Выводы по третьей главе

1. Опытнo-экспериментальная часть исследования состояла из двух фаз. Было представлено описание каждой фазы, сроки их выполнения, количество участников исследования.

2. Во время I фазы учащиеся проходили обучение по программе пропедевтического курса «PRO-физика» с большим удельным весом физического эксперимента согласно прикладной пропедевтической модели развития и поддержки одаренности.

3. Во время II фазы за учащимися, прошедшими обучение, велось наблюдение и проводился анализ их результатов: успеваемости, результатов участия в олимпиадах по физике различного уровня, результативности поступления в вузы.

4. Статистическая оценка результатов опытнo-экспериментальной проверки подтвердила выдвинутую гипотезу и тем самым показала эффективность предлагаемой прикладной пропедевтической модели поддержки и развития одаренности.

5. Анкетирование педагогов и учащихся также выявило существенный положительный образовательный эффект от прохождения курса «PRO-физика».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные результаты исследования состоят в следующем:

1. Изучение и анализ психолого-педагогической, научно-методической, учебной литературы, нормативно-правовых документов, практики современного основного и дополнительного школьного образования позволили констатировать, что существующий запрос на качественное образование, способное поддержать одаренность учащихся, не удовлетворяется в полной мере. Выявлена необходимость в оказании специального систематического образовательного воздействия. Такое воздействие могут оказывать пропедевтические курсы физики с большим удельным весом физического эксперимента в программах основного или дополнительного образования.

2. Обнаружена достаточная разработанность тем детской одаренности в целом, эффективности воздействия пропедевтических курсов по физике, необходимости физического эксперимента в общеобразовательном курсе физики. В то же время, отсутствуют исследования, посвященные роли физического эксперимента в пропедевтическом курсе физики общеобразовательных школ физико-математического профиля как инструмента для поддержки и развития одаренности.

3. Разработана динамическая классификация образовательных структур для обучения одаренных школьников, выделяющая новую структуру (центры для одаренных детей) и учитывающая взаимодействия между структурами (потoki учащихся и направления обмена опытом) для выявления наилучшего комплекса воздействий через упомянутые структуры на развитие и поддержку одаренности учащихся.

4. Разработана прикладная пропедевтическая модель развития и поддержки одаренности, опирающаяся на физический эксперимент в пропедевтическом курсе физики общеобразовательных школ физико-математического профиля.

5. Обосновано использование пропедевтического курса физики с большим удельным весом физического эксперимента с целью поддержки и развития одаренности учащихся общеобразовательных школ физико-математического профиля.

6. В рамках I фазы опытно-экспериментальной части исследования учащимся преподавался пропедевтический курс физики с большим удельным весом физического эксперимента.

7. В рамках II фазы опытно-экспериментальной части исследования проведено наблюдение за дальнейшими образовательными результатами учащихся, проходивших обучение по программе пропедевтического курса с большим удельным весом физического эксперимента. Проведено сравнение указанных результатов с результатами контрольной группы, то есть группы учащихся, не проходивших обучение по программе пропедевтического курса.

8. Проведено анкетирование учащихся, посещавших занятия пропедевтического курса, и педагогов, работающих по программе курса. Выявлен существенный положительный образовательный эффект от прохождения курса.

9. Результаты опытно-экспериментальной части исследования подтвердили гипотезу исследования. Доказана эффективность прикладной пропедевтической модели развития и поддержки одаренности.

Основные выводы и результаты данной работы представлены в следующих публикациях:

Публикации в журналах, включенных в Перечень изданий, рекомендованных ВАК Российской Федерации

1. Маркушев Д. С. Ранняя поддержка одаренности через физический эксперимент в прикладной пропедевтической модели обучения физико-математических школ / Д. С. Маркушев // Научное мнение. – 2024. – № 1-2. – С. 86-95. – DOI 10.25807/22224378_2024_1-2_86. –

2. Маркушев Д.С. Как измерить плотность линейкой? / Т. Ю. Мартемьянова, Д. С. Маркушев // Физика в школе. – 2020. – № 4. – С. 25-33.

3. Маркушев Д.С. Пропедевтический курс Т.Ю. Мартемьяновой «PRO-физика»: экспериментальная оценка эффективности / Д. С. Маркушев // Научное мнение. – 2024. – № 9. – С. 165-174 – DOI 10.25807/22224378_2024_9_165

Учебно-методические публикации

4. Маркушев Д.С. Измеряем постоянную Планка / Т. Ю. Мартемьянова, Д. С. Маркушев // Потенциал. – 2021. - №4. – С. 52-57.

5. Маркушев Д., Сивонен А.В. Занимательные игрушки в современном уроке физики. // Физика в школе и вузе. Выпуск 15. Международный сборник научных статей. – Санкт-Петербург: РГПУ им. А.И. Герцена, 2013. – С. 74-79.

Учебные пособия

6. Маркушев Д.С. PRO-рычаг. Физика. Математика. Техника. Учебник для физико-математических и инженерных классов / Т.Ю. Мартемьянова, Е.А. Труфанова, Д.С. Маркушев – Санкт-Петербург: СМИО-Пресс, 2024 - 136 с. ISBN 978-5-7704-0401-2

7. Маркушев Д.С. ФИЗИКА. Электричество. Учебное пособие для 10 класса школ с углубленным изучением физики и математики / А.Я. Фих, М.В. Селякова, А.С. Тимофеев, Д.С. Маркушев – Санкт-Петербург: СМИО-Пресс, 2020 – 192 с.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Азизова, И. Ю. Условия повышения мотивации студентов-биологов педагогического вуза к формированию представлений учащихся о естественнонаучной картине мира / И. Ю. Азизова, М. С. Рывкина // Проблемы биологического и экологического образования школьников и студентов : Сборник статей Всероссийских с международным участием студенческих Герценовских чтений, посвященных 100-летию кафедры методики обучения биологии и экологии РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург, 19 апреля 2022 года. – Санкт-Петербург: Свое издательство, 2022. – С. 29-32.
2. Алферовский лицей. Программа курса физики: <http://www.school.ioffe.ru/lessons/subjects/physics/> (Дата обращения: 09.07.2024).
3. Андреева, Н. Д. Анализ результатов изучения востребованности научно-методической поддержки организации проектной и исследовательской деятельности школьников / Н. Д. Андреева, Н. В. Малиновская // Самарский научный вестник. – 2022. – Т. 11, № 3. – С. 229-234. – DOI 10.55355/snvt2022113301.
4. Артемьева, Ю. А., Пропедевтический курс физики для учащихся 5-6 классов как средство формирования познавательных универсальных учебных действий. Екатеринбург, 2017. Доступно: <http://elar.uspu.ru/handle/uspu/6021>
5. Асланян, И. В. Пропедевтика физики в начальном курсе математики / И. В. Асланян, В. Д. Торопилкина // Russian Journal of Education and Psychology. – 2020. – Т. 11. – № 3. – С. 7-14. – DOI 10.12731/2658-4034-2020-3-7-14.
6. Асмолов А. Г., Бурменская Г. В., Володарская И. А. и др. Формирование универсальных учебных действий в основной школе: от действия к мысли. Система заданий: пособие для учителя /Под ред. А.Г. Асмолова. - 2-е изд. - М.: Просвещение, 2011.
7. Богословский, В. И. Технология проектного обучения в формировании рефлексии у студентов в процессе изучения русского языка как иностранного в

высшей школе / В. И. Богословский, Т. А. Жукова, И. Е. Клетнова // Вестник Костромского государственного университета. Серия: Педагогика. Психология. Социокинетика. – 2022. – Т. 28, № 1. – С. 27-36. – DOI 10.34216/2073-1426-2022-28-1-27-36.

8. Богоявленская Д. Б. (ответственный редактор), Шадриков В. Д. (научный редактор), Бабаева Ю. Д., Брушлинский А. В., Дружинин В. Н., Ильясов И. И., Калиш И. В., Лейтес Н. С., Матюшкин А. М., Мелик-Пашаев А. А., Панов В. И., Ушаков В. Д., Холодная М. А., Шумакова Н. Б., Юркевич В. С., Рабочая концепция одаренности. - 2-е изд., расш. и перераб. - М., 2003.

9. Божович Л. И. Проблемы формирования личности: Избр. психол. тр. / Под ред. Д.И. Фельдштейна ; Рос. акад. образования, Моск. психол.-соц. ин-т. - 3-е изд. - М. : МПСИ ; Воронеж : МОДЭК, 2001.

10. Бойкова А.Е. Экспериментальные задачи как средство формирования и развития исследовательских умений учащихся в процессе обучения физике: автореферат дис. ... канд. пед. наук. Санкт-Петербург, 2010.

11. Большая Советская Энциклопедия. Том 13. Конда - Кун / глав. ред. А.М. Прохоров. М.: Советская энциклопедия, 1973.

12. Большая Советская Энциклопедия. Том 16. Мезия - Моршанск / глав. ред. А.М. Прохоров. М.: Советская энциклопедия, 1974.

13. Большая Советская Энциклопедия. Том 27. Ульяновск - Франкфорт / глав. ред. А.М. Прохоров. М.: Советская энциклопедия, 1977.

14. Бражников М. А., Пурышева Н. С. Развитие лабораторного метода обучения физике в России // Наука и школа. 2023. № 3. С. 167–181. DOI: 10.31862/1819-463X-2023-3-167-181.

15. Бражникова Г. Е. Преемственность и развитие физических понятий в условиях опережающего изучения физики в школе: автореферат дис. ... канд. пед. наук. Челябинск, 2005. 25 с.

16. Валуева, Е. А., Григорьев, А. А., Ушаков, Д. В. Диссинхрония когнитивного развития у одаренных детей: структурно-динамический подход. Психологический Журнал, 36(5), 2015, 55-63.

17. Варфаламеева, С. А. Мастер-классы по физике как средство повышения учебной мотивации школьников / С. А. Варфаламеева, М. С. Бойцов // Физика в системе современного образования (ФССО-2023) : Материалы XVII Международной конференции, Санкт-Петербург, 27–30 июня 2023 года. – Санкт-Петербург: Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, 2023. – С. 624-631.

18. Вергелес, Г. И. Опыт и перспективы развития идеи формирования младшего школьника как субъекта учебной деятельности и нравственного поведения в современной начальной школе / Г. И. Вергелес, Л. Ю. Савинова // Методика преподавания в современной школе: актуальные проблемы и инновационные решения : Материалы Российско-узбекской научно-методической конференции, Ташкент, 10–11 ноября 2023 года. – Санкт-Петербург: Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, 2023. – С. 203-210.

19. Верховцева М. О. Учебный физический эксперимент с использованием современного оборудования как средство повышения эффективности учебного процесса: автореферат дис. ... канд. пед. наук. Санкт-Петербург, 2015. 21 с.

20. Владимирова Е.В. Пропедевтические задания по ядерной физике / Е. В. Владимирова, И. М. Зверева, Н. Ю. Казарина, Л. А. Янин // Актуальные проблемы преподавания физики в школе и вузе : Материалы Всероссийской научно-методической конференции, Рязань, 05–06 апреля 2018 года. – Рязань: Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина, 2018. – С. 12-17.

21. Гавронская, Ю. Ю. Развитие естественнонаучной грамотности школьников / Ю. Ю. Гавронская // Методика преподавания в современной школе: проблемы и инновационные решения : Материалы российско-узбекского образовательного форума по проблемам общего образования, Ташкент, 23–24 ноября 2022 года / Под научной редакцией С.В. Тарасова. – Санкт-Петербург: Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, 2022. – С. 395-401.

22. Гогоберидзе А.Г., Изотова Е.И., Езопова С.А., Новицкая В.А. Концепция развития дошкольного образования до 2030 года: задачи и инструменты

реализации в условиях единого образовательного пространства // Современное дошкольное образование. – 2023. – №4(118). – С. 22–34. DOI: 10.24412/2782-4519-2023-4118-22-34

23. Гордеева, Т. О. Мотивационные предпосылки одаренности: от модели Дж. Рензулли к интегративной модели мотивации / Т. О. Гордеева // Психологические исследования. – 2011. – № 1(15).

24. Григоренко Е.Л. Миф об одаренных детях // Подготовка специалистов по психолого-педагогическому направлению: единство образования, науки и практики. 2014.

25. Губернаторский физико-математический лицей № 30. Программы, реализуемые в ФМЛ № 30: <https://school30.spb.ru/rinfo.shtml?EDUCAT> (Дата обращения: 09.07.2024).

26. Гуревич, А.Е., Исаев Д.А, Понтак Л.С. – учебник Введение в естественнонаучные предметы. Естествознание. Физика. Химия. 5-6 классы. М. : издательство «Дрофа», 2017. – 192 с

27. Даммер, М.Д. Методические основы построения опережающего курса физики основной школы. Диссертационное исследование на соискание научной степени доктора педагогических наук. Челябинск, 1997. – 450 с.

28. Даммер, М.Д., Хохлова В.В. Физика. 5 класс: учебное пособие. – Челябинск: ЗАО «Библиотека А. Миллера», 2021 – 118 с.

29. Даммер, М.Д., Хохлова В.В. Физика. 6 класс: учебное пособие. – Челябинск: Центр Научного Сотрудничества, 2019 – 78 с.

30. Демидова М. Ю. Модель формирования представлений о методах и приемах научного познания у учащихся общеобразовательных школ: На материале интегрированных естественнонаучных курсов 5-6 классов: дис. ... канд. пед. наук. Москва, 2001. 216 с.

31. Демидова М. Ю. Пропедевтические естественно-научные курсы // Физика. Учебно-методическая газета. Москва, 2010. Вып. 11 (906)

32. Зенцова И. М. Домашний экспериментальный практикум по физике как средство предпрофильной подготовки учащихся основной школы: автореферат дис. ... канд. пед. наук. Екатеринбург, 2018. 24 с.
33. Зенцова И. М. Пропедевтика изучения физики в начальной школе с использованием домашнего эксперимента / И. М. Зенцова // Евразийское Научное Объединение. – 2021. – № 4-5(74). – С. 397-398.
34. Иванилов Ю.П., Лотов А.В., Математические модели в экономике, М.: Наука, 1979. 304 с.
35. Кашкарова Е. А. Развитие пропедевтических умений бакалавров физического образования в системе профессиональных компетенций // Известия РГПУ им. А. И. Герцена. 2014. №171. С. 227 – 232.
36. Колесников, А. И. Совершенствование экспериментальной подготовки будущего учителя физики / А. И. Колесников, Л. А. Ларченкова // Письма в Эмиссия.Оффлайн. – 2023. – № 8. – С. 3286.
37. Комаров, Б. А. Актуальные задачи образования на современном этапе развития школы / Б. А. Комаров, А. Р. Лосева // Научный альманах. – 2022. – № 3-1(89). – С. 103-106.
38. Комаров, Б. А. Междисциплинарное взаимодействие в контексте современного школьного образования / Б. А. Комаров // Человек и образование. – 2013. – № 4(37). – С. 38-42.
39. Кондаков, Н.И. Логический словарь-справочник. М.: Издательство «Наука», 1974. – 721 с.
40. Кондратьев, А. С. Принцип толерантности при решении физических задач в средней школе / А. С. Кондратьев, Л. А. Ларченкова // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. – 2008. – № 64. – С. 158-168.
41. Кондратьев, А. С. Физические задачи как средство развития парадоксального характера мышления / А. С. Кондратьев, Е. В. Ситнова // Сибирский педагогический журнал. – 2009. – № 2. – С. 202-208.

42. Котова С. К. Системно-деятельностный подход в реализации ФГОС НОО // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2016. – Т. 19. – С. 37–41. – URL: <http://e-koncept.ru/2016/56247.htm>.

43. Кудинов В. В. Методическая поддержка учителя физики, осуществляющего обучение учащихся 5-6 классов с использованием экспериментальных заданий и задач / В. В. Кудинов // Мир науки, культуры, образования. – 2011. – № 3(28). – С. 12-15.

44. Кудинов В. В. Экспериментальные задания как средство реализации эмпирического познания при обучении физике в 5-6 классах: автореферат дис. ... канд. пед. наук. Челябинск, 2011. 24 с.

45. Лаптев В. В. Феномен психолого-познавательных барьеров и его значение в современном школьном обучении / В. В. Лаптев, Л. А. Ларченкова // Известия Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена. 2016. № 182. С. 5–18.

46. Ларченкова, Л. А. Проблемные направления исследований в области методики обучения физике / Л. А. Ларченкова // Перспективы развития исследований в сфере наук об образовании : Материалы международной научно-практической конференции, Москва, 06–07 декабря 2021 года. – Москва: Российская академия образования, 2022. – С. 333-338.

47. Леонова, Н. А. Анализ затруднений студентов первого курса при выполнении физического практикума в техническом вузе / Н. А. Леонова // Физическое образование в ВУЗах. – 2024. – Т. 30, № 2. – С. 79-85. – DOI 10.54965/16093143_2024_30_2_79.

48. Леонова, Н. А. Организация лабораторного практикума в рамках подготовки к олимпиаде / Н. А. Леонова // Видеонаука. – 2023. – № 1(24). – С. 1-3.

49. Лозовенко, С. В. Физическая лаборатория в смартфоне / С. В. Лозовенко // Актуальные проблемы физики и технологии в образовании, науке и производстве : Материалы III Всероссийской научно-практической конференции, Рязань, 25–26 марта 2021 года / Под редакцией В.А. Степанова, О.В. Кузнецовой.

Том Выпуск 2. – Рязань: Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина, 2021. – С. 164-169. – DOI 10.37724/j0531-5482-0099-h.

50. Ляпцев, А. В. Сочетание натурального и виртуального экспериментов при обучении физике в педагогическом вузе / А. В. Ляпцев, А. С. Тюканов // Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании : Материалы IV Международной научной конференции, в 2-ух ч., Красноярск, 06–09 октября 2020 года. Том Часть 1. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2020. – С. 226-230.

51. Ляпцев, А. В. Физические задачи как средство развития функциональной грамотности / А. В. Ляпцев // Методика преподавания в современной школе: проблемы и инновационные решения : Материалы российско-узбекского образовательного форума по проблемам общего образования, Ташкент, 23–24 ноября 2022 года / Под научной редакцией С.В. Тарасова. – Санкт-Петербург: Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, 2022. – С. 370-378.

52. Мазунова Л.К., Чернова А.Р. Одаренность как объект взращивания// МНИЖ. 2021. №11-3 (113).

53. Малин А. Г. Формирование основных химических понятий на пропедевтическом этапе обучения химии в системе развивающего обучения: автореферат дис. ... канд. пед. наук. Москва, 2019. 17 с.

54. Маркушев Д. С. Пропедевтический курс Т. Ю. Мартемьяновой «ПРО-физика»: экспериментальная оценка эффективности/ Д. С. Маркушев // Научное мнение. 2024. № 9. С. 166–174.

55. Маркушев Д. С. Ранняя поддержка одаренности через физический эксперимент в прикладной пропедевтической модели обучения физико-математических школ/ Д. С. Маркушев // Научное мнение. 2024. № 1–2. С. 86–95.

56. Маркушев Д.С., Мартемьянова, Т. Ю. Как измерить плотность линейкой? / Т. Ю. Мартемьянова, Д. С. Маркушев // Физика в школе. – 2020. – № 4. – С. 25-33.

57. Мартемьянова Т.Ю. PRO-ФИЗИКА 5-6. Учебно-методическое пособие для учителей, детей и родителей. СПб: СМИО Пресс, 2015
58. Мартемьянова Т.Ю., Юлку С.В. PRO-ФИЗИКА. Рабочая тетрадь для 5 класса. СПб: СМИО Пресс, 2024. – 76 с.
59. Мартемьянова Т.Ю., Юлку С.В. PRO-ФИЗИКА. Рабочая тетрадь для 6 класса. СПб: СМИО Пресс, 2024. – 88 с.
60. Мартемьянова, Т. Ю. Логико-дидактический подход к конструированию школьного учебника : специальность 13.00.01 "Общая педагогика, история педагогики и образования" : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата педагогических наук / Мартемьянова Татьяна Юрьевна. – Санкт-Петербург, 2004. – 24 с.
61. Масленникова Ю. В. Формирование умений учащихся использовать научный метод познания в системе основного и дополнительного физического образования: дис. ... док. пед. наук. Нижний Новгород, 2019. 381 с.
62. Масленникова, Ю. В. Глава 5. Система дополнительного физического образования в начальной и основной школе в рамках детского исследовательского клуба «Кулибин» / Ю. В. Масленникова, И. Ю. Зворыкин // Приоритетные направления развития науки и образования : Монография / Под общей редакцией Г.Ю. Гуляева. – Пенза : "Наука и Просвещение" (ИП Гуляев Г.Ю.), 2020. – С. 49-63.
63. Масленникова, Ю. В. Формирование естественнонаучного мировоззрения учащихся гимназии на раннем этапе обучения физике и астрономии в 5-6 классе / Ю. В. Масленникова // Наука и школа. – 2013. – № 4. – С. 89-91.
64. Методика расчета статистических показателей качества образования. URL: https://noufirstsch.mskobr.ru/files/metodika_rascheta_statisticheskikh_pokazatelej_kachestva_obrazovaniya.pdf (Дата обращения: 21.07.2024).
65. Минпросвещения России.
URL: <https://edu.gov.ru/press/2020/rossiyskaya-sbornaya-oderzhala-pobedu-na-mezhdunarodnoy-olimpiade-po-tochnym-naukam> (Дата обращения: 21.07.2024).

66. Никитин А. А. Обучение учащихся методам и приемам научного познания на уроках физики (на материале курса физики первой ступени): дис. ... канд. пед. наук. Москва, 1984. 190 с.
67. Никифоров Г. Г. Эмпирическая база совершенствования примерной программы по физике для основной школы // Школьные технологии. 2015. №1.
68. Николина, В. В. Развитие функциональной грамотности обучающихся в образовательном процессе / В. В. Николина // Нижегородское образование. – 2021. – № 1. – С. 4-13.
69. О стратегии научно-технологического развития Российской Федерации : указ Президента Российской Федерации от 01 декабря 2016 г. № 642.
70. Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования : приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 31 мая 2021 г. №287: зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 05 июля 2021 г.
71. Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования : приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 декабря 2010 г. №1897: зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 01 февраля 2011 г.
72. Олимпиада Мегалополисов. URL: <https://megapolis.educom.ru/ru> (Дата обращения: 21.07.2024).
73. Павлов Д. И. Формирование читательского компонента базовой инструментальной грамотности при освоении пропедевтического курса информатики младшими школьниками: автореферат дис. ... канд. пед. наук. Москва, 2020. 24 с.
74. Парадоксальные результаты международных исследований оценки качества образования круглый стол, 13 февраля 2008 г. // Вопросы образования. 2008. №1.
75. Перминова, Л. М. Конструирование школьного учебника: логико-дидактический подход / Л. М. Перминова, Т. Ю. Мартемьянова // Педагогика. – 2006. – № 8. – С. 24-29.

76. Положение «О системе оценивания и о промежуточной аттестации в ГБОУ «Президентский ФМЛ №239»». URL: <https://cdn.sch239.net/site/pages/all-docs/239-md-promezhutochnaia-attestatciiia.pdf> (Дата обращения 20.07.2024).

77. Полушкина С. В. Методика обучения учащихся экспериментальной деятельности по физике в условиях реализации ФГОС: дис. ... канд. пед. наук. Нижний Новгород, 2017. 220 с.

78. Пономарева, И. Н. Некоторые комментарии к новому ФГОС ООО / И. Н. Пономарева // Перспективные направления исследований проблем биологического и экологического образования в условиях современных вызовов : Сборник статей XIX Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 09–11 ноября 2021 года / Под редакцией Н.Д. Андреевой. Том Выпуск 19. – Санкт-Петербург: Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, 2021. – С. 11-14.

79. Попова, Р. И. Здоровьесберегающая деятельность магистров в образовательной организации / Р. И. Попова, В. Ю. Абрамова // Здоровый образ жизни, физическая культура и спорт : тенденции, традиции, инновации : сборник научных трудов. – Симферополь : Общество с ограниченной ответственностью «Издательство Типография «Ариал», 2022. – С. 112-116.

80. Потапова М. В. Пропедевтика в непрерывном физическом образовании в школе и педвузе: автореферат дис. ... док. пед. наук. Челябинск, 2008. 41 с.

81. Потапова, М. В. Роль пропедевтики в решении проблемы целостности физического образования / М. В. Потапова // Мир науки, культуры, образования. – 2007. – № 2(5). – С. 87-88.

82. Потапова, М. В. Целевые ориентиры реализации образовательного процесса по физике в вузе в условиях экономики знаний / М. В. Потапова, Т. В. Никитина // Физика в системе современного образования (ФССО-2023) : Материалы XVII Международной конференции, Санкт-Петербург, 27–30 июня 2023 года. – Санкт-Петербург: Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, 2023. – С. 413-418.

83. Президентский физико-математический лицей № 239. Раздел «Физика»: <https://239.ru/physics> (Дата обращения: 10.07.2024).

84. Приказ Министерства Просвещения Российской Федерации от 27 ноября 2020 г. №678 «Об утверждении порядка проведения всероссийской олимпиады школьников».

85. Прояненко Л. А. Пропедевтика физических знаний на занятиях робототехникой / Л. А. Прояненко, С. В. Шиповская // Физико-математическое и технологическое образование: проблемы и перспективы развития : Материалы VI Международной научно-методической конференции, Москва, 02–04 марта 2020 года. – Москва: Московский педагогический государственный университет, 2021. – С. 260-264.

86. Пурышева, Н. С. Концепция содержания физического образования в современной средней школе / Н. С. Пурышева // Физика в системе современного образования (ФССО-2023) : Материалы XVII Международной конференции, Санкт-Петербург, 27–30 июня 2023 года. – Санкт-Петербург: Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, 2023. – С. 41-47.

87. Пустынникова И. Н. и др. Развитие познавательного интереса к физике у учащихся основной школы // Вестник Белгородского института развития образования. – 2020. – Т. 7. – № 1(15). – С. 113-125.

88. Рейтинг лучших вузов России RAEX-100. URL: https://raex-rr.com/education/russian_universities/top-100_universities/2024/ (Дата обращения 20.07.2024).

89. Роговая, О. Г. Методические приемы обучения формулированию проблемных и исследовательских вопросов / О. Г. Роговая // Актуальные проблемы химического и экологического образования. Верховский-150 : материалы 68-й Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Санкт-Петербург, 11–13 мая 2023 года. – Санкт-Петербург: Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, 2023. – С. 229-232.

90. Ромашкина Н. В. Курс "Естествознание" для 5-6 классов в системе школьного физического образования: дис. ... канд. пед. наук. Москва, 2001. 234 с.
91. Румбешта, Е. А. Пропедевтический курс по физике для 5–6-х классов как средство развития интереса к предмету и его практической составляющей / Е. А. Румбешта, Е. С. Кисленко // Вестник Томского государственного педагогического университета. – 2017. – № 4(181). – С. 57-63. – DOI 10.23951/1609-624X-2017-4-57-63.
92. Румянцева Н. Ю. Пропедевтические курсы как компонент преемственности в преподавании естественных дисциплин: автореферат дис. ... канд. пед. наук. Ярославль, 2001. 24 с.
93. Рыжиков С. Б. Развитие исследовательских способностей одаренный школьников при обучении физике: автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02 / [Моск. пед. гос. ун-т]. М., 2014.
94. Савельева, Н. А. Пропедевтический курс физики как вид внеурочной деятельности при непрерывном изучении физики учащимися 6 классов // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет". 2019. Вып. 11, том 1: Естественные и технические науки, ДонНУ, Донецк, ДНР, с. 79–83.
95. Салин В.Н., Шпаковская Е.П. Социально-экономическая статистика: Учебник. – М.: Юристъ, 2001. – 461 с.
96. Санкт-Петербургские олимпиады по физике. URL: physolymp.spb.ru (Дата обращения: 21.07.2024).
97. Сириус. Образовательный центр. Общая информация: <https://sochisirius.ru/o-siriuse/obschaja-informatsija> (Дата обращения: 25.01.2024).
98. Снегурова, В. И. Особенности отбора и реализации содержания школьного курса математики / В. И. Снегурова, Н. С. Подходова, В. В. Орлов // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. – 2018. – № 190. – С. 175-182.
99. Соколова, А. А. Пропедевтика знаний и умений по физическому эксперименту во внеурочной деятельности средствами конструктора LEGO / А. А.

Соколова // Наука, образование, общество. – 2016. – № 2(8). – С. 81-89. – DOI 10.17117/no.2016.02.081.

100. Станкевич П.В. Здоровьесберегающие технологии в педагогическом образовании / П. В. Станкевич, В. Ю. Абрамова, С. Б. Бахвалова [и др.] ; Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена. – Санкт-Петербург : ООО "Издательство ВВМ", 2021. – 254 с. – ISBN 978-5-9651-1352-1.

101. Стариченко Б.Е. Обработка и представление данных педагогических исследований с помощью компьютера/ Урал. гос. пед. ун-т. Екатеринбург, 2004. – 218 с.

102. Степанова Г.Н. Физика. 5 класс: учебник для общеобразовательных учреждений / Г. Н. Степанова. - Изд. 6-е. - Санкт-Петербург: СТП Школа, 2013. – 255 с.

103. Степанова, Г.Н. Физика: учебник для 6 класса для общеобразовательных учреждений / Г. Н. Степанова. - Изд. 2-е, перераб. - Санкт-Петербург: Валери СПД, 2000. – 239 с

104. Сухоруков, В. Д. История отечественной школы: стратегические цели и дидактический опыт / В. Д. Сухоруков // Методика преподавания в современной школе: актуальные проблемы и инновационные решения : Материалы Российско-узбекской научно-методической конференции, Ташкент, 10–11 ноября 2023 года. – Санкт-Петербург: Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, 2023. – С. 112-124.

105. Теплов Б.М. Способности и одаренность // Вестник практической психологии образования. – 2012. - №4(33). С. 54-57.

106. Ткачук О. Р. Пути усиления естественно-научной направленности образования учащихся 5-6 классов на основе введения пропедевтического курса физики: дис. ... канд. пед. наук. Москва, 1999. 203 с.

107. Хафизова, А. Р. Пропедевтика физики во внеурочной деятельности младших школьников / А. Р. Хафизова, Э. Д. Шигапова // Развитие профессиональных компетенций учителя: основные проблемы и ценности :

Сборник научных трудов V международного форума по педагогическому образованию, Казань, 29–31 мая 2019 года. – Казань: Отечество, 2019. – С. 258-264.

108. Холодная, М. А. Эволюция интеллектуальной одаренности от детства к взрослости: эффект инверсии развития / М. А. Холодная // Психологический журнал. – 2011. – Т. 32. – № 5. – С. 69-78.

109. Центр педагогического мастерства. URL: <https://цпм.рф/материалы/льготы-и-бонусы-олимпиад/> (Дата обращения: 20.07.2024).

110. Шаталов, М. А. Технологическое обеспечение реализации требований обновленных федеральных государственных образовательных стандартов общего образования в практике предметного обучения / М. А. Шаталов // Человек и образование. – 2023. – № 1(74). – С. 146-154. – DOI 10.54884/S181570410025125-2.

111. Шмелева, Е. В. Одаренная молодежь и развитие новых образовательных технологий как политическая проблема / Е. В. Шмелева // Полис. Политические исследования. – 2018. – № 2. – С. 29-36. – DOI 10.17976/jpps/2018.02.03.

112. Шулежко Е. М. Разработка структуры и содержания пропедевтического курса физики на основе метода научного познания: автореферат дис. ... канд. пед. наук. Москва, 2003. 24 с.

113. Шулежко Е. М. Раннее изучение физики // Физика. Учебно-методическая газета. Москва, 2009. Вып. 2 (873)

114. Эльконин Д. Б. Детская психология: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. 4-е изд., стер. М.: Издательский центр «Академия», 2007. 384 с.

115. Юркевич, В. С. Одаренные дети и интеллектуально-творческий потенциал общества / В. С. Юркевич // Психологическая наука и образование. – 2009. – № 4. – С. 74-86.

116. Яковлева И. Д. Пропедевтика школьного курса физики при использовании игрушек во внеурочной деятельности обучающихся 5-6 классов / И. Д. Яковлева, О. П. Мерзлякова // Актуальные проблемы развития естественных

наук : Сборник статей участников XXIII Областного конкурса научно-исследовательских работ «Научный Олимп» по направлению «Естественные науки» / Министерство образования и молодежной политики Свердловской области ; ГАУ СО «Дом молодежи» ; ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина». – Екатеринбург : Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, 2020. – С. 59-65.

117. Abidin Z. et al. Gifted Children's Mathematical Reasoning Abilities on Problem-Based Learning and Project-Based Learning Literacy // Journal of Physics: Conference Series 1720 012018, 2021. doi:10.1088/1742-6596/1720/1/012018

118. Ahmed H.D., Asiksoy G. The Effects of Gamified Flipped Learning Method on Student's Innovation Skills, Self-Efficacy towards Virtual Physics Lab Course and Perceptions // Sustainability. Sustainability, 2021. Vol. 13, № 18. P. 10163.

119. Asian Physics Olympiad. URL: <http://asianphysicsolympiad.org/> (Дата обращения: 21.07.2024).

120. Bajpai M. Developing Concepts in Physics Through Virtual Lab Experiment: An Effectiveness Study // Journal on Educational Technology. Journal on Educational Technology, 2013. Vol. 3, pp. 43–50.

121. Bogusevschi, D., Muntean, G. Water Cycle in Nature – An Innovative Virtual Reality and Virtual Lab: Improving Learning Experience of Primary School Students. // Proceedings of the 11th International Conference on Computer Supported Education, 2019. pp. 304-309. doi:10.5220/0007760803040309.

122. Burg B. Gifted education in Israel // Roeper Review, 1992. Vol. 14, issue 4, pp. 217-221, DOI: 10.1080/02783199209553434

123. Corni F., Fuchs H.U. Primary Physical Science for Student Teachers at Kindergarten and Primary School Levels: Part I—Foundations of an Imaginative Approach to Physical Science // Interchange. Interchange, 2020. Vol. 51, № 3. pp. 315–343.

124. Corni F., Fuchs H.U. Primary Physical Science for Student Teachers at Kindergarten and Primary School Levels: Part II—Implementation and Evaluation of a Course // *Interchange*. Interchange, 2021. Vol. 52, pp. 203–236
125. David, H., & Wu, E. H. Gifted education in Hong Kong and Israel: A comparative study // *Australasian Journal of Gifted Education*, 2012. Vol. 21 issue 2, pp. 81–89.
126. De Aldama C., Pozo J.-I. Do You Want to Learn Physics? Please Play Angry Birds (But With Epistemic Goals) // *Journal of Educational Computing Research*. Journal of Educational Computing Research, 2020. Vol. 58, № 1. pp. 3–28.
127. European Physics Olympiad. URL: <https://eupho.ee/> (Дата обращения: 21.07.2024).
128. Fridberg M. et al. Teaching chemistry and physics in preschool: a matter of establishing intersubjectivity // *International Journal of Science Education*. International Journal of Science Education, 2019. Vol. 41, № 17. P. 2542–2556.
129. Gagné F. Motivation within the DMGT 2.0 framework // *High Ability Studies*, 2010. Vol. 21, issue 2, pp. 81-99. DOI: 10.1080/13598139.2010.525341
130. Gkioka O. Learning how to teach experiments in the school physics laboratory // *Journal of Physics: Conference Series*. 1286 012016, 2019. doi:10.1088/1742-6596/1286/1/012016.
131. Gottfried A. E, Gottfried A.W. A Longitudinal Study of Academic Intrinsic Motivation in Intellectually Gifted Children: Childhood Through Early Adolescence // *Gifted Child Quarterly*, 1996. Vol. 40(4), pp. 179-183. doi:10.1177/001698629604000402
132. Grigorenko E. L. Gifted education in Russia: Developing, threshold, or developed // *Cogent Education*. Cogent Education, 2017. Vol. 4, № 1.
133. Gryczka P. et al. Interactive online physics labs increase high school students' interest // *Journal of Technology and Science Education*. Journal of Technology and Science Education, 2016. Vol. 6, № 3. P. 166.

134. Heller, K. A., Perleth, C., & Lim, T. K. The Munich Model of Giftedness Designed to Identify and Promote Gifted Students // *Conceptions of giftedness*, 2005. pp. 147–170.
135. Heller, K.A. Education and Counseling of the Gifted and Talented in Germany // *International Journal for the Advancement of Counselling*, 2005. Vol. 27, No 2, pp. 191-210.
136. Hofstein A. The laboratory in chemistry education: Thirty years of experience with developments, implementation, and research // *Chemistry education: research and practice*. 2004, Vol. 5, No. 3, pp. 247-264
137. Husnaini S.J., Chen S. Effects of guided inquiry virtual and physical laboratories on conceptual understanding, inquiry performance, scientific inquiry self-efficacy, and enjoyment // *Physical Review Physics Education Research*. *Physical Review Physics Education Research*, 2019. Vol. 15, № 1.
138. International Junior Science Olympiad. URL: <https://ijsoweb.org/> (Дата обращения: 21.07.2024).
139. International Physics Olympiad. URL: <https://ipho-unofficial.org/> (Дата обращения: 21.07.2024).
140. International Zhautykov Olympiad. URL: <https://izho.kz/> (Дата обращения: 21.07.2024).
141. Küçük, M., Gökdere, M., & Çepni, S. Difficulties of Turkish science gifted teachers: Institutions of science and art centers // *RELIEVE*. *Revista electrónica de investigación y evaluación educativa*, 2005. Vol. 11, issue 1, pp. 83-98.
142. Laptev, V. Scope of Thesis Research in the Area of Physical Science Education / V. Laptev, L. Larchenkova // *Educational Studies*. Moscow. – 2016. – No. 4. – P. 31-58. – DOI 10.17323/1814-9545-2016-4-31-58
143. Levy S. et al. Re-defining lab norms via professional learning communities of physics teachers // *2020 PERC Proceedings*. 2020, pp. 278-283
144. López-Tavares D.B., Ramírez-Díaz M.H., Zúñiga-Martínez S. Research Projects in Science Education for Preschool, Evolution, and Results in Curriculum

Development, Evaluation Tools, and Teacher Workshops // 2020 PERC Proceedings. 2020, pp. 297–302.

145. Makkonen T., Tirri K., Lavonen J. Engagement in Learning Physics Through Project-Based Learning: A Case Study of Gifted Finnish Upper-Secondary-Level Students // Journal of Advanced Academics. Journal of Advanced Academics, 2021. Vol. 32, № 4. pp. 501–532.

146. Matthews D, Kitchen J. School-Within-a-School Gifted Programs: Perceptions of Students and Teachers in Public Secondary Schools // Gifted Child Quarterly, 2007. Vol. 51, issue 3 pp. 256-271. doi:10.1177/0016986207302720

147. Mikheeva, Svetlana. 2015. “System of Formalized Criteria for School Textbook Assessment”. Voprosy Obrazovaniya / Educational Studies Moscow, no. 4 (December), 147-83. <https://doi.org/10.17323/1814-9545-2015-4-147-183>.

148. O'Boyle M. W. Mathematically Gifted Children: Developmental Brain Characteristics and Their Prognosis for Well-Being // Roeper Review, 2008. Vol. 30, issue 3, pp. 181-186. DOI: 10.1080/02783190802199594

149. Rasheed G. et al. Measuring Learnability through Virtual Reality Laboratory Application: A User Study // Sustainability. Sustainability, 2021. Vol. 13, № 19. P. 10812.

150. Renzulli J. S. Reexamining the Role of Gifted Education and Talent Development for the 21st Century: A Four-Part Theoretical Approach // Gifted Child Quarterly, 2012. Vol. 56(3), pp. 150–159. doi:10.1177/0016986212444901

151. Renzulli J.S., Reis S.M. The three ring conception of giftedness: A change in direction from being gifted to the development of gifted behaviors// Conceptions of giftedness and talent, 2021. pp. 335-355.

152. Renzulli, J. S. The Three-Ring Conception of Giftedness: A Developmental Model for Promoting Creative Productivity. // Conceptions of Giftedness, 2005. pp. 246-279.

153. Renzulli, J.S., Sands, M.M., & Heilbronner, N.N., Operation houndstooth: a positive perspective on developing social intelligence. In A. Ziegler, and C. Perleth

(Eds.), *Essays in Honour of Kurt Heller*, 2011, (pp. 217–244). Hamburg, Germany: LIT Verlag.

154. Romanian Master of Physics. URL: <https://rmph.lbi.ro/2023/index.php?id=home> (Дата обращения: 21.07.2024).

155. Shmeleva E.V., Grigorenko E.L., Ushakov D.V., *Approaches to the Identification and Development of Gifts into Talents in Russia// Conceptions of giftedness and talent*, 2021, pp. 163-180.

156. Siahaan P. et al. *Improving Students' Science Process Skills through Simple Computer Simulations on Linear Motion Conceptions // Journal of Physics: Conf. Series* 812 012017, 2017. doi:10.1088/1742-6596/812/1/012017

157. Sumida M. *Emerging Trends in Japan in Education of the Gifted: A Focus on Science Education // Journal for the Education of the Gifted*, 2013. Vol. 36, issue 3, pp. 277-289. doi:10.1177/0162353213493534

158. Taber, K. S. *Science education for gifted learners? // Science Education for Gifted Learners*, 2007. pp. 1-14.

159. Tay J., Salazar A., Lee H. *Parental Perceptions of STEM Enrichment for Young Children // Journal for the Education of the Gifted. Journal for the Education of the Gifted*, 2018. Vol. 41, № 1. P. 5–23.

160. Trna J., Trnova E. & Makydova L. *Physics Learning Tasks for Students with Special Educational Needs: Disabled and Gifted. // GIREP-ICPE-MPTL 2010. Teaching and Learning Physics Today: Challenges? Benefits?*, 2014. pp. 196-202.

161. Tsihouridis, C., Vavougiou, D., Ioannidis, G. *The Effect of Switching the Order of Experimental Teaching in the Study of Simple Gravity Pendulum - A Study with Junior High-School Learners // Advances in Intelligent Systems and Computing*, 2017, vol 544, pp. 128-141. doi:10.1007/978-3-319-50337-0_47

162. Tsivitanidou O.E., Georgiou Y., Ioannou A. *A Learning Experience in Inquiry-Based Physics with Immersive Virtual Reality: Student Perceptions and an Interaction Effect Between Conceptual Gains and Attitudinal Profiles // Journal of Science Education and Technology. Journal of Science Education and Technology*, 2021. Vol. 30, № 6. pp. 841–861.

163. Ushakov D. V. Olympics of the mind as a method to identify giftedness: Soviet and Russian experience // *Learning and Individual Differences*, 2010. Vol. 20, issue 4, pp. 337-344.

164. Vrignaud, P., Bonora, D. & Dreux, A. Counselling the Gifted and Talented in France: Minimizing Gift and Maximizing Talent // *International Journal for the Advancement of Counselling*, 2005. Vol. 27, No 2, pp. 211-228.