

На правах рукописи

УДК: 373:53

Добродий Таисия Сергеевна

**ДИАГНОСТИКА И ПРЕОДОЛЕНИЕ ПОЗНАВАТЕЛЬНЫХ БАРЬЕРОВ
ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ**

Специальность: 5.8.2. Теория и методика обучения и воспитания (естественные и точные науки, уровень общего образования)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата педагогических наук

Санкт-Петербург

2023

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

Научный руководитель:

член-корреспондент РАО, доктор педагогических наук, заведующий кафедрой методики обучения физике федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена»

Ларченкова Людмила Анатольевна

Официальные оппоненты:

доктор педагогических наук, профессор, заведующий кафедрой физики, технологии и методики обучения физике и технологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный педагогический университет»

Усольцев Александр Петрович

кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры физики 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 **19 октября 2023 года в 11:00 часов** 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_000000948.html

Автореферат разослан «___» июля 2023 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Попова Регина Ивановна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Традиционно на систему образования возлагается подготовка подрастающего поколения к будущей жизни, реализация которой в современных условиях приобретает новые особенности.

Во-первых, сейчас нацеленность на будущее относится не столько к профессиональной ориентации выпускников, сколько к тому, какими знаниями, навыками и компетенциями необходимо будет обладать выпускникам школ через несколько лет. Современное развивающееся общество требует специалистов, готовых самостоятельно принимать решения в быстро изменяющихся обстоятельствах, а также способных применять свои знания и умения в нестандартных ситуациях. Федеральный государственный стандарт образования учитывает данный запрос общества, так как в требованиях ФГОС ООО к результатам освоения основных программ входит умение обучаемых решать учебные и жизненные проблемные ситуации на основе усвоенных предметных, метапредметных и универсальных способов деятельности. Подготовка считается успешной, если выпускник демонстрирует эти умения за пределами учебных ситуаций, которые использовались для их формирования. Принципиальная невозможность отработки всего многообразия жизненных ситуаций вынуждает, с одной стороны, описывать результаты обучения рамочно и не слишком конкретно, а с другой – искать нечто общее, что могло бы объединить поиски решения самых разных проблемных ситуаций. Такой универсальностью, по нашему мнению, можно считать умение осознавать и преодолевать возникающие препятствия – барьеры. В учебных условиях – это познавательные барьеры.

Во-вторых, усиленное внимание к универсальности подготовки выпускников может и не привести к нужным образовательным результатам, если отодвинуть на второй план вопросы предметного обучения. Каждый предмет, решая общую задачу формирования личностных и метапредметных результатов, дает свой специфический вклад в развитие ученика, который лучше всего может быть получен при изучении именно этого предмета. Любое знание имеет личностный смысл, и наоборот личностный смысл формируется предметным содержанием.

В этом отношении учебный предмет «физика» в наибольшей степени способствует овладению обучающимися научным подходом к решению различных задач, формированию у них мотивации к обучению и целенаправленной познавательной деятельности, и в целом общекультурному и познавательному развитию.

Однако физика в массовой школе считается очень трудным и недостаточно привлекательным предметом. Причины, которые влияют на мотивацию к изучению физики, могут быть разными, одной из главных является наличие у обучаемых познавательных барьеров при изучении физики.

В обучении познавательные барьеры чаще понимают как помехи, препятствия, которые нужно устранять, снимать, снижать. Однако, смысл их гораздо шире и помимо отрицательного значения, наличие познавательных барьеров может иметь и положительное влияние, так при их преодолении у обучающихся формируются новые предметные знания и навыки, развиваются способности

и личностные качества. В литературе понятия «затруднение» и «барьер» часто рассматриваются как тождественные понятия, при этом первое используется как синоним второго, чтобы подчеркнуть его негативную составляющую. Под затруднениями понимается субъективная характеристика процесса усвоения материала, когда объект обучения испытывает дискомфорт и напряжение, которые вызывают переживания. Если учащиеся в течение всего времени обучения будут испытывать непреодолимые трудности и неуспех, иметь проблемы с пониманием физического смысла, то у них сформируется негативное отношение не только к физике, но и к учебе в целом.

Преодоление познавательных барьеров, возникающих в процессе обучения, является совершенно необходимым и важнейшим этапом формирования физического понимания. С философской точки зрения понимание проявляется в объясняющей деятельности при построении мыслительных моделей, а его механизм определяется сочетанием логики и интуиции. С точки зрения физики физическое понимание выражается не только в умении проводить обоснованный выбор параметров для построения моделей реальных процессов и явлений, но и в обязательности качественных и количественных аспектов при их анализе, обеспечивающих прогностическую функцию физической теории. Этот аспект является чрезвычайно важным для развития таких качеств мышления, которые позволяют его обладателю быть успешным в самых разных областях, даже далеких от физики. Но именно в силу универсальности они выделяются футурологами как наиболее актуальные для человека будущего.

Формирование физического понимания в процессе обучения физике является самой трудной задачей, решение которой тесно связано и с созданием мотивации, и с выбором стратегии изучения учебного материала, и с реализацией межпредметных связей, и с поиском глубинных причин возникающих познавательных затруднений.

На Всероссийском съезде учителей физики, который проходил на базе федеральной территории «Сириус» 17–19 августа 2022 г., обсуждались вопросы современного образования и оценки учебных достижений по физике в 2022 году. В ходе дискуссий отмечалось, что ошибки, допускаемые учащимися в ходе выполнения заданий ЕГЭ по физике, повторяются из года в год, что очень ярко прослеживается в аналитических отчетах ФИПИ. Однако в сложившейся педагогической практике преимущественно констатируются их негативные проявления без выяснения и глубокого анализа причин возникновения. Между тем, систематическое и массовое воспроизведение учащимися типовых ошибок и заблуждений позволяет говорить о наличии не только закономерностей понимания физического материала, но и о существовании закономерностей в проявлении познавательных затруднений при его изучении.

С учетом изложенного выше считаем **актуальным** изучение познавательных барьеров, возникающих у школьников в процессе обучения физике, причин и закономерностей их проявления, а также поиск путей и средств их преодоления.

Степень разработанности темы исследования. Проблемой познавательных барьеров в обучении занимались ученые педагоги, психологи, физики.

Изучению познавательных затруднений как атрибута жизни каждого человека посвящены работы В. Г. Маралова и Р. Х. Шакурова. Авторы отмечали негативную и позитивную функции познавательных затруднений, каждая из которых может рассматриваться как в положительном, так и отрицательном смысле. Существенный вклад в изучение познавательных барьеров в творческой деятельности внес Б. М. Кедров, отмечая две функции барьеров: тормозящую и стимулирующую творческое развитие субъекта. В работах А. С. Гормина отражены идеи барьерной педагогики, в которых познавательные барьеры рассматриваются как средства влияния на субъект обучения. Исследованию влияния познавательных барьеров на успешное усвоение обучающимися знаний и умений при изучении естественно-научных дисциплин посвящены работы Л. А. Ларченковой, Е. Е. Яковец и др. Проблемой преодоления познавательных затруднений у обучающихся колледжей и вузов занимались И. Н. Белянина (предложила условия, способствующие результативности процесса преодоления студентами вуза познавательных барьеров в обучении), В. А. Голякова (рассматривала типы учебно-познавательных барьеров, препятствующих продуктивному решению компетентностно-ориентированных профессиональных задач курсантов 1 курса военного учреждения), А. В. Коржув (предложил деление познавательных затруднений, возникающих у студентов во время обучения в вузах, на типы). Объединить познавательные барьеры в систему и дать классификацию пробовали А. В. Бакулин, И. Ф. Бурганова, В. Г. Маралов, А. К. Маркова, А. И. Пилипенко, Н. О. Садовникова, А. И. Тимошенко.

На данный момент недостаточно разработан вопрос о причинах возникновения познавательных барьеров при изучении физики. Анализ педагогических исследований показал, что недостаточное внимание проблеме возникающих познавательных затруднений оказывает негативное влияние на результат обучения физике в школе. В связи с этим учителю нужны не только знания о наличии такого феномена, но и способы учитывать его проявления в учебной работе со школьниками. Для оказания помощи учителю необходимы соответствующие методики, направленные на диагностику и организацию работы по профилактике возникновения и по преодолению познавательных барьеров в обучении физике.

Анализ научно-педагогической и методической литературы позволяет выделить **противоречия** между:

- объективным наличием познавательных барьеров у обучаемых и отсутствием в методике обучения их описания и систематизации;
- не всегда проявленным характером познавательных барьеров и недостаточностью средств для их адекватного распознавания;
- наличием разных функций познавательных барьеров при обучении физике и неконтролируемым использованием этого эффекта в обучении;
- негативным влиянием непреодоленных познавательных барьеров при изучении физики на мотивацию обучающегося и специфическим вкладом успешного изучения физики в личностном развитии учащегося.

Таким образом, можно определить **проблему** исследования как необходимость выделения теоретических основ систематизации и разработки средств

диагностики и преодоления познавательных барьеров с учетом специфики предметной области, а **научную задачу** как обоснование подходов, обеспечивающих успешное обучение физике учащихся средней школы.

Объектом исследования является обучение физике в средней школе.

Предмет исследования: познавательные барьеры как специфическая форма затруднений учащихся при освоении физики.

Цель исследования: выявление особенностей проявления познавательных барьеров учащихся при изучении физики, разработка методов их диагностики и преодоления.

Гипотеза исследования состоит в следующем:

Если предположить, что наиболее распространенной формой проявления познавательных барьеров при изучении физики являются типовые ошибки и заблуждения в рассуждениях обучаемых и на этой основе построить диагностику типичных познавательных затруднений учащихся на ранней стадии, а также разработать методику предотвращения и преодоления типовых познавательных барьеров при обучении физике, то это позволит:

- повысить уровень понимания учащимися сущности природных физических явлений, процессов и описывающих их математических моделей;
- снизить количество проявлений типичных познавательных затруднений при изучении физики;
- повысить мотивацию учащихся к изучению физики;
- развить способности к преодолению познавательных затруднений разных типов, к осуществлению действий и принятию решений в незнакомой и неопределенной ситуации.

В соответствии с объектом и предметом исследования для достижения цели были поставлены следующие **задачи**:

1. Проанализировать психолого-педагогическую литературу, описывающую познавательные барьеры в философии, психологии и в обучении физике у школьников;
2. Предложить и обосновать деление познавательных барьеров на группы;
3. Провести анализ типовых ошибок, совершаемых школьниками при изучении физики, и исследовать связи между познавательными барьерами и типовыми ошибками и затруднениями, возникающими у обучающихся при изучении физики;
4. Разработать методику по диагностике и преодолению типовых ошибок и затруднений при обучении физике;
5. Провести анализ полученных результатов для определения эффективности разработанной методики.

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 педагогической документации;

- эмпирические методы: наблюдение за учебным процессом, опрос, беседа, анкетирование, педагогический эксперимент;
- статистические методы обработки результатов.

Теоретико-педагогическую основу исследования составили:

- теоретические взгляды ученых, раскрывающие сущность деятельностного подхода (Л. С. Выготский, А. Н. Леонтьев, Н. Ф. Талызина);
- теории, рассматривающие различные типы затруднений в учебной деятельности (О. В. Белохвостова, И. Ф. Бурганова, В. Г. Маралов, А. К. Маркова, А. В. Коржуев и другие);
- дидактические подходы по выявлению познавательных барьеров в процессе освоения учебного содержания (А. В. Бакулин, Б. М. Кедров, А. И. Пилипенко, Р. Х. Шакуров и другие);
- теории интуиционистской логики (В. Н. Кротова, Н. А. Прияткин, Е. Л. Фейнберг);
- синергетический подход к познанию природных явлений (Е. Н. Князева, С. П. Курдюмов, Г. В. Паршикова, И. Пригожин, Г. Хакен);
- успешность и неуспешность в обучении физике (Дж. Дьюи, С. Л. Рубинштейн, Д. Б. Эльконин);
- особенности обучения физике в средней школе (А. С. Кондратьев, Л. А. Ларченкова, Н. С. Пурышева, В. Г. Разумовский, А. П. Рымкевич, Г. П. Стефанова, А. П. Усольцев).

Научная новизна исследования.

Выявлены, описаны и систематизированы типовые познавательные затруднения учащихся при обучении физике в основной и старшей школе. В отличие от ранее опубликованных исследований, предложена и обоснована практически значимая типология познавательных барьеров, возникающих при обучении физике.

Предложена идея индикации познавательных барьеров по типовым ошибкам, допускаемым учащимися при изучении физики, основанная на результатах проведенного сопоставления типовых ошибок и выделенных типов познавательных барьеров.

Создана модель методики диагностики и преодоления познавательных барьеров, включающая обоснование способов и приемов по организации предупреждения и преодоления возможных познавательных затруднений учащихся в процессе обучения физике.

Показано, что для диагностики и преодоления познавательных барьеров наиболее эффективным инструментом являются учебные физические задачи и деятельность по их решению, включающая изменение способов и форм подачи изучаемого материала и смещение акцентов с информирования обучающихся на выявление точек непонимания и определения их причин.

Сформулирована принципиально новая идея об особенностях обнаружения и преодоления познавательных барьеров, связанных с проблемой сочетания логики и интуиции в познавательной деятельности. Предложено условие для развития интуиции школьников, включающее накопление

учащимися необходимой и достаточной базы знаний и примеров интеллектуальных догадок, озарений.

Теоретическая значимость полученных результатов:

- установлена зависимость между возникновением типовых ошибок в процессе обучения и наличием познавательных барьеров у обучающихся;
- выявлены и соотнесены причины возникновения и внешние проявления познавательных затруднений обучающихся при изучении физики;
- предложена типология познавательных барьеров, в основу которой положено разделение познавательных барьеров на виды по ведущему источнику происхождения: барьеры исходного познавательного опыта, барьеры языкового сознания, барьеры, приобретенные в ходе обучения – барьеры формируемого познавательного опыта;
- разработана модель методики преодоления познавательных барьеров при обучении физике, направленная на выявление вопросов, наиболее часто вызывающих смысловые затруднения у обучающихся, и на формирование глубокого их понимания.
- показана взаимосвязь успешности освоения учебных предметов «физика» и «математика» учащимися основной школы.

Практическая значимость полученных результатов:

- разработаны диагностические средства для обнаружения познавательных барьеров при обучении физике;
- разработаны и внедрены учебно-методические материалы по преодолению познавательных барьеров при обучении физике;
- предложены методические рекомендации по использованию феномена познавательного барьера для создания условий, влияющих на успешное освоение учебной программы и развитие обучающегося.

Апробация и педагогический эксперимент показали результативность и возможность тиражирования предложенной методики.

Основные этапы исследования.

На *первом этапе* (2015–2017 гг.) была сформулирована исследовательская проблема, проанализирована психолого-педагогическая литература по теме исследования и частично собрана информация о часто совершаемых ошибках обучающихся.

На *втором этапе* (2017–2020 гг.) уточнялась гипотеза исследования, был продолжен сбор информации о типовых ошибках школьников, были разработаны способы педагогической работы по выявлению и преодолению познавательных барьеров.

На *третьем этапе* (2020–2022 гг.) проведена работа по внедрению разработанной методики в обучение учащихся общеобразовательных школ, проведен педагогический эксперимент, выполнен анализ полученных результатов.

Экспериментальная база исследования. Исследовательская работа была организована на базе ГБОУ СОШ №313 Фрунзенского района г. Санкт-Петербурга, ГБОУ СОШ №535 Калининского района г. Санкт-Петербурга, ГБПОУ «Колледж метростроя» г. Санкт-Петербурга, МБОУ Коммунарская СОШ № 3 г. Коммунара (Ленинградская область), МБОУ КСОШ №5

г. Кингисеппа (Ленинградская область), МБОУ КГО «Гимназия» г. Костомукша (Республика Карелия), ФГБОУ ВО РГПУ им. А. И. Герцена (институт физики, кафедра методики обучения физике).

Достоверность и обоснованность результатов исследования обеспечивается анализом научной литературы по теме исследования; согласованностью полученных результатов с данными, полученными другими исследователями; количественным и качественным анализом результатов педагогического эксперимента; поэтапным проведением экспериментальной работы, своевременным внесением корректив и положительными результатами апробации разработанной методики, соответствующими теоретическим выводам исследования; а также опытом работы диссертанта в качестве учителя физики в ГБОУ СОШ №313 г. Санкт-Петербурга.

Основные положения, выносимые на защиту.

1. Своевременное выявление и устранение познавательных барьеров, возникающих при изучении физики, обеспечивает психологическую и предметную основу мотивации учащихся к получению физического образования, а также способствует адаптации обучающихся к изучению абстрактных понятий, физических моделей и т. п.

2. В основе методики диагностики и преодоления познавательных барьеров при обучении физике лежит подход, основанный на методическом анализе содержания изучаемого материала и особенностей его восприятия учащимися и состоящий из двух этапов: 1) выделение и отработка типовых познавательных затруднений; 2) идентификация индивидуальных познавательных затруднений.

3. Смещение акцентов в методике преподавания физики с информирования обучающихся на выявление точек непонимания и определение их причин, диктует изменение подходов к объяснению ряда тем курса физики общеобразовательной школы и построение обучения в логике индивидуального познавательного маршрута при помощи специально разработанных средств (алгоритмов, карточек с заданиями).

4. Применение методики позволяет предупредить возникновение ряда познавательных затруднений и приводит к уменьшению типовых ошибок, совершаемых обучаемыми, и повышению уровня предметных знаний и универсальных умений.

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

1. XIII Международная конференция «Физика в системе современного образования» (г. Санкт-Петербург, 2015).

2. XIV Международная конференция «Физика в системе современного образования» (г. Ростов-на-Дону, с. Дивноморское, 2017).

3. XV Международная конференция «Физика в системе современного образования» (г. Санкт-Петербург, 2019).

4. Международная научно-практическая конференция «Герценовские чтения: актуальные проблемы обучения физике в школе и вузе» (г. Санкт-Петербург, 2022).

5. Российско-узбекский образовательный форум по проблемам общего образования «Методика преподавания в современной школе: проблемы и инновационные решения» (г. Ташкент, 2022).

Основные положения исследования отражены в 12 научных работах, в том числе 2 коллективные монографии, 5 статей в периодических научных изданиях, рекомендованных ВАК Российской Федерации.

Структура диссертации. Диссертация состоит из введения, трех глав, выводов, общего заключения, библиографии и приложений. Общий объем диссертации составляет 189 страницы, из них 162 страницы – основной текст. Работа содержит 49 рисунков, 9 таблиц. В работе содержится 4 приложения. Список литературы насчитывает 122 наименования.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении приведено обоснование актуальности темы исследования, определены цель, объект, предмет исследования, сформулированы гипотеза, задачи и методы исследования, охарактеризованы теоретико-педагогические основы, описаны этапы проведения и экспериментальная база исследования, раскрыты научная новизна и теоретическая и практическая значимость работы, изложены основные положения, выносимые на защиту, а также представлены основные сведения об апробации результатов исследования.

В первой главе «Познавательный барьер как феномен и его роль в обучении физике» представлен научный обзор трактовок понятия «барьер» и близких ему понятий с психологической и педагогической позиций, который позволил выделить два основных значения данного понятия в жизни человека: отрицательное и положительное.

Понятие «затруднение» чаще всего несет отрицательную смысловую окраску и используется как синоним понятия «барьер», чтобы подчеркнуть его негативную роль (непреодолимые барьеры, тормозящие развитие). Положительную роль барьера рассматриваем как ступень – как фактор развивающего воздействия на личность ученика (преодолимые барьеры, способствующие развитию). Идея о развивающем эффекте познавательных барьеров является ключевой для нашего исследования.

В результате проведенного анализа сформулировано рабочее определение: *познавательный барьер – смысловое препятствие, возникающее в познавательной деятельности субъекта в образовательном процессе.* В контексте исследования речь идет о познавательных барьерах, возникающих у школьников при изучении физики.

Рассмотрены различные подходы к исследованию познавательных барьеров, описанию их свойств и функций, и систематизации. Так О. В. Белохвостова выделяет три функции психологических барьеров: созидательную, тормозящую и подавляющую. А. В. Бакулин в своих трудах делит ценностно-смысловые барьеры на 6 видов: барьеры самоотношения, барьеры ценностно-смысловой экстраполяции, барьеры глубины личностного отношения, барьеры ценностно-смысловой эмпатии, барьеры ценностно-смысловой идентичности, барьеры ценностно-смысловой презентации. Б. М. Кедров рассматривает две

функции барьеров: стимулирующая и тормозящая развитие. И. Ф. Бурганова в своем исследовании выделяет три вида барьеров (I, II и III степени), которые проявляются при решении творческих задач различной сложности, при этом чем сложнее задача, тем «выше» барьер. В. Г. Маралов предлагает следующую классификацию трудностей в обучении (барьеров): 1) трудности понимания; 2) трудности запоминания; 3) трудности представления; 4) трудности применения; 5) мотивационные трудности. А. С. Гормин в концепции барьерной педагогики предлагает делить барьеры на внешние и внутренние, при этом по мнению автора через барьер можно производить влияние на учащегося. А. И. Тимошенко и М. С. Дорофеева предлагают делить барьеры, возникающие у студентов на первом этапе обучения на три типа: мотивационные, образовательные и учебно-познавательные.

Одна из самых подробных классификаций познавательных барьеров, возникающих при изучении физики, представлена в исследовании А. И. Пилипенко. Автор выделяет 3 типа познавательных барьеров (общего типа, языкового учебного сознания, логической культуры), каждый из которых подразделяется на несколько видов, всего 10 видов. Однако в практическом применении для разработки методических рекомендаций, построения индивидуальных маршрутов обучения столь подробная классификация оказалась неудобной.

В ходе поиска более универсальной классификации познавательных барьеров в нашем исследовании была предложена следующая типология познавательных барьеров: барьеры исходного познавательного опыта, барьеры языкового сознания и барьеры формируемого познавательного опыта. Данная типология оказалась более удобной для практического применения, однако и у нее есть свои особенности. Каждый из познавательных барьеров может проявляться в сознании обучающегося самостоятельно, т. е. быть доминирующим, но в

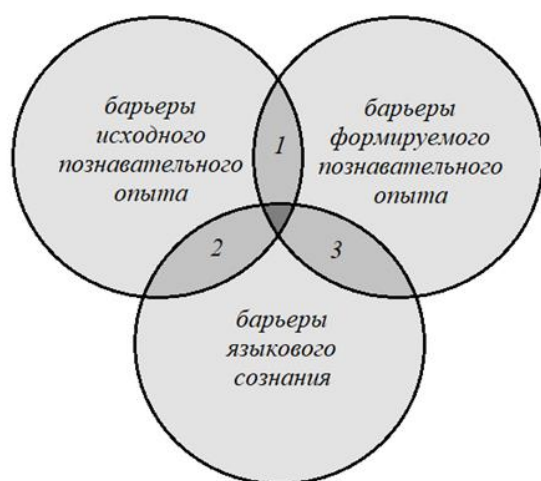


Рисунок 1 – Типология познавательных барьеров

некоторых ситуациях, барьер одного типа может включать в себя компоненты, которые можно отнести в рамках предложенной типологии и к двум другим типам познавательных барьеров (рис. 1). Барьеры языкового сознания могут выступать как отдельный тип, когда рассматриваются затруднения, возникающие из-за несоответствующей скорости подачи информации, неудачной организации информации и т. п., так и пересекаться с двумя другими типами. Например, при изучении понятий «энергия» и «работа»,

могут выявиться как затруднения, связанные с переносом уже имеющихся в личном опыте смыслов (бытовых или сформированных в процессе изучения других учебных предметов) на новое предметное понятие, часто не совпадающее и существенно отличающееся по содержанию и объему, так и затруднения, связанные с абсолютизацией личного эмпирического опыта. В частности, это

проявляется в недоумении: «Разве работа может быть равна нулю или быть отрицательной?».

С учетом развивающей функции познавательных барьеров и возможности проявления барьеров в любой момент обучения нами предложена схема (рис. 2), на которой показан ученик в конкретный момент времени и выделена соответствующая этому моменту зона его ближайшего развития (по Л. С. Выготскому). В эту зону попадают барьеры такой «высоты», преодоление которых необ-

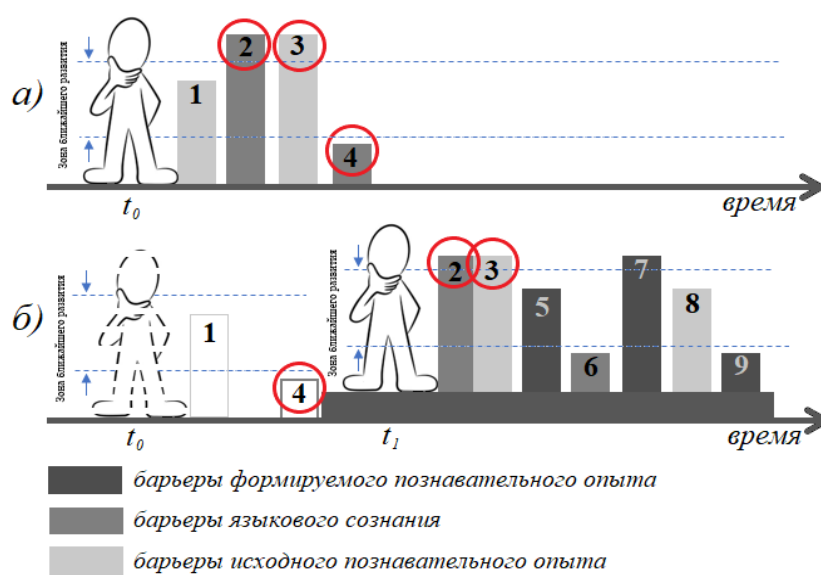


Рисунок 2 – Типология познавательных барьеров с учетом идеи о развивающем эффекте преодоления барьеров

ходимо для благоприятного влияния на развитие обучающегося. Если познавательный барьер слишком «низкий», то преодоление барьера не приводит к развитию обучающегося, так как ученик не испытывает удовлетворения от выполнения заданий. При этом, если барьер слишком «высокий» для данного этапа обучения, то у обучаемого на фоне непреодоленного барьера, при получении новых знаний и умений, могут сформироваться и другие затруднения. Также на иллюстрации показано, что «слишком высокие» барьеры под номерами 2 и 3 для обучающегося становятся «ниже», так как он переходит на новый уровень своего развития – «ступеньку», однако данные познавательные барьеры еще не попадают в зону ближайшего развития на этом этапе обучения, поэтому необходимо проводить работу по их преодолению, чтобы не происходило «накопления» непреодолимых затруднений, что может привести к раздражению учащихся и потере интереса к обучению и т. д.

Мышление обучаемого скрыто от непосредственного наблюдения педагога, и если учащийся сам не может осознать и сформулировать наличие у себя познавательной проблемы, то необходимы средства для идентификации проявившегося у него познавательного барьера. В нашем исследовании предлагается фиксировать наличие познавательного барьера при изучении физики по внешним признакам, т. е. опосредованно по типовым ошибкам, допускаемым учащимися. По каждому типу познавательного барьера приведены примеры типичных затруднений по физике, которые встречались у обучаемых школы и студентов первого курса вуза, соотнесенные с возможными причинами их возникновения.

Во второй главе «Методика диагностики и преодоления познавательных барьеров при обучении физике» обосновывается модель методики обнаружения и преодоления познавательных барьеров при обучении физике (рис. 3), описаны возможные методические решения для диагностики и преодоления познава-

тельных барьеров при обучении физике на конкретных примерах. Предложенная модель методики содержит целевой, содержательный, деятельностный и результативный компоненты.



Рисунок 3 – Модель методики диагностики и преодоления познавательных барьеров при обучении физике

Целевой компонент включает в себя основные задачи реализации методики диагностики и преодоления познавательных барьеров при обучении физике – формирование адекватных физических представлений, повышение мотивации и уменьшение количества типовых ошибок у школьников при изучении физики. *Содержательный компонент* описывает работу, направленную на осмысление учащимися учебного материала по физике, формирование физического понимания, что включает в себя выбор учебного материала и последовательности его изложения, учитывающий возможность возникновения соответствующих познавательных барьеров. *Деятельностный компонент* включает в себя методы, средства и формы организации обучения на уроках физики. Дан-

ный компонент состоит из методических рекомендаций для обнаружения познавательных затруднений, модели педагогического взаимодействия учителя и учащихся на уроке физики в процессе преодоления познавательных барьеров, описания педагогических условий для развития мышления обучающихся. *Результативный компонент* позволяет продемонстрировать уровень достижения цели и задач методики. Оценить эффективность применения методики можно, проводя наблюдение за деятельностью учащихся на уроках физики, анализируя продукты деятельности: грамотность и логичность их рассуждений, сравнивая количество допускаемых типовых ошибок, совершаемых при изучении новых тем, определяя уровень мотивации к изучению физики по активности на уроках физики, желанию участвовать в дополнительных мероприятиях физической направленности.

Для диагностирования познавательных барьеров при обучении физике в ходе исследования были разработаны комплекты заданий (рис. 4) для обучающихся 7-х и 8-х классов, с возможностью проводить работу по преодолению затруднений, используя дополнительные задания.


<p>1. На рисунке представлена незавершенная схема теплового двигателя. Укажите направление «стрелок» и подпишите у каждой «стрелки» буквенное обозначение: полученное количество теплоты (Q_1), отданное количество теплоты (Q_2), совершенная работа (A).</p> 
<p>2. Как расшифровывается КПД?</p> <p>КПД теплового двигателя равен:</p> <ol style="list-style-type: none"> отношению затраченной работы к энергии, полученной от нагревателя; отношению энергии, полученной от нагревателя, к полезной работе; отношению полезной работы к постоянной теплового двигателя; отношению полезной работы к энергии, полученной от нагревателя.
<p>3. Тепловой двигатель получил количество теплоты, равное 80 МДж, и при этом выполнил полезную работу, равную 36 МДж. Чему равно КПД теплового двигателя?</p>
<p>4. Сколько нужно сжечь древесного угля, чтобы выделилось $510 \cdot 10^8$ Дж энергии. Удельная теплота сгорания древесного угля равна $34 \frac{\text{МДж}}{\text{кг}}$.</p>
<p>5. Со второго этажа выронили камень, который упал на асфальт. Как изменялись кинетическая, потенциальная, механическая и внутренняя энергии в момент падения и в момент соударения камня с асфальтом? Взаимодействием шара с воздухом можно пренебречь.</p>
<p>6. На сколько градусов нагреется кусок стали массой 50 г, если он упадет с высоты 25 м на землю. Считай, что вся кинетическая энергия стали переходит во внутреннюю энергию. Удельная теплоёмкость стали равна $500 \frac{\text{Дж}}{(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})}$. При расчётах прими $g = 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$.</p>

Рисунок 4 – Задания для диагностики познавательных барьеров при обучении физике на примере темы «Тепловые двигатели»

Задания в карточках составлялись и подбирались в соответствии с тремя основными типами познавательных барьеров: барьеры исходного познавательного опыта (1 и 4 задачи), барьеры языкового сознания (2 и 5 задачи), барьеры формируемого познавательного опыта (3 и 6 задачи). Всего в разработке 96 заданий в карточках и 130 дополнительных заданий, которые используются для проверки проявившегося познавательного затруднения у обучаемого, если учащийся совершил ошибку при решении заданий из комплекта. В результате такой работы мы подтверждаем наличие познавательного барьера у конкретного учащегося и можем далее проводить работу по его преодолению.

Для обнаружения и преодоления познавательных барьеров предлагается использовать специально разработанные алгоритмы для обнаружения и преодоления познавательных барьеров по различным темам курса физики и методические рекомендации для их создания. Для составления алгоритмов необходимо:

1. Определить (выбрать) возможную ошибку, которую могут совершить обучающиеся. Можно при выборе учитывать возможные причины возникновения познавательных барьеров при обучении физике, или собственный опыт и наблюдения за данным коллективом, то есть учитывать внешние проявления.

2. Выбирать задание (задачу), при решении которого обучаемые могут допустить предполагаемую ошибку.

3. Подбирать задания (вопросы), для того чтобы уточнить, какое затруднение проявилось при решении исходной задачи у конкретного учащегося.

4. Провести работу по преодолению познавательного барьера, состоящую из повторения материала, решения дополнительных заданий на отработку возникшего затруднения и т. п.

5. Предложить обучаемым решить «контрольное» задание, чтобы проверить успешность преодоления затруднения.

Фрагмент алгоритма, который учитывает некоторые возможные затруднения, возникающие при решении заданий по теме МКТ, представлен на рис. 5. Правая часть алгоритма содержит возможные ошибки общего характера, так называемые технические ошибки, которые встречаются при изучении разных тем курса физики. Левая часть алгоритма содержит описание возможных ошибок, связанных с физическим пониманием понятия «температура». По нему видно, что обучающийся может пройти разный путь и выполнить разное количество заданий, в зависимости от допускаемых ошибок. Алгоритм может быть расширен за счет добавления новых «ветвей», учитывающих другие возможные ошибки школьников. Множественность путей развития познавательной ситуации позволяет предложить разные направления построения последующего обучения, выбор которого будет определяться в конкретной ситуации. Оптимизировать процесс можно при использовании программ для создания онлайн тестов, где при выборе неверного ответа учащегося тест перенаправляет на блок с информацией в зависимости от выбранного ответа, или на дополнительное задание, что позволит создать условия для адаптивного обучения.

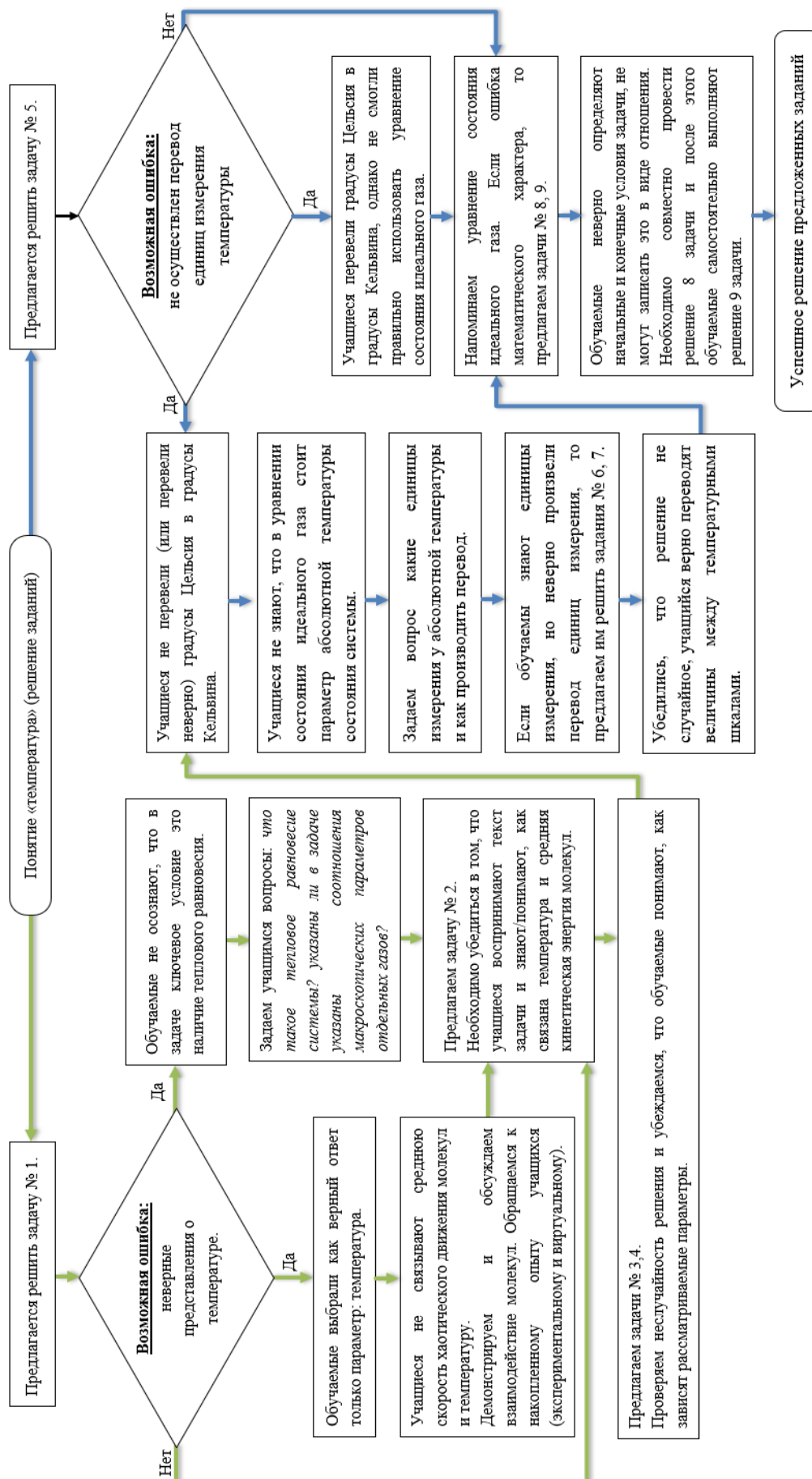


Рисунок 5 – Фрагмент алгоритма обнаружения и преодоления познавательных барьеров на примере решения задач по теме «Температура»

Способность учащихся догадываться о существовании тех или иных физических закономерностей развивается по мере накопления опыта, зрительных впечатлений, знаний. В некоторой степени на развитие физической интуиции может влиять умение учащихся воспринимать и понимать наглядность учебного материала. Трудность диагностирования физического понимания и непонимания обучаемых связана со спецификой проявления логики и интуиции в рассуждениях обучающихся (сочетании формально-логического аппарата мышления с интуитивным мышлением). Проявление интуиции и логики при рассуждениях можно продемонстрировать при решении задачи: *Дан каркас в виде куба, изготовленный из металлической проволоки. Электрическое сопротивление каждого ребра куба равно одному Ом. Чему равно сопротивление куба при прохождении электрического тока от одной вершины к другой, если он подключен к источнику постоянного тока как это показано на рисунках (рис. 6)?* В этом задании необходимо задействовать модели и аналогии высокого уровня абстракции. Первая сложность заключается в том, что сама электрическая схема представляет собой даже не аналог, а условное изображение реального объекта – участка электрической цепи, а вторая тем, что симметрия, фиксируемая для ряда схем визуально, может не являться таковой для реальной цепи. Если все ребра куба сделаны из одинакового материала и имеют одинаковое сопротивление, объект оказывается симметричным и с геометрической, и с физической точки зрения. Вид симметрии будет определяться способом подключения этой конструкции к источнику тока и выражается в распределении токов в проводниках. Если же ребра куба сделаны из разных материалов, то при сохранении геометрической симметрии физическая симметрия относительно распределения токов в проводниках не реализуется.

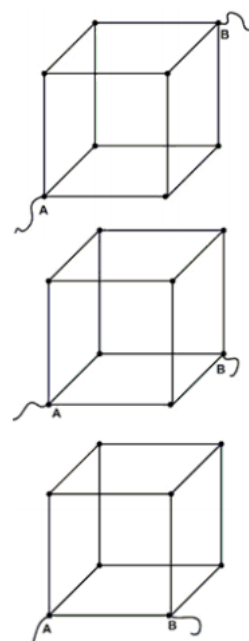


Рисунок 6 –
Электрические схемы

Знать и уметь применять приемы рассмотрения симметричных электрических цепей – это логические процедуры, а вот увидеть симметрию там, где она непосредственно не видна – это интуитивный процесс. Учителю в данной ситуации необходимо, не подсказывая в явном виде, вызвать у учащихся проявление интуиции, таким образом возбудить резонансные процессы, необходимые для организации перехода внутреннего интеллектуального состояния ученика на новый уровень. Наличие опыта интуитивных догадок способствует совершению данного перехода. В диссертации рассмотрены приемы, позволяющие провести работу по накоплению такого положительного опыта при изучении темы «Эквивалентные схемы» и др.

В третьей главе «Экспериментальная проверка методики диагностики и преодоления познавательных барьеров при обучении физике» представлены результаты педагогического эксперимента.

Для проверки гипотезы были поставлены следующие задачи:

- выявить индикаторы, по которым можно судить о наличии познаватель-

ного барьера, собрать «коллекцию» типовых ошибок учащихся;

- разработать методику обнаружения и преодоления познавательных барьеров;

- проверить эффективность разработанной методики диагностики и преодоления познавательных барьеров.

На *констатирующем этапе* педагогического эксперимента была собрана и проанализирована информация о часто совершаемых ошибках обучающихся, проведены первичные диагностические работы для выявления признаков, интерпретация которых позволяет судить о наличии в сознании обучающегося познавательного барьера одного из трех типов. На данном этапе исследования в эксперименте приняли участие 271 учащийся ГБОУ СОШ №313 г. Санкт-Петербурга. В результате данного этапа были собраны примеры различных типовых ошибок учащихся, определены признаки, по которым можно обнаружить познавательные затруднения и подготовлены задания, позволяющие вызвать возможные познавательные затруднения.

В ходе исследования также было обнаружено, что часть возможных ошибок носят междисциплинарный характер, поэтому была поставлена задача проверить связь освоения смежных дисциплин. Учащимся в личных беседах были заданы вопросы об их отношении к предметам «математика» и «химия». В ходе бесед было отмечено, что позитивное и негативное отношение к этим предметам совпадает с успехами и неудачами по физике. Для подтверждения этой связи был проведен сравнительный анализ отметок по этим предметам на диаграмме (срез данных за 2020 уч. год I и II четверть для 9 класса ГБОУ СОШ №313 представлен на рис. 7).

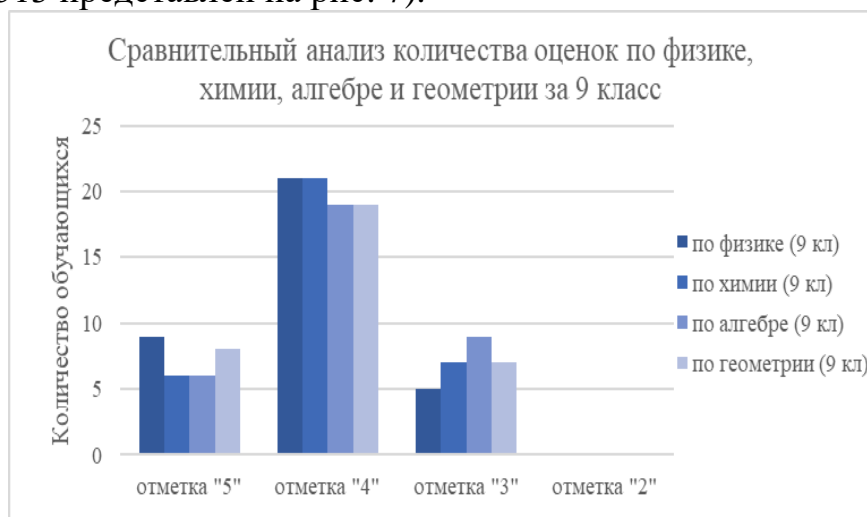


Рисунок 7 – Сравнительный анализ количества оценок по физике, химии, алгебре и геометрии (9 класс)

По данной диаграмме видно, что отметки по физике коррелируют с отметками по другим рассматриваемым предметам. Однако на примере одной школы и одного среза невозможно утверждать о наличии сильной взаимосвязи между успешностью изучения физики, химии и математики, так как пятибалльная система оценивания дает грубые результаты, а отметки, выставленные учителями за одну и ту же работу, могут отличаться друг от друга. Далее был проведен анализ отметок по физике и математике большего количества обучаю-

щихся. Всего были проанализированы итоговые отметки у 854 учащихся 7 классов, 525 учащихся 8 классов и 324 учащихся 9 классов образовательных учреждений г. Санкт-Петербурга и Ленинградской области. В качестве инструмента исследования был выбран коэффициент сопряженности Чупрова, характеризующий тесноту связи между качественными признаками. Результаты анализа показали, что у подавляющего большинства учащихся успеваемость по математике совпадает или немного выше успеваемости по физике, причем две трети классов демонстрируют взаимосвязь в диапазоне 0,25-0,65, что подтверждает предположение о тесной взаимосвязи между успешностью изучения физики и математики для выборки учащихся 7, 8 и 9 классов. Здесь необходимо отметить, что при обнаруженной тесной взаимосвязи между изучением физики и математики можно говорить о важности согласованности программ по данным дисциплинам.

Поисковый и формирующий этапы трудно делимы и происходили практически одновременно. На поисковом этапе педагогического эксперимента разрабатывались методические материалы, проводилась их апробация в реальных условиях преподавания и проводилась оценка методики в целом, о валидности которой свидетельствовали улучшение результатов учебной деятельности учащихся на уроках физики, уменьшение количества совершаемых типовых ошибок, более частое проявление обучаемыми стойкой учебной мотивации после ее применения.

На *формирующем этапе* с учетом результатов, полученных в ходе констатирующего и поискового этапов, было сделано следующее:

1. Сформированы группы учащихся.
2. Проведена диагностика возможных познавательных затруднений учащихся в сформированных группах.
3. Выявлены преобладающие познавательные барьеры учащихся данных групп.
4. Проведена корректировка учебной работы с коллективом учащихся на основе применения предложенной методики.

С 2015 уч. года по 2019 уч. год была возможность проводить наблюдения за обучающимися 9, 10 и 11 классов ГБОУ СОШ №313 в процессе их обучения. В этот период были выделены затруднения учащихся и разработаны задания для 7 и 8 классов с учетом возникающих познавательных барьеров при изучении физики. После была проведена проверка и корректировка разработанных карточек с заданиями. В эксперименте участвовало 2 класса одной параллели (7а – 30 учащихся, 7б – 25 учащихся). Для верной интерпретации причин ошибочных ответов к карточкам были разработаны дополнительные задания по тем же темам.

В ходе эксперимента были выявлены типы познавательных барьеров, преобладающие в исследуемых классах. Так, например, у одной трети учащихся 7б класса был обнаружен барьер исходного познавательного опыта, который проявлялся в нарушении логики рассуждений, причиной которого являлась несформированность мыслительных и логических операций на уровне, соответствующем этапу обучения. Помимо этого у двух третей класса был обнаружен

барьер формируемого познавательного опыта, который проявлялся в неумении применять сформированные действия в измененной ситуации и невозможности междисциплинарного переноса. Часть обнаруженных ошибок у обучаемых данного класса имела математический характер, например, учащиеся демонстрировали недостаточные умения работы с обыкновенными дробями и т. п.

В ходе индивидуальных обсуждений ошибок с учащимися данного класса было обнаружено, что учащиеся испытывают затруднения при переносе математических знаний на физику. Примеры заданий, в которых были допущены ошибки учащимися 7б класса (с заданиями справилось 50% обучаемых): 1) На графике (рис. 8) показана зависимость между силой упругости и удлинением пружины. Определите коэффициент жесткости пружины. 2) Сколько штук строительных кирпичей размером $250\text{мм} \times 120\text{мм} \times 65\text{мм}$ привезли на стройку, если их общая масса составила $3,51\text{ т}$? (плотность кирпича 1800 кг/м^3). 3) Чему равна Архимедова сила, действующая на кусок мрамора объемом 60 см^3 , на треть погруженный в воду?

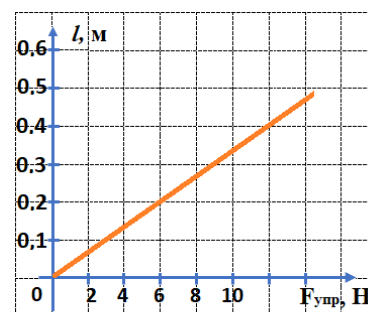


Рисунок 8 - График зависимости между силой упругости и удлинением пружины к условию задачи

В 7а классе с этими же заданиями справилось 90% обучающихся. Успеваемость по математике у данных учащихся выше, чем у обучаемых 7б класса (рис. 9), что позволяет полагать, что у школьников этого класса нет затруднений данного характера, или познавательные барьеры были оптимальной высоты и обучающиеся преодолели их в ходе обучения.

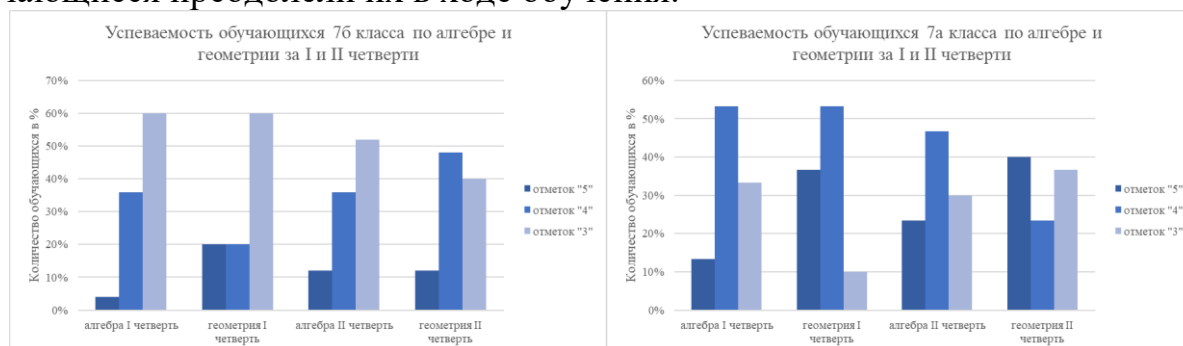


Рисунок 9 – Успеваемость обучающихся 7а и 7б классов по алгебре и геометрии за I и II четверти 2020 уч. года.

В приведенном примере обнаружить познавательные затруднения позволили анализ ошибок обучающихся, индивидуальные опросы и анализ успеваемости учащихся по математике. Поскольку в классах в среднем от 25 до 35 обучающихся, то проводить индивидуальные беседы для уточнения типа познавательного барьера на постоянной основе не представляется возможным, поэтому в ходе педагогического эксперимента на данном этапе были разработаны алгоритмы по обнаружению и преодолению познавательных барьеров, учитывающие полученную информацию на первом этапе исследования.

На контрольном этапе осуществлялась проверка эффективности предложенной методики обнаружения и преодоления познавательных барьеров. Всего на данном этапе в исследовании приняло участие 362 школьника.

Для проверки выдвинутой гипотезы было запланировано сравнение обра-

зовательных результатов в экспериментальных группах, в которых применялась предлагаемая методика, и в контрольных группах, где воздействие отсутствовало. В экспериментальную группу вошли обучающиеся 9-х классов 2022 уч. года (59 учащихся), и часть обучающихся 10 класса 2021 уч. года (21 учащийся). В контрольную группу вошли обучающиеся 10 класса 2022 уч. года (19 учащихся), и часть обучающихся 10 класса 2021 уч. года (14 учащихся). Перед применением алгоритмов по обнаружению и преодолению познавательных барьеров необходимо было выявить уровень знаний обучающихся экспериментальной и контрольной группы по тем темам, которые использовались при составлении алгоритмов. Для этого проводились входные контрольные тесты и опросы, которые проверяли теоретические знания обучающихся. Сравнение результатов тестов экспериментальной и контрольной группы по критерию Крамера-Уэлча показало, что группы находятся на одном уровне знаний ($T_{эмп}=0,54 < T_{0,05}=1,96$).

Далее обучающимся были предложены диагностические работы с использованием разработанных алгоритмов. На рисунке 10 приведены результаты распределения обнаруженной типовой ошибки (неверное вычленение информации из текста условия задачи) при решении задач на тему «средняя скорость». По диаграмме видно, что количество обучаемых, совершивших данную типовую ошибку в экспериментальной группе меньше, чем в контрольной группе.

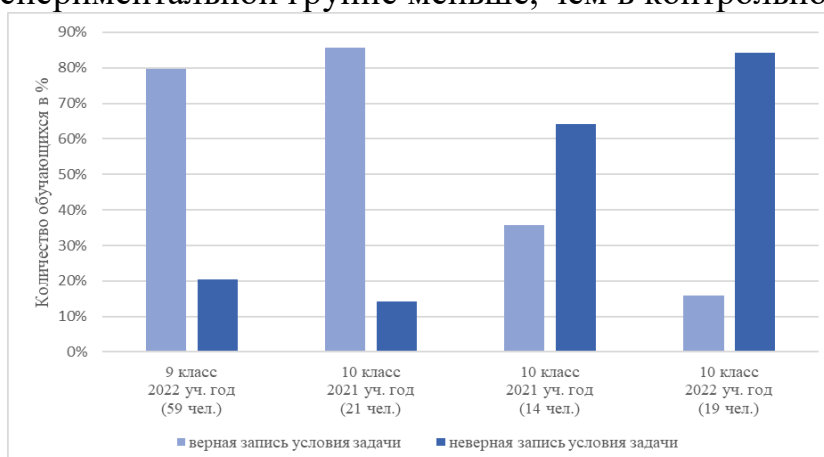


Рисунок 10 – Результаты распределения обнаруженной возможной ошибки при решении задач на тему «средняя скорость»

Проверка была проведена по 20 типовым возможным ошибкам. Анализ результатов позволил зафиксировать уменьшение проявления типовых ошибок в экспериментальной группе по сравнению с контрольной группой. Сравнение результатов экспериментальной и контрольной группы осуществлялось по критерию Крамера-Уэлча ($T_{эмп}=3,77 > T_{0,05}=1,96$). Достоверность различий характеристик сравниваемых выборок составляет 95%.

На втором этапе проверки велось наблюдение за обучающимися на уроках и на внеучебных занятиях, которое показало, что обучаемые экспериментальной группы проявляют больше интереса к изучению физики. Так у экспериментальной и контрольной группы обучающихся 10 класса 2021 уч. года проходили совместные уроки физики, на которых обучающиеся экспериментальной группы проявляли высокую активность (ответы на вопросы, выходы к

доске, готовность решать задачи повышенной сложности, подготовка физических проектов и пр.), нежели обучающиеся контрольной группы. Также у обучаемых экспериментальной группы выше средний балл по физике: отметки «хорошо» и «отлично» имели 72% обучающихся экспериментальной группы и 36% обучающихся контрольной группы 10 класса 2021 уч. года, что можно отнести к успешности освоения учебной программы.

За обучающимися 9 класса 2022 уч. года велось наблюдение с 7 класса. В этот период интерес к изучению физики проявлялся в продуктивной работе на уроках, обучающиеся принимали участие в дополнительной общеразвивающей программе «Лаборатория РДШ» (отборочный тур), в образовательной программе по физике на базе Сириус (первый тур), регулярно посещали открытые научно-популярные лекции, проходящие в РГПУ им. А. И. Герцена. Посещение было добровольным.

Возможность распространения разработанной методики оценивалась путем апробации авторских алгоритмов в МБОУ Коммунарская СОШ № 3 г. Коммунара (Ленинградская область) и МБОУ КГО "Гимназия" г. Костомукша (Республике Карелия). Перед учителями физики данных учреждений были поставлены следующие вопросы: *поняты ли принцип работы с предложенными алгоритмами? были в ходе работы обнаружены типовые ошибки? получилось ли реализовать у обучающихся индивидуальный маршрут при решении заданий, используя алгоритм во время обучения? «доставались» ли ветви в готовых алгоритмах? с чем это было связано?* Опрос показал заинтересованность респондентов данным исследованием и разработками. Учителя смогли применить на своих занятиях предложенные алгоритмы по обнаружению и преодолению типовых ошибок, а также составить собственные алгоритмы по другим темам и использовать их в работе с обучающимися. Помимо этого, в рамках производственной практики (стажерской), входящей в модуль «Научные основы обучения физике в современной школе», магистрантам 2 курса института физики РГПУ им. А. И. Герцена было предложено задание провести диагностическую работу, выделить и систематизировать допущенные учащимися ошибки, разработать алгоритм (фрагмент алгоритма) по преодолению допущенных ошибок. Проверка отчетов по данному заданию показала возможность тиражирования методики диагностики и преодоления познавательных барьеров при обучении физике.

Апробация методики выявления и преодоления познавательных барьеров при обучении физике проводилась в основной и старшей школе. В основной школе были проведены все этапы педагогического эксперимента, результаты которого были подвергнуты статистической обработке, в старшей школе были реализованы поисковый, констатирующий и частично формирующий этапы. В педагогическом эксперименте зафиксировано, что учащиеся основной школы, которые принимали участие в формирующем эксперименте, демонстрируют более высокие учебные результаты по сравнению с одноклассниками. Это свидетельствует о длительном эффекте предлагаемой методики. Если наличие описанных нами познавательных барьеров диагностируется и в старшей школе, то предложенная методика применима и в этом случае. В то же время мы отда-

ем себе отчет, что при повышении уровня развития учащихся и сложности изучаемого материала будет изменяться и уровень познавательных затруднений, что потребует внесения корректив в содержательное наполнение методики.

Анализ результатов педагогического эксперимента показал, что предлагаемая методика оказывает положительное влияние на результативность обучения физике, что отражается в уменьшении количества типовых ошибок, в проведении качественных рассуждений и выборе способов выполнения заданий обучающимися, в повышении их готовности выполнять нестандартные задания, предлагать оригинальные способы решения.

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

1. На основе анализа текущей образовательной ситуации и результатов поискового эксперимента выявлено, что необходимость теоретического и экспериментального исследования познавательных барьеров учащихся при обучении физике обусловлена недостаточной разработанностью проблемы познавательных барьеров при обучении физике, а также потребностью в разработке методических материалов, позволяющих проводить диагностику и преодоление познавательных барьеров на разных этапах обучения.

2. На основе анализа литературы представлен краткий обзор трактовок понятия «барьер» и близких ему понятий с психологической и педагогической позиций. Исходя из целей диссертационного исследования определен подход к трактовке понятия «познавательный барьер». Предложена универсальная типология познавательных барьеров (барьеры исходного познавательного опыта, барьеры языкового сознания и барьеры формируемого познавательного опыта), а также схематичное изображение данной типологии.

3. Систематизированы типовые ошибки по всем трем типам познавательных барьеров, которые удалось обнаружить у обучаемых школы и студентов вуза, а также из исследований других авторов. Во время работы, были выделены внешние проявления познавательных барьеров и предложены возможные причины их возникновения. С учетом полученных данных были разработаны комплекты заданий по различным темам курса физики, а также алгоритмы обнаружения познавательных барьеров, учитывающие возможные ошибки. Показано: применение алгоритмов дает возможность для определения преобладающего типа познавательных барьеров у обучаемых; своевременная корректировка программы обучения позволяет уменьшить количество возможных ошибок; одним из способов оптимизации процесса является использование адаптивных тестов по физике.

4. Показано, что уменьшить вероятность возникновения познавательных затруднений, связанных с проблемой сочетания логических и интуитивных компонентов мышления в познавательной деятельности учащегося можно, создав условия, при которых обучаемый имеет возможность накапливать положительный опыт интеллектуальных «догадок» при решении физических задач.

5. Анализ и обобщение полученных результатов педагогического эксперимента показал, что причины систематических ошибок обучающихся при изучении физики можно связать с возникновением в сознании обучающихся

индивидуальных затруднений – познавательных барьеров. Доказано, что предложенная методика позволяет диагностировать и преодолевать познавательные барьеры, возникающие у обучаемых в процессе обучения физике, оказывает положительное влияние на усвоение обучаемыми физического содержания и повышение мотивации к изучению предмета.

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

1. Новикова Т. С. (Добродий Т. С.) Логические и интуитивные аспекты формирования понятия «температура» / А. С. Кондратьев, Л. А. Ларченкова, Т. С. Новикова // Физическое образование в ВУЗах. – 2016. – №1. – С. 85-96 (0,81 п.л./0,41 п.л.).
2. Новикова Т. С. (Добродий Т. С.) Интуитивное и логическое при изучении физики в средней школе / А. С. Кондратьев, Л. А. Ларченкова, Т. С. Новикова // Физика в школе. – 2016. – №8. – С. 17-24 (0,88 п.л./0,5 п.л.).
3. Добродий Т. С. Управление познавательными процессами при обучении физике с точки зрения синергетического подхода / С. А. Варфаламеева, Т. С. Добродий, Л. А. Ларченкова // Известия Российского государственного педагогического университета имени А. И. Герцена. – СПб., 2017. – N 184. – С. 5-14 (1,1 п.л./0,9 п.л.).
4. Добродий Т. С. Взаимосвязь освоения учебных предметов "физика" и "математика" учащимися основной школы / Л. А. Ларченкова., В. И. Снегурова, Е. А. Крицына и другие // Письма в Эмиссия.Оффлайн (The Emissia.Offline Letters): электронный научный журнал. – 2021. – №12 (декабрь). – ART 3020. – URL: <http://emissia.org/offline/2021/3020.htm> (0,56 п.л./0,3 п.л.).
5. Добродий Т. С. Модель диагностики и преодоления познавательных барьеров при обучении физике / Т. С. Добродий // Письма в Эмиссия.Оффлайн (The Emissia.Offline Letters): электронный научный журнал. – 2022. – №12 (декабрь). – ART 3197. – URL: <http://emissia.org/offline/2022/3197.htm> (0,5 п.л.).

Монографии

6. Добродий Т. С. Электронная система адаптивного тестирования образовательных результатов по математике, информатике и предметам естественно-научного цикла на основе когнитивных особенностей обучающихся / В. И. Снегурова, Н. С. Подходова, И. Б. Готская [и др.]; Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена. – Санкт-Петербург: Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, 2021. – 112 с. (7 п.л./ 0,6 п.л.)
7. Добродий Т. С. Познавательные барьеры при обучении физике в условиях использования информационных технологий / Л. А. Ларченкова, В. В. Лаптев, А. В. Ляпцев [и др.]; Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена; Институт физики. – Санкт-Петербург: Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, 2022. – 168 с. (10,5 п.л./1,1 п.л.)

Работы в сборниках статей, журналах и материалах конференций

8. Новикова Т. С. (Добродий Т. С.) Особенности подготовки слушателей малого факультета физики по теме "кинематика" / Т. С. Новикова // Физика в системе современного образования (ФССО-15): Материалы XIII Международной конференции, Санкт-Петербург, 01–04 июня 2015 года. Том 2. – Санкт-Петербург: Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, 2015. – С. 136-138 (0,3 п.л.).

9. Добродий Т. С. Типовые затруднения при изучении физики в средней школе / Т. С. Добродий // Физика в системе современного образования (ФССО-2019): Сборник научных трудов XV Международной конференции, Санкт-Петербург, 03–06 июня 2019 года / под редакцией Ю.А. Гороховатского, Л. А Ларченковой. Том 2. – Санкт-Петербург: Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, 2019. – С. 165-168 (0,38 п.л.).

10. Добродий Т. С. Затруднения учащихся при решении задач по физике с иллюстрациями / Т. С. Добродий // Физика в школе и вузе: международный сборник научных статей / Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена. Том Выпуск 22. – Санкт-Петербург: Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, 2020. – С. 43-50 (0,44 п.л.).

11. Добродий Т. С. Проявление когнитивных стилей и познавательные затруднения учащихся в обучении физике / Л. А. Ларченкова, Т. С. Добродий // Формирование мышления в процессе обучения естественнонаучным, технологическим и математическим дисциплинам: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Екатеринбург, 25–26 октября 2021 года. – Екатеринбург: [б.и.], 2021. – С. 271-278 (0,56 п.л./0,3 п.л.).

12. Добродий Т. С. Алгоритм определения и преодоления познавательных барьеров при изучении физики / Т. С. Добродий // 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: Издательство РГПУ им. А. И. Герцена. 2022. – С. 351-358 (0,5 п.л.).