

На правах рукописи

УДК: 376.5:53

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))

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата педагогических наук

Санкт-Петербург

2024

Работа выполнена на кафедре методики обучения физике федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена».

Научный руководитель:

Заслуженный деятель науки РФ, академик РАО, доктор педагогических наук, профессор, профессор кафедры методики обучения физике федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена»

Лаптев Владимир Валентинович

Официальные оппоненты:

доктор педагогических наук, профессор, проректор по образовательной деятельности федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)»

Потапова Марина Владимировна

кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры физики института физики и математики федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»

Леонова Наталья Алексеевна

Ведущая организация:

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский педагогический государственный университет»

Защита состоится **26 декабря 2024 года** на заседании Совета по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук 33.2.018.03, созданного на базе Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена, по адресу: 191186, г. Санкт-Петербург, набережная реки Мойки, 48, корп. 12, ауд. 21.

С диссертацией можно ознакомиться в фундаментальной библиотеке Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена (191186, г. Санкт-Петербург, наб. р. Мойки, 48, корп. 5) и на сайте университета по адресу: https://dissser.herzen.spb.ru/Preview/Karta/karta_000001065.html

Автореферат разослан «26» октября 2024 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Попова Регина Ивановна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

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.

В диссертации Рыжикова С.Б. в 2014 году было показано, что исследовательская деятельность в рамках физики стимулирует развитие одаренных учащихся. Особенно велика роль физического эксперимента в формировании исследовательских умений и повышении общего качества знаний, что отмечено в исследованиях Кудинова В.В. (2011 г.) и Верховцевой М.О. (2015 г.).

Никифоров Г.Г. в своем исследовании 2015 года отмечает, что для требуемого уровня развития навыков научного познания недостаточное количество часов физики в общеобразовательном курсе отведено на физический эксперимент. Пропедевтика физики с большим удельным весом физического эксперимента в курсе – один из способов устранить указанное противоречие. Кроме того, многократно показано (например, в работах Эльконина Д.Б., Асмолова А.Г., Божович Л.И., Кудинова В.В., Пустынниковой И.Н.), что пропедевтика физики в возрасте, соответствующем 5-6 классу, является эффективной и своевременной в отношении психологических особенностей учащихся.

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 занимаются исследователи по всему миру: Валуева Е.А., Григоренко Е.Л., Григорьев А.А., 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., Прояненкова Л.А., Ромашкина Н.В., Шиповская С.В., Яковлева И.Д., Ahmed H.D., Asiksoy G., Bajpai M., Bogusevski 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 на практическую плоскость и предлагающая 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 проектирует 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) обучающимся преподавался пропедевтический курс 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.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновывается актуальность темы, формулируются противоречия, разрешение которых предложено в исследовании, выполняется постановка цели, выделяются объект и предмет исследования. Выдвигается гипотеза, ставятся задачи, определяются методы исследования. Описывается степень разработанности темы, характеризуется теоретико-педагогическая основа исследования. Раскрывается научная новизна, теоретическая и практическая значимость полученных результатов. Представляются основные этапы исследования, характеризуется экспериментальная база, рассматривается обеспечение достоверности и обоснованности результатов. Формулируются основные положения, выносимые на защиту, представляются сведения об апробации результатов исследования.

В первой главе «Теоретические основы пропедевтики физики с использованием физического эксперимента в общеобразовательных учреждениях физико-математического профиля» описываются проблемы образования одаренных в России и в мире, рассматриваются модели одаренности

российских и зарубежных авторов, рассматривается современная нормативно-правовая основа обучения физике в учреждениях физико-математического профиля и обосновывается их роль в контексте образования одаренных. Пропедевтические курсы исследуются в качестве эффективного средства обучения физике в основной школе. Обосновывается роль физического эксперимента в пропедевтике физики в качестве эффективного инструмента овладения методами научного познания в школе.

В первом параграфе «Проблема образования одаренных в России и в мире» на основании работ отечественных и зарубежных исследователей сделаны выводы о том, что вопросы образования одаренных входят в сферу интересов 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.

Также в параграфе рассмотрены выделяемые исследователями глобальные подходы к работе с одаренными детьми: «акселерация», «изоляция», «обогащение», сделан вывод о том, что в России самым распространенным из них является «изоляция».

Во втором параграфе «Модели одаренности» рассмотрены некоторые модели одаренности.

Трехкольцевая концепция одаренности Дж.С. Рензулли (США), а также концепция триады обогащения его авторства обладают точностью и наглядностью, а также в своей совокупности имеют высокий потенциал к практическому применению при их развитии.

Отечественными исследователями Т.О. Гордеевой и Л.К. Мазуновой были разработаны модели, в основе своей имеющие трехкольцевую концепцию одаренности. Гордеевой предложена интегративная структурно-динамическая мотивационная модель одаренности, тогда как Мазуновой разрабатывается «надстройка» над трехкольцевой моделью Рензулли («Модель реализации природного потенциала одаренности»), обозначающая взаимосвязь и взаимозависимости всех включенных в модель компонентов и предполагающая приближение к технологизации процесса развития одаренности.

Иной взгляд на одаренность предложен в концепции Ф. Ганье (Канада) – дифференцированной модели одаренности и таланта (DMGT). DMGT определяет развитие талантов как преобразование выдающихся природных способностей (называемых дарами) в выдающиеся знания и навыки (называемые талантами).

Мюнхенское лонгитюдное исследование одаренности, проведенное К.А. Хеллером, в свою очередь, основано на подходе психометрической классификации с несколькими типами факторов одаренности или таланта. Построенная в результате исследования многомерная модель одаренности 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.

Наиболее полной в отечественной науке концепцией является «Рабочая концепция одаренности», созданная коллективом авторов под руководством Д.Б. Богоявленской. 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 и его хорошую социализацию, которая является следствием общего благополучия и более благоприятных условий развития этого учащегося.

Несмотря на наличие некоторого количества теоретически проработанных концепций одаренности, малое количество из них достаточно разработано, чтобы быть перенесенным на практическую плоскость.

В третьем параграфе «Современная нормативно-правовая основа обучения физике в учреждениях физико-математического профиля в контексте образования для одаренных» показано, что со стороны общества и государства существует запрос и на качественное естественно-научное образование, и на 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.

В четвертом параграфе «Использование пропедевтических курсов в качестве эффективного инструмента обучения физике в основной школе» доказана со ссылкой на большое количество исследований польза введения в программу основной школы пропедевтического курса по физике для 5-6 классов. Отмечено, 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.

Сделан вывод о том, что не существует исследований, посвященных использованию пропедевтического курса физики для развития и поддержки одаренности.

В пятом параграфе «Физический эксперимент в пропедевтике физики как эффективное средство овладения методами научного познания в школе» освещен существующий научный консенсус о физическом эксперименте как эффективном средстве пропедевтики физики. Исследованиями 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.

В параграфе рассмотрен вопрос актуальности использования цифровых технологий в школьном физическом эксперименте. Сделан вывод о целесообразности использования классического натурального физического эксперимента для задач пропедевтики физики. Отмечено, что роль физического эксперимента в пропедевтических курсах физики общеобразовательных школ физико-математического профиля для развития и поддержки одаренности не исследована.

Во второй главе «Методика применения концепций развития одаренности к пропедевтическим курсам физики с большим удельным весом физического эксперимента» разработана динамическая классификация образовательных структур для обучения одаренных; разработана прикладная пропедевтическая модель развития и поддержки одаренности; проведен анализ существующих отечественных пропедевтических курсов по физике, выбран курс с наиболее высоким удельным содержанием физического эксперимента – курс Т.Ю. Мартемьяновой; показано применение ППМ к пропедевтическим курсам по физике на примере курса «PRO-физика»; сделаны выводы о том, что пропедевтические курсы с большим удельным весом физического эксперимента способствуют обогащению по трем типам в рамках модели ППМ; показаны примеры сценариев занятий, разработанных в рамках ППМ.

В первом параграфе «Прикладная пропедевтическая модель развития и поддержки одаренности на занятиях по физике в школах физико-математического профиля» предложена динамическая классификация образовательных структур для обучения одаренных (см. рис. 1).



Рисунок 1 – Динамическая классификация образовательных структур для обучения одаренных

В дополнение к рабочей концепции одаренности, где образовательные структуры рассматриваются как рядоположенные элементы, нами предлагается описание взаимосвязей между этими структурами в рамках их иерархии. В данной динамической модели толстые стрелки – поток учащихся. Изогнутые стрелки – это направление обмена опытом.

Выявлена необходимость работы с одаренными учащимися как в рамках основного, так и в рамках дополнительного образования для наиболее эффективной поддержки и развития одаренности обучающихся школ физико-математического профиля.

На основании концепций Дж. Рензулли предложена прикладная пропедевтическая модель развития и поддержки одаренности (см. рис. 2, рис. 3), в которой ключевую роль играют пропедевтические курсы по физике с высоким содержанием физического эксперимента.



Рисунок 2 – Прикладная пропедевтическая модель развития и поддержки одаренности (вид а)

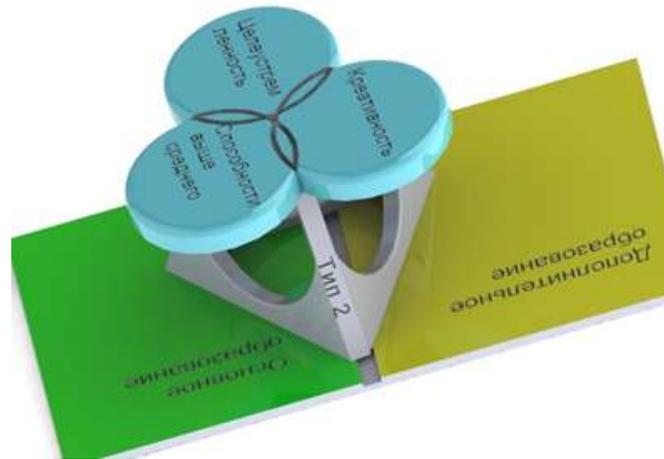


Рисунок 3 – Прикладная пропедевтическая модель развития и поддержки одаренности (вид б)

В прикладной пропедевтической модели развития и поддержки одаренности трехкольевая модель одаренности Дж. Рензулли рассмотрена как поверхность своеобразного табурета. Взаимопроникающими и взаимодополняющими точками опоры, через которые идет поддержка одаренности в ППМ, являются ножки табурета, каждая из которых представляет собой один из типов обогащения по Рензулли.

Немаловажным для устойчивости одаренности является так же 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.

Во втором параграфе «Анализ существующих пропедевтических курсов физики и роль в них физического эксперимента» проанализированы существующие, признанные на государственном уровне, отечественные пропедевтические курсы по физике. Проведен анализ по различным критериям, и, отдельно, по критерию наибольшего удельного содержания физического эксперимента в рамках курса. Для дальнейшего изучения выбран курс Т.Ю. Мартемьяновой, содержащий в себе наибольшее количество опытов и экспериментальных заданий.

В третьем параграфе «Применение ППМ в школах физико-математического профиля при разработке программ пропедевтики физики с большим удельным весом физического эксперимента» показано применение прикладной пропедевтической модели развития и поддержки одаренности к пропедевтическим курсам по физике на примере курса Т.Ю. Мартемьяновой. Разобраны занятия курса с указаниями видов деятельности и заданий, соответствующих трем типам обогащения по модели ППМ. Показано, как физический эксперимент способствует обогащению по всем трем типам и таким образом поддерживает все три кластера одаренности в рамках модели ППМ.

В четвертом параграфе «Разработка сценариев занятий с опорой на физический эксперимент в рамках пропедевтических программ по физике при помощи ППМ» приведены примеры сценариев занятий, разработанных согласно ППМ. Выделены виды деятельности, предложенные учащимся на таких занятиях, относящиеся к разным типам обогащения в рамках модели ППМ.

В третьей главе «Опытно-экспериментальная проверка влияния физического эксперимента в пропедевтическом курсе физики общеобразовательных учреждений физико-математического профиля на развитие и поддержку одаренности учащихся» описаны фазы опытно-экспериментальной проверки гипотезы исследования, сроки их выполнения, приведена экспериментальная база исследования, дана характеристика исследуемых групп (контрольной и экспериментальной) и приведена их численность. Описаны параметры сравнения результатов учащихся контрольной и экспериментальной групп, приведены методы статистической обработки результатов. Охарактеризованы участники опросов педагогов и учащихся. Представлены результаты опытно-экспериментальной части исследования.

В первом параграфе «Методика проведения опытно-экспериментальной проверки гипотезы исследования» описаны фазы опытно-экспериментальной проверки:

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.

Описана экспериментальная база исследования: ГБОУ «Президентский ФМЛ № 239» г. Санкт-Петербурга, а также другие учебные заведения, реализующие курс «PRO-физика». В исследовании приняли участие представители более чем 15 учебных заведений.

Описана характеристика контрольной и экспериментальной групп, выделенных на базе ГБОУ «Президентский ФМЛ №239» (см. таблицу 1).

Таблица 1 – Характеристика исследуемых групп

Группа	Характеристика группы	Численность группы ¹
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» ² или кружок «PRO-физика» ³ 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

Контрольная и экспериментальная группы сравнивались по следующим параметрам:

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

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

¹ Количество учащихся, хотя бы на протяжении одного года наблюдаемых в рамках данного исследования.

² Таких учащихся среди экспериментальной группы большинство. Эти учащиеся обучались в Президентском ФМЛ №239 с 5 класса

³ 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.

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

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

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.

Во втором параграфе «Статистический анализ результатов административных контрольных работ по физике» обоснована достоверность результатов данных работ (проводятся по единым контрольно-измерительным материалам и проверяются учителями в зашифрованном виде по единым критериям) и применимость их не только как надежного способа оценки качества знаний, но и в качестве косвенного показателя одаренности.

Сводные результаты анализа представлены на рисунках 4 и 5 в виде графиков. Поскольку в обобщенных результатах АКР без разбиения на классы (рис. 4) члены группы учитываются несколько раз, речь здесь пойдет о доле случаев получения участником экспериментальной или контрольной группы оценки 4 или 5. Таким образом, на рисунке 4 столбцами обозначено: синими - процент качества в контрольной группе, оранжевыми – в экспериментальной. На рисунке 5 столбцами обозначено: синими – доля случаев, когда участники контрольной группы получали за АКР оценки 4 или 5, оранжевыми – доля случаев, когда участники экспериментальной группы получали за АКР оценки 4 или 5.

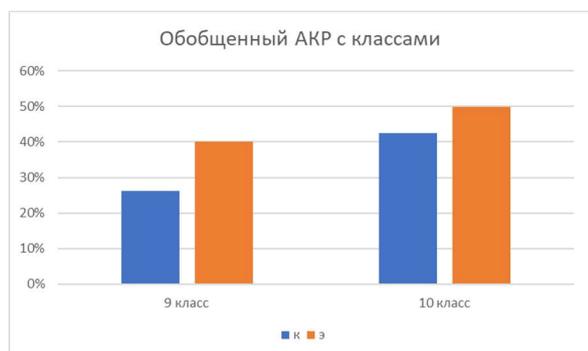


Рисунок 4 – Обобщенные результаты АКР с разбиением по классам

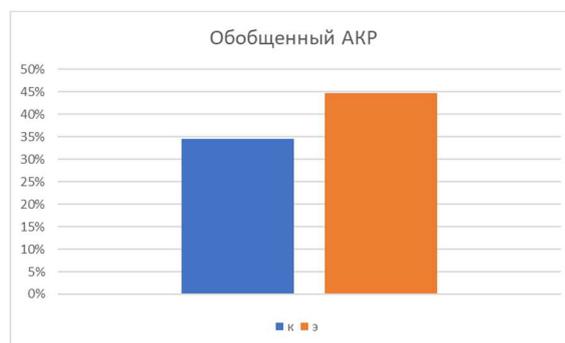


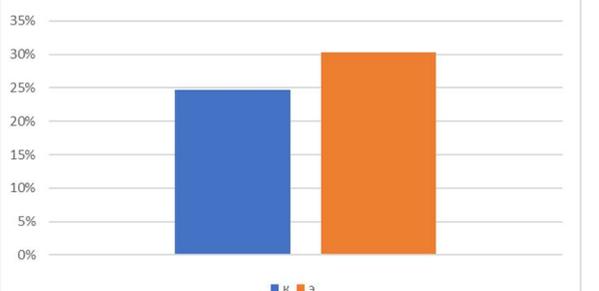
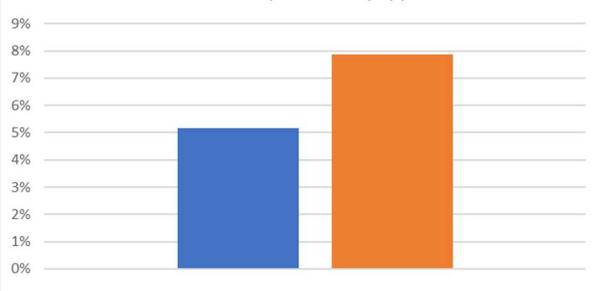
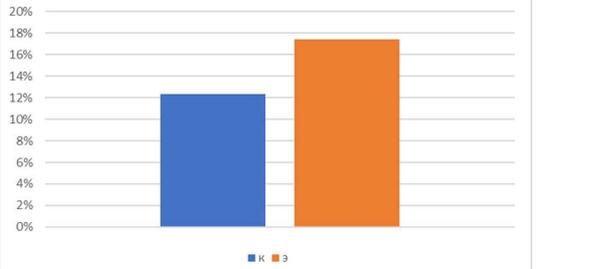
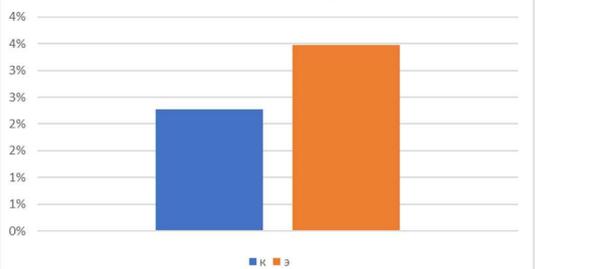
Рисунок 5 – Обобщенные результаты АКР без разбиения по классам

По критериям Пирсона и Фишера различия являются статистически значимыми.

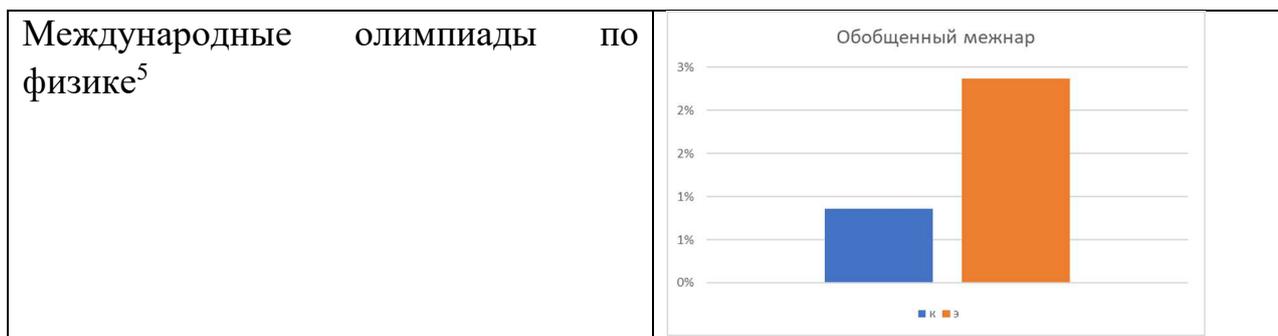
В третьем параграфе «Анализ результатов олимпиад по физике различного уровня» приведен анализ результатов предметных олимпиад по физике различного уровня. Обобщенные результаты представлены в виде

графиков в таблице 2. Столбцами обозначена доля случаев, когда участники контрольной (синие столбцы) или экспериментальной (оранжевые столбцы) групп становились победителями или призерами в олимпиаде того или иного уровня.

Таблица 2 – Обобщенные результаты участия в олимпиадах различного уровня

Олимпиада	Результаты						
Муниципальный этап ВсОШ ⁴ по физике (районный этап Городской открытой олимпиады школьников по физике Санкт-Петербурга)	<p style="text-align: center;">Обобщенный район</p>  <table border="1" style="display: none;"> <caption>Обобщенный район</caption> <thead> <tr> <th>Группа</th> <th>Доля (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>К (синий)</td> <td>25%</td> </tr> <tr> <td>Э (оранжевый)</td> <td>30%</td> </tr> </tbody> </table>	Группа	Доля (%)	К (синий)	25%	Э (оранжевый)	30%
Группа	Доля (%)						
К (синий)	25%						
Э (оранжевый)	30%						
Заключительный этап Городской открытой олимпиады школьников по физике Санкт-Петербурга	<p style="text-align: center;">Обобщенный город</p>  <table border="1" style="display: none;"> <caption>Обобщенный город</caption> <thead> <tr> <th>Группа</th> <th>Доля (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>К (синий)</td> <td>5%</td> </tr> <tr> <td>Э (оранжевый)</td> <td>8%</td> </tr> </tbody> </table>	Группа	Доля (%)	К (синий)	5%	Э (оранжевый)	8%
Группа	Доля (%)						
К (синий)	5%						
Э (оранжевый)	8%						
Региональный этап ВсОШ по физике	<p style="text-align: center;">Обобщенный регион</p>  <table border="1" style="display: none;"> <caption>Обобщенный регион</caption> <thead> <tr> <th>Группа</th> <th>Доля (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>К (синий)</td> <td>12%</td> </tr> <tr> <td>Э (оранжевый)</td> <td>17%</td> </tr> </tbody> </table>	Группа	Доля (%)	К (синий)	12%	Э (оранжевый)	17%
Группа	Доля (%)						
К (синий)	12%						
Э (оранжевый)	17%						
Заключительный этап ВсОШ по физике	<p style="text-align: center;">Обобщенный всерос</p>  <table border="1" style="display: none;"> <caption>Обобщенный всерос</caption> <thead> <tr> <th>Группа</th> <th>Доля (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>К (синий)</td> <td>2.5%</td> </tr> <tr> <td>Э (оранжевый)</td> <td>4%</td> </tr> </tbody> </table>	Группа	Доля (%)	К (синий)	2.5%	Э (оранжевый)	4%
Группа	Доля (%)						
К (синий)	2.5%						
Э (оранжевый)	4%						

⁴ Всероссийская олимпиада школьников.



Во всех рассмотренных случаях результаты экспериментальной группы достоверно превышают результаты контрольной группы.

В четвертом параграфе «Анализ поступления в высшие учебные заведения» проведен анализ поступления выпускников Президентского ФМЛ №239 в высшие учебные заведения. Анализ 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.

Интегральные результаты за 4 года представлены на рисунке 6. Здесь столбцами обозначены: доля выпускников, поступивших на специальности инженерно-физического направления (левая группа столбцов), и доля выпускников, поступивших в вузы из ТОП-20, по версии RAEX за данный год (правая группа столбцов). Синие столбцы – контрольная группа, оранжевые – экспериментальная.

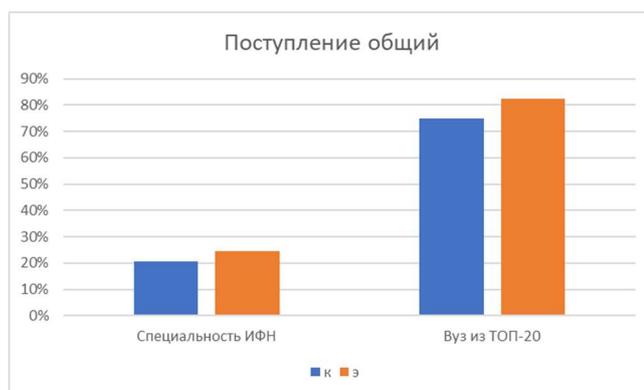


Рисунок 6 – Интегральные результаты поступления в вузы

Анализ выявил статистически значимое различие между контрольной и экспериментальной группами по параметру «Поступление в вузы из ТОП-20»: выпускники из экспериментальной группы достоверно чаще поступают в такие вузы. Это может свидетельствовать о том, что члены экспериментальной группы, проходившие обучение по программе пропедевтического курса «PRO-физика»,

⁵ Рассмотрены результаты международных олимпиад по физике: Международная олимпиада по точным наукам среди подростков «Лаборатория подготовки талантов» (Физика, Химия, Математика), Европейская физическая олимпиада EuPhO, Международная естественнонаучная олимпиада юниоров IJSO, Международная олимпиада по физике IPhO, Олимпиада «Romanian Masters of Physics», Олимпиада Мегалополисов, Азиатская физическая олимпиада APPhO, Международная Жаутыковская олимпиада IZhO.

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.

В пятом параграфе «Статистический анализ оценок учащихся из контрольной и экспериментальной групп» приведены обобщенные результаты годовой успеваемости по предметам естественнонаучного цикла.

Обобщенные результаты годовой успеваемости приведены на рисунке 7 (синие столбцы – доля случаев, когда представители контрольной группы получали годовую оценку 4 или 5, оранжевые – доля случаев, когда представители экспериментальной группы получали годовую оценку 4 или 5).

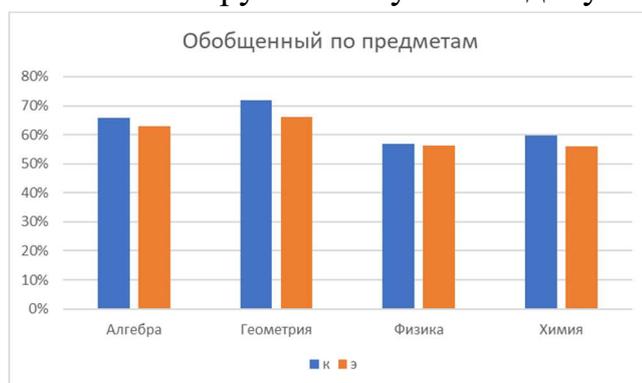


Рисунок 7 – Обобщенные результаты годовой успеваемости

По годовой успеваемости контрольная группа имеет результаты, достоверно лучшие по всем предметам, за исключением физики. То есть, 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. Данная картина может быть объяснена качественно иной мотивацией учащихся (составляющих контрольную группу), поступающих в Президентский ФМЛ №239 в более сознательном возрасте (в 8 классе). Кроме того, упомянем, что годовая оценка – это, с одной стороны, – интегральный показатель, косвенно оценивающий и организационные навыки учащихся (а не только предметные знания), а, с другой стороны, – показатель субъективный, сильно зависящий от человеческого фактора. Можно выдвинуть предположение, что если бы учащиеся из экспериментальной группы (обучавшиеся в Лицее с 5 класса) не проходили обучение по программе пропедевтического курса, то и годовые результаты по физике у них могли бы оказаться ниже.

В шестом параграфе «Результаты опроса педагогов и учащихся» приведена характеристика групп респондентов, проведен анализ результатов опросов. Анкетирование преподавателей проводилось в сентябре 2024 года. В

опросе приняло участие 37 педагогов, преподающих или преподававших курс «PRO-физика» в Президентском ФМЛ №239 и других учебных заведениях.

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

Предложенные респондентам вопросы, относящиеся к кластеру «Целеустремленность» по модели ППМ 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%).

Анкетирование учащихся проводилось в сентябре 2024 года. В опросе приняло участие 67 учащихся Президентского ФМЛ №239, которые посещали курс «PRO-физика» в рамках основного или дополнительного образования.

Опрос учащихся выявил, что, по их мнению, 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%); и развитию творческого потенциала - им интересно размышлять и фантазировать о разных понятиях и идеях (57%), и они лучше мастерят и конструируют (55%). Также среди опрошенных много участников конкурсов и олимпиад по физике (88%) и химии (31%).

В заключении представлены результаты исследования, подтверждающие выдвигаемую гипотезу и защищаемые положения:

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 недостаточная 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 (потоки 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. (1,25 п.л.)

2. Маркушев Д.С. Как измерить плотность линейкой? / Т.Ю. Мартемьянова, Д. С. Маркушев // *Физика в школе.* – 2020. – № 4. – С. 25-33. (0,56 п.л./0,28 п.л.)

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 (1,25 п.л.)

Учебно-методические публикации

4. Маркушев Д.С. Измеряем постоянную Планка / Т. Ю. Мартемьянова, Д. С. Маркушев // *Потенциал.* – 2021. – №4. – С. 52-57. (0,38 п.л./0,19 п.л.)

5. Маркушев Д.С. Занимательные игрушки в современном уроке физики / Д. Маркушев, А.В. Сивонен // *Физика в школе и вузе. Выпуск 15. Международный сборник научных статей.* – Санкт-Петербург: РГПУ им. А. И. Герцена, 2013. – С. 74-79. (0,38 п.л./0,19 п.л.)

Учебные пособия

6. Маркушев Д.С. PRO-рычаг. Математика. Физика. Техника: учебное пособие для общеобразовательных школ. Библиотека школьного образования / Т.Ю. Мартемьянова, Е.А. Труфанова, Д.С. Маркушев. – Санкт-Петербург: СМНО-Пресс, 2024 - 136 с. (8,5 п.л./2,83 п.л.)

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: СМНО-Пресс, 2020 – 192 с. (12 п.л./3 п.л.)