

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

*На правах рукописи*

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)

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

Научный руководитель:  
член-корреспондент РАО,  
доктор педагогических наук  
Ларченкова Л. А.

Санкт-Петербург  
2023

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
ГЛАВА 1. ПОЗНАВАТЕЛЬНЫЙ БАРЬЕР КАК ФЕНОМЕН И ЕГО РОЛЬ В ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ .....	16
1.1. Понятие «барьер» в педагогике и психологии .....	16
1.2. Свойства, функции, типы и классификации познавательных и психологических барьеров .....	21
1.3. Типология познавательных барьеров при обучении физике .....	29
1.4. Причины возникновения познавательных барьеров при обучении физике и признаки их обнаружения .....	37
1.4.1 Барьеры исходного познавательного опыта при изучении физики .....	43
1.4.2 Барьеры языкового сознания при изучении физики .....	46
1.4.3 Барьеры формируемого познавательного опыта при изучении физики .....	49
Выводы по первой главе .....	54
ГЛАВА 2. МЕТОДИКА ДИАГНОСТИКИ И ПРЕОДОЛЕНИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНЫХ БАРЬЕРОВ ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ .....	56
2.1. Диагностика познавательных барьеров при обучении физике .....	58
2.2. Способы преодоления познавательных барьеров при обучении физике .....	80
2.3. Профилактика возникновения познавательных барьеров при обучении физике .....	91
2.4. Использование познавательных барьеров как создание условий для развития обучающегося при обучении физике .....	97
Выводы по второй главе .....	109
ГЛАВА 3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА МЕТОДИКИ ДИАГНОСТИКИ И ПРЕОДОЛЕНИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНЫХ БАРЬЕРОВ ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ .....	111
3.1. Констатирующий этап .....	113
3.2. Формирующий этап .....	126
3.3. Контрольный этап .....	129

Выводы по третьей главе .....	141
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	142
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	146
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 .....	163
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 .....	164
ПРИЛОЖЕНИЕ 3 .....	174
ПРИЛОЖЕНИЕ 4 .....	187

## ВВЕДЕНИЕ

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

Во-первых, сейчас ориентация 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 меняющихся 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 [102]. 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, что 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 [118]. 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. [86]. Причины, которые влияют на мотивацию к изучению физики, могут быть разными, одной из главных является наличие у обучаемых познавательных барьеров при изучении физики. [53].

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.

К сожалению, в сложившейся педагогической практике только констатируются их негативные проявления без выяснения и глубокого анализа причин возникновения.

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<sup>1</sup>. 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 только констатируются их негативные проявления без выяснения и глубокого анализа причин возникновения. Между тем, систематическое и массовое воспроизведение учащимися типовых ошибок и

---

<sup>1</sup> Официальный сайт федеральной территории «Сириус». Новость от 15.08.2022 г. Всероссийский съезд учителей физики. – URL: <https://sirius-ft.ru/news/335> (дата обращения: 18.08.2022). – Режим доступа: свободный.

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 многие ученые в педагогике и психологии. 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 русле. 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 способы 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. Коржуев (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.

Таким образом, можно определить **проблему** исследования как необходимость теоретического и экспериментального исследования познавательных барьеров учащихся при обучении физике, а научной задачей является обоснование методических решений, направленных на их всесторонний учет и проработку.

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.

**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 типовых 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.

**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.

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 типовых 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. Пурьшева, 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 [76], 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 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 по преодолению познавательных барьеров при обучении физике;
- 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 типичных 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, что приведет 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.

## ГЛАВА 1. ПОЗНАВАТЕЛЬНЫЙ БАРЬЕР КАК ФЕНОМЕН И ЕГО РОЛЬ В ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ

### 1.1. Понятие «барьер» в педагогике и психологии

Проблема возникновения и преодоления различных барьеров в жизни человека привлекает внимание психологов и педагогов. В педагогической литературе барьер чаще трактуется в двух смыслах, как помеха, которую необходимо преодолеть, и как толчок, необходимый для нового открытия. Рассмотрим основные трактовки этого понятия, сложившиеся к настоящему времени, а также близкие по значению понятия, такие как «затруднение», «трудность», «сложность».

Л. С. Выготский писал, что «слишком легкое и слишком трудное обучение одинаково малоэффективно» [23, с. 437]. Автор в своих трудах использует понятие «трудность». Для развития обучающегося необходимо преодоление трудностей оптимальной «высоты». Положительные эффекты при преодолении трудностей используются в теории и практике проблемного обучения, представляющего собой тип развивающего обучения, в котором сочетаются систематическая самостоятельная поисковая деятельность учащихся с усвоением ими готовых выводов науки. Развивающее обучение – это активно-деятельностный тип обучения, идущий на смену объяснительно-иллюстративному типу, учитывающий закономерности развития ребенка, приспособляющийся к уровню развития и особенностям психики каждого индивида [28, с. 389]. Л. С. Выготский ввел понятие «зона ближайшего развития», которая определяется набором заданий недоступных для самостоятельного решения учащимся, но возможных для совместного решения с учителем. При этом в процессе такого обучения у школьника формируются необходимые навыки и умения, в результате он способен самостоятельно решать подобные задания.

В книге В. Г. Маралова дано следующее определение: «трудность — это субъективный атрибут деятельности как отражение ее сложности (далеко не



всегда адекватное) и представляющее по своей сути негативное переживание невозможности в срок и качественно достичь удовлетворительного результата, сигнализирующее человеку о наличии объективных или субъективных препятствий, воспринимаемых им психологически как барьеры» [97]. Еще понятие «трудность» рассматривается через понятие «сложность», при этом авторы подчеркивают, что «сложно» не всегда воспринимается как «трудно». Другими словами, все зависит от способностей человека и степени освоения его деятельности.

«Затруднение» и «барьер» часто рассматриваются как синонимичные понятия в литературе [34, 45, 94]: барьер, или затруднение – это субъективное состояние, переживаемое человеком некоторой противоречивости и сложности ситуации [34].

Интеллектуальные затруднения ребенка при проблемном обучении, по мнению авторского коллектива во главе с психологом А. М. Матюшкиным, можно представить как невозможность выполнения задания известными этому ребенку способами. Для выполнения заданий ребенок должен найти «новый» способ самостоятельно или при помощи учителя [80].

Термин «барьер» в разных словарях имеет схожие по смыслу значения, например в малом академическом словаре, «барьер – перегородка, поставленная в качестве препятствия на пути. Невысокое ограждение, преграда, препятствие» [57]. Если посмотреть на это бытовое определение, то уже можно задаться вопросом, барьер – это препятствие, которое нельзя преодолеть, или это все же невысокая ограждение, которое мы можем «перепрыгнуть»?

В справочно-энциклопедическом издании [44] с точки зрения психологии встречается следующее определение: «барьеры психологические (от франц. *barriere* — преграда, препятствие) — специфические психологические состояния личности, которые не позволяют ей занять активную позицию и реализовать тот или иной вид деятельности и общения» [44, с. 46]. К представителям данной идеи можно отнести З. Фрейда. Психоаналитик представлял барьер как некое

препятствие, мешающее развитию человека, суть которой заключается в невозможности удовлетворить инстинкты, что приводит к ощущению тревоги у человека. З. Фрейд полагал, что любые действия человека сводятся к уменьшению неприятного («некомфортного») для данного человека напряжения. Избавиться от подобного состояния можно, используя один из двух основных способов: человек целенаправленно взаимодействует с проблемной ситуацией, вызвавшей тревогу, уменьшая при этом возможность повторения проблемы, или возводит «психологическую защиту», которая приводит к искажению или отрицанию проблемной ситуации. Так психологический барьер проявляется в форме психологической защиты от неприятных переживаний [106].

В исследованиях Э. Берна психологический барьер рассматривается в рамках понятия «напряжение», которое возникает у человека и проявляется физически или психически и требует немедленного «снятия». В словаре терминов Э. Берн дает следующее определение: «Напряжение (Tension). Неравновесное состояние энергии. Все явления природы основаны на принципе восстановления энергетического равновесия и снятия напряжений» [13, с. 373]. Человеку, как отмечает автор, необходимо убирать чувство беспокойства и удрученности, то есть преодолевать возникший барьер.

В отечественной научной литературе также встречается понятие «барьер» как в психологии, так и в педагогике. Б. Д. Парыгин в своих трудах дает определение социально-психологического барьера личности, как «препятствия и осложнения, которые возникают при функционировании психики в процессе человеческой жизнедеятельности» [71, с. 97]. Такие препятствия могут мешать (ограничивать) развитие личности, или защищать ее от разрушительного воздействия. Барьеры характеризуют общее психическое состояние (внешние барьеры) и личностные особенности (внутренние барьеры).

Е. А. Василевская в статье «Проблема преодоления психологического барьера учебной деятельности в отечественной психологии» рассматривает некоторые концепции, описывающие понятие «психологический барьер» и дает

определение относительно учебной деятельности «психологический барьер – это состояние психологического дискомфорта, связанное с осознанием препятствий в учебной деятельности и затруднений в межличностном взаимодействии субъектов учебной деятельности, а также неспособностью к саморегуляции, из-за низкой психологической устойчивости, неэффективного использования механизмов психологической защиты и проявляющееся в ожидании неблагоприятных ситуаций, фрустрированности, стрессированности» [20]. По мнению автора, человек не может выбрать правильную линию поведения при встрече с барьером, в связи с чем для него барьер представляет некий ступор (остановку) в развитии.

В трудах Р. Х. Шакурова психологический барьер представляется как важнейший атрибут жизни человека [109]. Можно представить некоторую лестницу, по ступенькам которой поднимается человек. В данном случае, если ступенька слишком высокая (непреодолимый барьер для неподготовленного человека), то не произойдет «подъема на новый уровень», то есть не будет развития. Для подготовленного человека барьер наоборот будет способствовать к развитию.

А. В. Коржуев и В. А. Попков также считал, что «познавательный барьер – абсолютно естественная, имманентно присущая деятельности исследователя особенность и неотъемлемый атрибут» [79]. Для учащегося условием проявления барьеров является умственная готовность к усвоению учебного материала, при этом сталкиваясь с барьерами и преодолевая их, обучаемый «открывает» субъективно новые истины и знания для себя.

В творческой деятельности барьеры по мнению Б. М. Кедрова [35] имеют определяющую составляющую. Барьеры – это некие преграды, возникающие на каждом шагу создания чего-то нового. Такие затруднения автор называл познавательно-психологические затруднения. Преодоление барьеров способствует развитию научной мысли, так в начале пути познания человек, преодолевая барьер приобретает новые знания, барьер продолжая действовать

помогает укрепить эти знания, после преодоление нового барьера приводит к переходу на следующую ступень познания. Термин «психолого-познавательный барьер» акцентируется на проблеме учебного познавательного процесса на фоне некоторых психологических эпизодов [48]. В трудах А. И. Пилипенко под психолого-познавательными барьерами понимаются «трудности на пути мысли обучаемого в его попытках освоить и использовать научные знания» [76].

В литературе встречается термин «учебно-педагогические барьеры» [15, 25, 55, 108]. Н. В. Черненко дает следующее определение «Учебно-познавательный барьер (УПБ) представляет собой дидактическую конструкцию, применение которой приводит к развитию интеллектуальных качеств детей, к положительным изменениям их эмоционально-волевой и мотивационной сфер» [108]. Автор рассматривает барьеры в системе развивающего обучения. При таком обучении рассматривают барьеры, возникшие не спонтанно, а спровоцированные поставленной перед обучающимся педагогической ситуацией (условием).

Помимо «психологических барьеров» и «познавательных барьеров» в литературе встречаются определения барьеров, имеющих более узкое значение. В педагогическом словаре Г. М. Коджаспировой и А. Ю. Коджаспирова «Барьер смысловой (от фр. *bariere* — преграда, препятствие) — взаимонепонимание между людьми, вызванное тем, что одно и то же явление имеет для них различный личностный смысл» [37]. При возникновении данного барьера появляется ощущение, что люди говорят на разных языках. Однако зачастую он возникает из-за недостаточного уровня развития коммуникативной способности и компетентности в общении [95]. Также в литературе встречается синонимичное понятие «коммуникативные барьеры», которые можно представить как «препятствия, затрудняющие процесс общения или направляющие его ход не так, как это нужно коммуниканту» [27, с. 3]. Авторы [100] отдельно выделяют барьеры, возникающие у педагогов при различных проблемно-коммуникативных ситуациях: «перцептивные, имиджевые, межкультурные, самооценочные, парадигмально-ролевые, эмпатийные и технико-коммуникативные» [100].

Например, такой барьер как педагогическо-имиджевый связан с восприятием образа педагога, учащийся просто не может понять и принять учителя из-за внешнего облика, возраста, личностных особенностей, морально-этических качеств педагога.

Исходя из краткого терминологического анализа родственных понятий, можно увидеть, что в педагогической литературе нередко эти понятия подменяются друг другом, или одно понятие объясняется через другое. Отличить одно понятие от другого можно по степени объективности и субъективности. Учитывая разнообразие мнений, в нашем исследовании под познавательными барьерами будем понимать – «барьеры, возникающие в познавательной деятельности субъекта в образовательном процессе» [78, с. 11]. Познавательный барьер может иметь и отрицательное, и положительное значение в жизни человека. Понятие «затруднение» чаще всего несет отрицательную окраску смысла и используется как синоним понятия «барьер», чтобы подчеркнуть его негативную роль. Положительную роль барьера рассматриваем как ступень – как фактор развивающего воздействия на личность ученика. Идея о развивающем эффекте познавательных барьеров является ключевой для нашего исследования.

## **1.2. Свойства, функции, типы и классификации познавательных и психологических барьеров**

В научной литературе встречается не только определение понятия «барьер», но и описываются свойства, функции барьеров, также их делят на типы, группы и т. п. Так, например, в процессе общения собеседники могут испытывать затруднения различного характера – смысловые барьеры, при этом чаще выделяют их отрицательную роль. Однако помимо негативной функции смысловые барьеры выполняют регулирующую функцию процесса взаимодействия: стабилизируют процесс коммуникации, корректируют направление передаваемой информации, дозируют эту информацию, могут

замедлять процесс коммуникации, чтобы у собеседников было время на организацию дополнительных действий для улучшения взаимопонимания [12].

О. В. Белохвостова выделяет три функции психологических барьеров: созидательную, тормозящую и подавляющую. Выполнение созидательной функции заключается в изменении внутренних условий для преодоления преград развития, тормозящая функция предполагает полную остановку по удовлетворению потребностей человека, а подавляющая функция приводит к блокаде удовлетворения важных потребностей человека в момент столкновения с непреодолимыми барьерами [12].

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. По мнению автора подобное деление охватывает все возможные затруднения, препятствующие раскрытию личностных смыслов, рефлексии, смысловых установок, формированию смыслообразующей учебной мотивации школьников [7].

Б. М. Кедров рассматривает две функции барьеров: стимулирующая и тормозящая развитие. Если субъект постоянно сталкивается с одинаковой проблемой, то преодоление барьера помогает ему адекватно реагировать на данную ситуацию и выполнить привычное действие [35]. При обучении физике используют стандартные алгоритмы решения задач для различных тем, этим алгоритмам обучают учащихся и когда школьник успешно осваивает использование алгоритма, то он без труда решает подобные задачи. В такой ситуации получаем то, что учащиеся шаблонно выполняют задания, где используют определенные «рецепты» для решения конкретных проблем. В итоге школьники разыгрывают один и тот же сюжет, где есть правильные ответы на правильные вопросы. Но если, к примеру, задать этот вопрос в непривычной для ученика форме, то он не ответит, так как будет уверен, что такие задачи он не

решал и даже не попытается поразмыслить, сопоставить, обобщить, поискать внутренние связи. Получается если условие задачи не «вписывается» в стандартную ситуацию, то такой барьер будет препятствовать обнаружению нового способа решения проблемы. При этом преодоление барьера в такой ситуации очень ценно для развития субъекта, умение выйти за рамки обычного помогает совершить «открытие».

В учебной деятельности рассматривают барьеры с точки зрения «преодолимости» и «непреодолимости», при этом ранжируя их по «высоте». Так барьеры могут вызывать некий азарт у обучаемого: «это не так сложно, как я думал», «я смогу». Преодолевая такие барьеры, учащийся получает новые навыки и знания, ему интересно работать, он увлечен, он развивается. Однако если барьеры будут неподходящей высоты, то это может оттолкнуть обучаемых. Слишком высокий барьер приведет к непониманию и некому страху к изучению предмета: «мне не нравится этот предмет», «я ничего не понимаю», а слишком низкий может вызвать скуку, зачем выполнять эту задачу, если ученик уже знает ответ. Л. С. Выготский писал: «Обучать ребенка тому, чему он не способен обучаться, так же бесплодно, как обучать его тому, что он уже умеет самостоятельно делать» [24, с. 254]. Таким образом, барьеры должны быть оптимальными, то есть не очень простыми и не очень сложными.

И. Ф. Бурганова в своем исследовании [17] 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 привычных ситуациях, в которых учащимся необходимо быстро предоставить ответ, они могут столкнуться с барьерами первой степени. Весь процесс происходит мгновенно, такие реакции, как упорядочивание в привычной последовательности, домысливание условия, могут привести к тому, что учащийся «не заметит перетсановки букв в словах» или совершая действия по аналогии, даст «быстрый» ответ на схожую задачу, которая хорошо ему известна несмотря на важное отличие в условии, как в задачах на поиск средней скорости:

1. «... Первую половину времени он ехал со скоростью 12 км/ч, а вторую половину времени шел пешком ...»; 2. ... Первую половину пути он ехал со скоростью 12 км/ч, а вторую половину пути шел пешком ...» [51, с. 164]. Преодолению данного барьера будут способствовать такие качества, как вдумчивость, внимательность и быстрота ума.

Ситуации, когда обучаемый сталкивается с барьерами второй и третьей степени, не требуют от него быстрой реакции, однако даже имея достаточное время на решение задачи, учащийся не может преодолеть определенного стереотипа в своих действиях. Спецификой барьера второй степени является сосредоточенность учащегося на одном способе действия и игнорирование других возможных путей решения проблемы. Такой барьер можно преодолеть, если на время отвлечься от задачи, переключится на другую деятельность, чтобы во время возвращения к ней не заикливаясь на одном решении и посмотреть на вопрос с другой стороны.

Барьер третьей степени возникает при решении сложных творческих задач. Здесь необходимо погрузиться в проблему, целеустремленность и настойчивость учащегося принесут свои результаты в поиске уникального решения задачи. Однако одной из рекомендаций предлагается недолгое отвлечение от поиска решения проблемы, то есть должен быть некий «инкубационный» период решения [17].

В. Г. Маралов предлагает следующую классификацию трудностей в обучении: «1) трудности понимания; 2) трудности запоминания; 3) трудности представления; 4) трудности применения; 5) мотивационные трудности» [97, стр. 165]. По мнению автора, наличие трудностей может «привести к снижению успешности обучения, а в конечном итоге — к неуспеваемости, появлению психологических барьеров в обучении и дезадаптации субъекта обучения» [97, стр. 166].

В концепции барьерной педагогики были предложены другие возможности барьеров. Так через барьер можно производить влияние на учащегося [26].



Основная идея барьерной педагогики заключается в следующем: необходимо влиять на развитие учащегося посредством его адаптации к внешним барьерам, то есть учащийся сначала должен преодолеть свои внутренние барьеры, а средствами их преодоления могут быть учебные задачи, с помощью которых можно регулировать высоту и сложность внешних барьеров, предъявляемых ученику с учетом его возможностей.

Основные положения концепции «барьерной педагогики» можно сформулировать следующим образом:

- 1) затруднение играет положительную роль при обучении, только если его постановка идет с учетом возможностей учащегося, его психологической подготовкой;
- 2) результатом педагогической деятельности является развитие личности учащегося в процессе преодоления его внутренних барьеров;
- 3) учебная деятельность рассматривается как труд, имеющий свой предмет и критерии оценки результатов;
- 4) в разработанной модели оценки результатов учащегося не заостряют внимание на неудаче, а считают ее ситуативным состоянием;
- 5) учитель применяет высокий уровень педагогических ожиданий при постановке барьера [26].

А. И. Тимошенко и М. С. Дорофеева рассматривают барьеры в системе среднего профессионального образования, возникающие у студентов на первом этапе обучения. Авторы предлагают делить барьеры на три типа: мотивационные, образовательные и учебно-познавательные. При этом авторы связывают их возникновение с «низким уровнем знаний студентов, трудностями, связанными с содержанием учебного материала, с неумением студентов корректно осуществлять те или иные логические операции, пользоваться теми или иными познавательными стратегиями» [98].

В. А. Попков и А. В. Коржув в своих трудах рассматривают барьеры, с которыми встречаются студенты во время обучения в вузах. Авторы делят барьеры на типы, которые разложены на составляющие (таблица 1).

Таблица 1 – Познавательные барьеры [79, с. 191]

«I. Искаженные, формальные представления студентов о сущности происходящих процессов и явлений, спровоцированные авторами книг и преподавателями	А. Познавательные барьеры, обусловленные слабым исходным уровнем знаний студентов, а также трудностями, связанными с содержанием учебного материала вузовских курсов
II. Познавательные барьеры, встречаемые студентами в процессе самостоятельного решения учебно-познавательных задач, абсолютно естественные и закономерные	Б. Познавательные барьеры, связанные с неумением студентов корректно осуществлять те или иные логические операции, пользоваться теми или иными познавательными стратегиями» [79]

Барьеры А и Б можно рассматривать как барьеры одного типа, связанного с исходными знаниями и навыками студентов: слабым начальным уровнем знаний и недостаточно сформированными умениями применять логические операции и познавательные стратегии. Барьеры II типа, встречаются в процессе самостоятельного решения учебно-познавательных задач, однако недостаточный уровень подготовки приводит к трудностям при решении заданий самостоятельно, поэтому можно отнести некоторые возникающие проблемы к барьерам типа А и Б. Барьеры I типа отличаются от трех других, так как возникают непосредственно во время обучения. Но их также можно связать с барьерами II типа: у студента в процессе обучения могут сформироваться неверные представления о сущности происходящих процессов и явлений, связанные с некорректными методиками обучения, что в свою очередь будет затруднять самостоятельное обучение. Авторы отмечают, что представленная классификация не является полноценной, однако своевременная диагностика данных барьеров свидетельствует о мастерстве преподавателя. Также хотим отметить, что несмотря на предложенные варианты преодоления барьеров,

использовать данную классификацию, в которой так тесно связаны между собой барьеры трех типов, на практике затруднительно.

Но не только учащиеся и студенты сталкиваются с возникновением барьеров. В своей книге А. К. Маркова выделяет следующие типы барьеров, с которыми сталкиваются сами учителя, участвующие в образовательном процессе: барьеры при постановке и решении педагогических задач (неиспользование прошлого педагогического опыта, затруднения при контроле и коррекции своего труда и др.); барьеры педагогического влияния (излишняя строгость, категоричность и авторитарность в общении); барьеры сочетания продуктивных и репродуктивных форм работы (упор на репродуктивную деятельность учащегося, невключение учащихся в процесс оценивания и так далее) [58, с. 85-88]. В монографии Н. О. Садовниковой [89] предложено следующее деление психологических барьеров профессионального развития:

- 1) конфликты профессионального самоопределения, которые «выражаются в нарушении психологического равновесия, осложнении, затруднении основных видов деятельности, невозможности реализации планов и программ до тех пор, пока не разрешится противоречие» [89, с. 51],
- 2) кризисы профессионального развития, которые «представляют собой непродолжительные по времени периоды кардинальной перестройки профессионального сознания, деятельности и поведения личности, которые сопровождаются изменением вектора профессионального развития» [89, с. 51],
- 3) профессионально обусловленные деструкции – «изменения сложившейся структуры деятельности и личности, негативно сказывающиеся на продуктивности труда и взаимодействии с другими участниками этого процесса» [89, с. 51].

Одна из самых подробных классификаций познавательных барьеров, возникающих при изучении физики, представлена в исследовании А. И. Пилипенко. Автор предлагает следующую классификацию психолого-

познавательных барьеров («трудности на пути мысли обучаемого в его попытках освоить и использовать научные знания» [76]):

- 1) барьеры исходных когнитивных моделей. Затруднения данного типа обусловлены низким уровнем начальных знаний, умений или их отсутствием в целом;
- 2) барьеры технологического стиля мышления. Эти затруднения возникают из-за «рецептурного» воспроизведения решения заданий, поставленных перед обучаемым;
- 3) барьеры исторического типа. Проявляются при употреблении терминов в ситуациях, когда содержательное значение термина не соответствует сложившемуся «бытовому» значению;
- 4) барьеры расщепления учебных дисциплин в сознании обучаемых. Усвоение и применение новых знаний на одной дисциплине, связано только с ней и не переносится на другие учебные дисциплины. Это приводит к тому, что учащиеся связывают терминологию, символы, обозначения, новые мыслительные приемы, алгоритмы учебной деятельности с одной конкретной дисциплиной;
- 5) барьеры неадекватного восприятия речи. Затруднения, которые основываются на том, что собеседники вкладывают разный смысл в отдельные слова, что и приводит к искаженному восприятию;
- 6) барьеры периферии языкового учебного сознания. В жизненных ситуациях смысл отдельных слов зачастую зависит от интонации, от места в предложении. Поэтому иногда имеют место лишь иллюзии понимания, казалось бы, очевидных высказываний;
- 7) барьеры слаборазвитой регулирующей функции речи. Затруднения данного типа проявляются в том, что учащиеся не понимают указания учителя и не могут правильно им следовать;

- 8) барьеры монологики (искусственно сформированной монологичности мышления). Это те затруднения, при которых ученик не умеет и не может задавать себе вопросы, а также вести диалог с окружающими;
- 9) барьеры свертки мышления. Затруднения заключаются в том, что у ученика формируется знание без умения или наоборот умение без знания;
- 10) барьеры, возникающие вследствие неосознаваемых логических трудностей обучаемых [76].

Такая детальная классификация охватывает большое количество затруднений учащихся. Однако в практическом применении для разработки методических рекомендаций, построения индивидуальных маршрутов обучения столь подробная классификация неудобна. Также не совсем понятно, каким способом можно зафиксировать внутренние причины возникновения барьеров у обучаемых, ведь мышление школьника непосредственно скрыто от наблюдателя, и о возникающих проблемах можно судить только по косвенным внешним признакам, взаимосвязь которых с имеющимися барьерами еще нужно доказать.

### **1.3. Типология познавательных барьеров при обучении физике**

В ходе нашего исследования феномена и проявления познавательных барьеров, изучения результатов исследований других авторов и сопоставления с нашими результатами, развивались и совершенствовались представления о возможности построения более или менее универсальной и удобной для практического применения типологии познавательных барьеров. В нашем исследовании предлагается разделение барьеров, возникающих у обучаемых на три основных типа. Рассмотрим этапы развития данной типологии познавательных барьеров.

На первом этапе (2013–2015 гг.) исследования была предложена типология, в основу которой положен принцип внешнего воздействия на учащихся во время

урока: барьеры исходного познавательного опыта (когнитивные); речевые барьеры; барьеры, приобретенные в ходе обучения.

«Первый тип затруднений зависит от индивидуального познавательного опыта, полученного учениками до момента той ситуации, где надо проявить те или иные умения, знания, от индивидуальных особенностей мышления каждого конкретного ученика (разница между средней скоростью на всем пути и средней скоростью движения).

Второй тип возникает из-за неадекватного восприятия устной и письменной речи. Такие затруднения проявляются как при прочтении условия задачи, когда вербальная информация не осознается в полной мере, так и всевозможные эффекты, когда смысл высказывания или отдельного слова в сознании собеседника искажается непредсказуемым образом (см. неразличение формулировок задачи).

Третий тип проявляются в предрасположенности учащихся к наиболее простым формам мыслительной деятельности, приверженности выполнения действий по алгоритму, и другим затруднениям, приобретенным уже в ходе обучения.» [65].

Однако в ходе исследования стало ясно, что попытка систематизировать барьеры на основе выделения причинно-следственных факторов на данный момент не является исчерпывающей, часто внутренние причины и внешнее их проявления пересекаются и подменяются друг другом, поэтому был изменен принцип, по которому происходит деление барьеров на типы (2015–2018 гг.). В основу «обновленной» типологии положено разделение барьеров на типы по частоте проявления причин познавательных проблем.

Описание барьеров первого типа в психолого-педагогической литературе: «психолого-познавательные (когнитивные) барьеры – трудности в связи с освоением и использованием имеющихся знаний» [93], *или барьеры исходного познавательного опыта*. Эти барьеры напрямую зависят от опыта, полученного учащимся до момента, где необходимо проявить умения и знания. С таким

барьером учащиеся могут столкнуться в любой момент своего обучения, при этом проявиться он может самым непредсказуемым образом. Получается, что картина всей будущей учебы в некоторой мере предопределяется исходным набором тех мыслительных операций, которые получает школьник с первого класса (а также из того, что было заложено до школы) и на протяжении всего своего обучения. Первостепенную важность для обучаемых имеют такие исходные модели, как операции вербально-логических обобщений всех видов, абстракции, умозаключения, различения элементов умственного продукта, выделения наиболее общего признака, введения предметов в одну категорию и т.п. Учащиеся, не сумевшие овладеть в дошкольном возрасте (а позже и в начальных классах) основными приемами продуктивной мыслительной деятельности, сталкиваются с серьезными затруднениями в усвоении знаний и в овладении новых когнитивных моделей.

Немаловажными являются *барьеры языкового сознания*, так как речь – это главный механизм донесения информации. От того, как учитель трактует материал, а учащийся его воспринимает, зависит понимание изучаемого. Под барьером этого типа будем понимать затруднения, возникающие из-за неадекватного восприятия речи. К таким затруднениям можно отнести ситуации, когда смысл высказывания или отдельного слова искажается в сознании собеседника.

Третья группа барьеров отражает то обстоятельство, что затруднения возникают и на фоне навыков, приобретаемых именно в процессе обучения – *барьеры формируемого познавательного опыта*. Такие затруднения могут возникнуть из-за проблем в реализации межпредметных связей в обучении [5], при использовании преимущественно монологичности речи, необоснованного свертывания мыслительных операций, неадекватном применении алгоритмов и шаблонов деятельности и т.п.

Данная типология оказалась более удобной для практического применения, однако и у нее есть некоторые недостатки. Например, барьеры языкового

сознания могут возникать на протяжении всего времени обучения и включать в себя компоненты, которые можно отнести и к двум другим типам. Проиллюстрируем это на схеме (рис. 1).

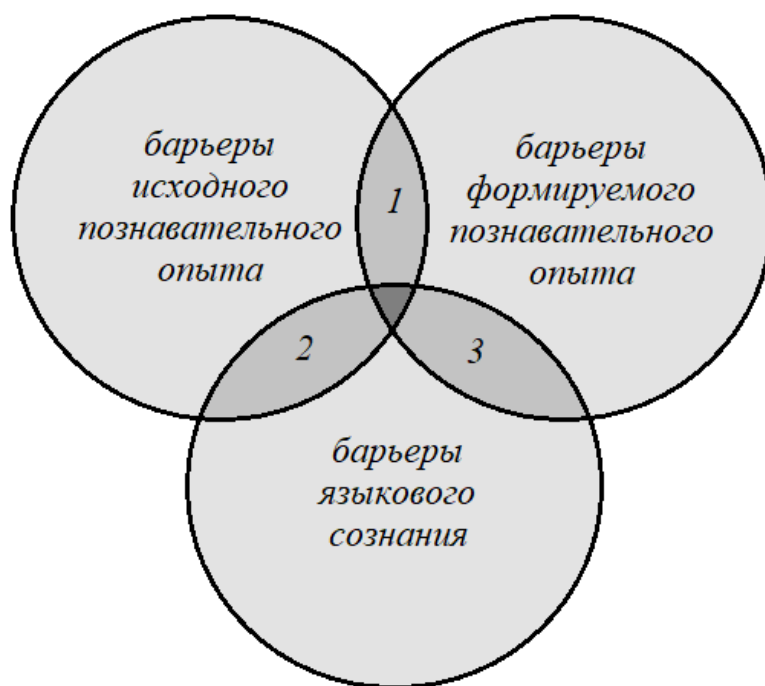


Рисунок 1 – Типология познавательных барьеров

В идеализированной модели область 1 должна отсутствовать, однако в реальности происходит пересечение этих двух типов барьеров. Барьеры языкового сознания могут выступать как отдельный тип, например, несоответствующая скорость подачи информации (быстрая речь учителя может плохо восприниматься учащимися), неудачная организация информации (неверно выбранное место для конкретного слова в предложении, неподходящая интонация для конкретной ситуации) и т.д. Также барьеры языкового сознания могут пересекаться с двумя другими типами, при этом размер области 2 и 3 может меняться с течением времени в зависимости от этапа обучения. Рассмотрим схему на рисунке 2, чтобы учесть конкретный момент времени обучения.



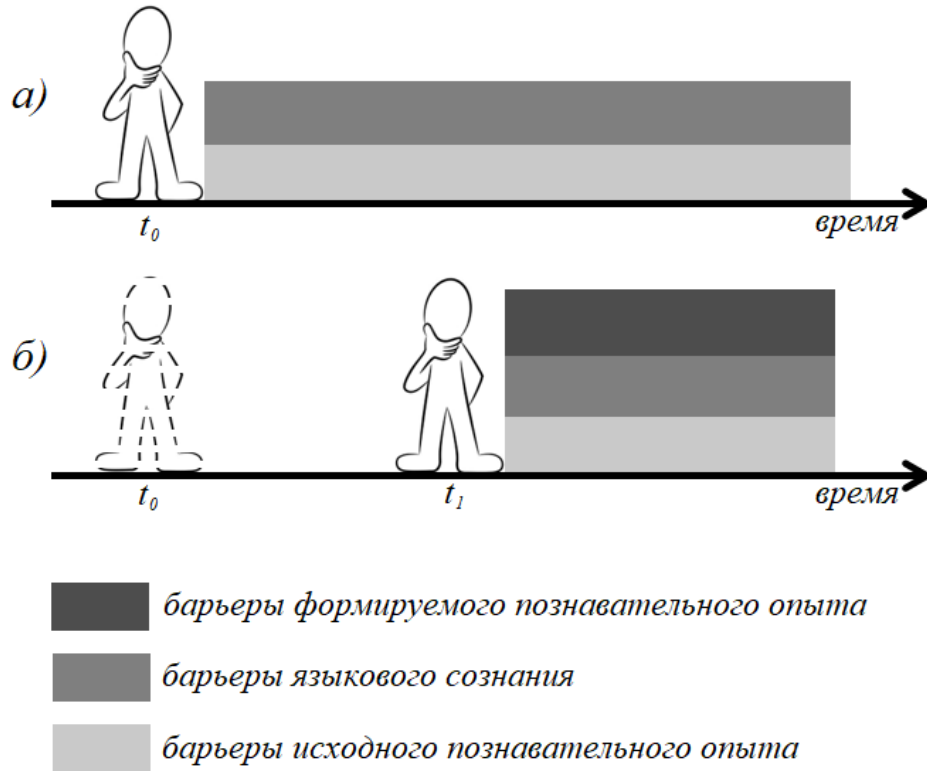


Рисунок 2 – Типология познавательных барьеров с учетом конкретного момента времени обучения

На рисунке отображено, что в начальный момент обучения можно обнаружить барьеры исходного познавательного опыта и языкового сознания (рис. 2 а), но через некоторый промежуток времени обнаруживаются и барьеры формируемого познавательного опыта, которые появились именно в процессе обучения на промежутке времени  $t_0 \rightarrow t_1$  (рис. 2 б).

На рисунке 3 отображен процесс обучения, когда перед учащимся возникают познавательные барьеры разной «высоты».

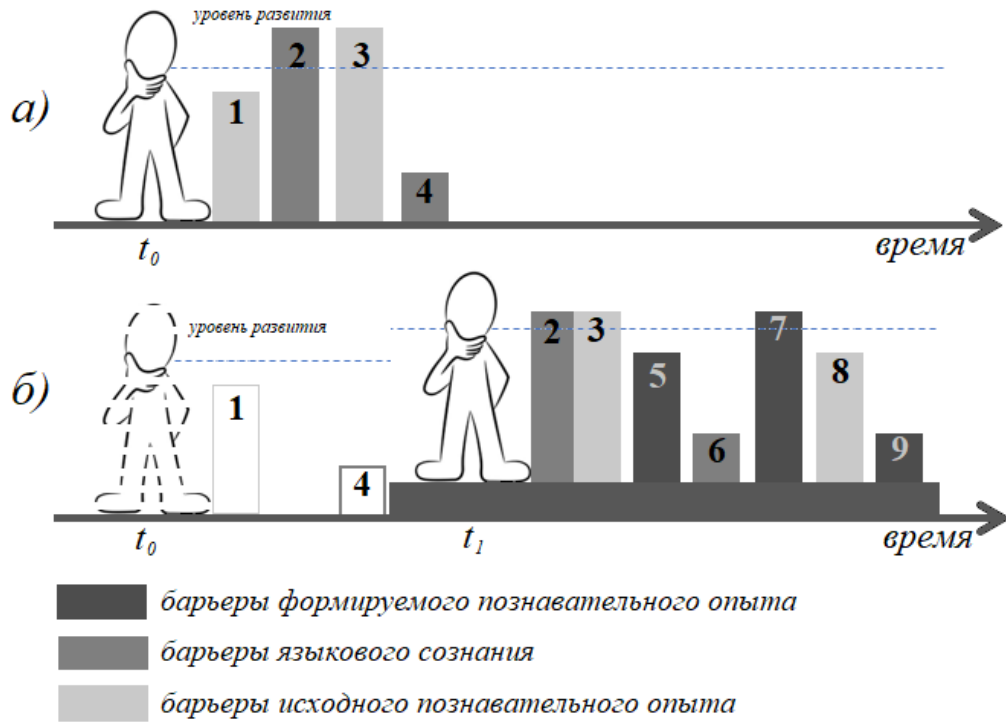


Рисунок 3 – Типология познавательных барьеров с учетом преодолимости барьеров и конкретного момента времени обучения

В промежутке времени  $t_0 \rightarrow t_1$  часть барьеров будет преодолена (они обозначены под номерами 1 и 4), часть барьеров останется (барьеры под номерами 2 и 3). Пунктирная линия показывает барьеры какой «высоты» на данном этапе обучения может преодолеть обучаемый. Спустя время видно, что барьеры под номерами 2 и 3 стали «ниже» для обучающегося, так как он переходит на новый уровень своего развития – «ступеньку», однако он все равно не может их преодолеть. Учащийся будет получать все новые знания, навыки, при этом непреодоленный барьер может мешать развитию или его наличие может сформировать другие затруднения. Важно своевременно диагностировать «высокие» барьеры и 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. Данное представление созвучно идеям развивающего обучения [22], которые можно визуализировать, добавив к рисунку 3 еще одну пунктирную линию (см. рис. 4).

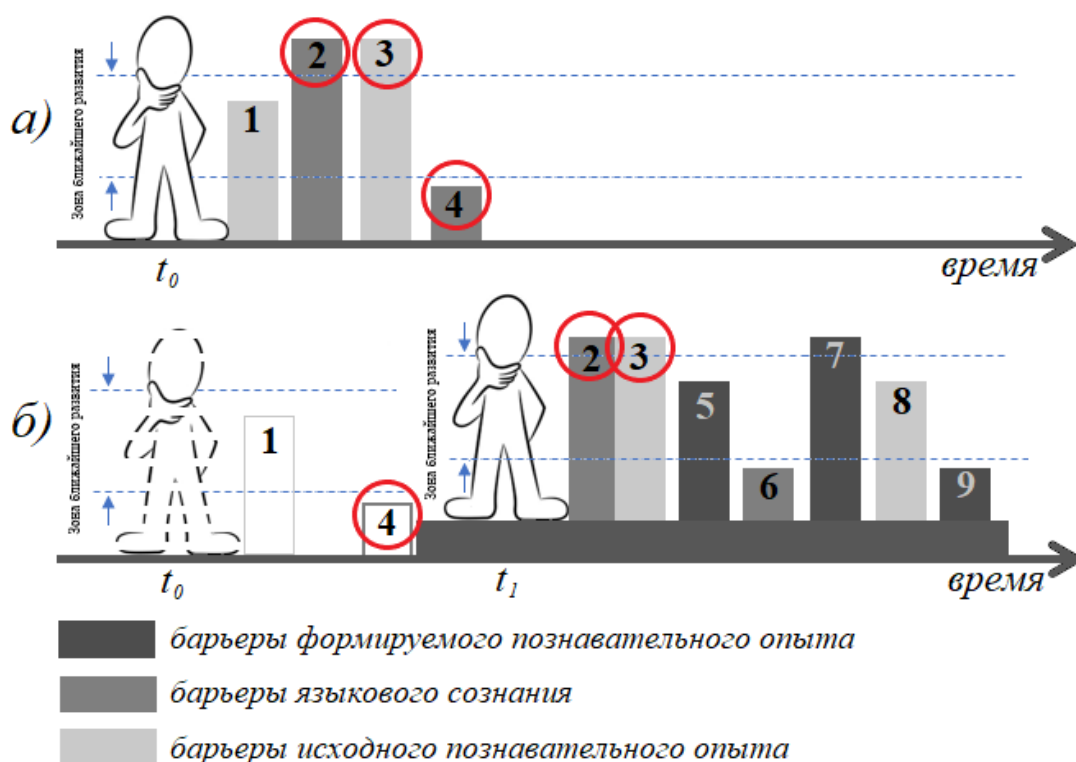


Рисунок 4 – Типология познавательных барьеров с учетом идеи о развивающем эффекте преодоления барьеров

Красными кругами выделены барьеры, которые обучающийся не может преодолеть, либо преодоление которых не вызывает у обучаемых затруднений, они слишком «низкие». Преодоление таких барьеров, как писалось выше, не приводит к развитию обучающегося, так как ученик не испытывает удовлетворения от выполнения заданий. Двумя пунктирными линиями (рис. 4) можно выделить зону ближайшего развития (по Л. С. Выготскому), в которую попадают барьеры необходимой «высоты», преодоление которых благоприятно влияет на развитие обучающегося. Также на иллюстрации видно, что барьеры под номерами 2 и 3 для обучающегося стали «ниже», однако они еще не попадают в зону ближайшего развития на новом этапе обучения. В монографии [78] рассматривалась модель барьера, учитывающая зону ближайшего развития, а также была приведена модель пошагового преодоления барьера с помощью учителя (рис. 5).



Рисунок 5 – Пошаговое преодоление барьера [78, с. 15]

Однако используя данную модель необходимо учитывать, что «избыточная помощь учителя может привести к тому, что у обучающегося не будет возникать ощущение препятствия, которое необходимо преодолеть, и все действия он будет выполнять формально, не задумываясь» [78, с. 14].

Схемы на рисунке 1 и 4 отражают основные идеи предложенной типологии и снимают противоречия пересечения барьеров разных типов, также показывают возможность возникновения познавательных барьеров в любой момент обучения, учитывают развивающую роль барьеров, связанную с преодолением барьеров необходимой «высоты».

Стоит отметить отличительную особенность познавательных барьеров именно при обучении физике, связанную с физическим пониманием. Проявляется данная особенность в построении моделей реальных процессов и явлений, в адекватности применения физических понятий, законов и принципов к решению физических задач, в выборе и сочетании математических и качественных методов исследования, в проявлении и сочетании логических и интуитивных аспектов в построении рассуждений.

#### **1.4. Причины возникновения познавательных барьеров при обучении физике и признаки их обнаружения**

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 барьера по внешним признакам, т. е. опосредованно по допускаемым ошибкам.

Одним из проявлений познавательных барьеров можно считать наличие у обучаемых типовых ошибок. Выбор связан с тем, что типовые ошибки встречаются у большого количества учащихся, данные ошибки легко поддаются анализу и систематизации, прорабатывание типовой ошибки при изучении одной темы курса физики уменьшает вероятность возникновения данной ошибки при изучении другой темы. В ходе нашего исследования были проанализированы типовые ошибки, которые допускают обучающиеся при изучении физики с позиций выделения их признаков, причин возникновения и частоты проявления.

Учителя физики довольно часто указывают на одинаковые ошибки учащихся, но сами пытаются уйти от прогнозирования возможных затруднений. Об ошибках говорится вскользь, их наличие констатируется как данность. А. В. Коржуев писал: «Как показывает опыт, учить "правильно", рассматривая ошибку лишь как досадный факт, стремясь намеренно уйти от нее, замолчать ее существование, выбрать такой способ обучения, при котором учащийся не будет ошибаться, к сожалению, не получается, да и, кроме того, стремление к этому непродуктивно» [45, с. 28].

Мы проанализировали работы ряда авторов, которые отмечали наличие типовых ошибок у учащихся при изучении физики. В ряде статей [1, 11, 36, 96] собраны типовые ошибки, которые совершают школьники, сдавая единый государственный экзамен. Некоторые авторы предлагают бороться с данными

ошибками, проводя совершенствование образовательного процесса за счет уделения большего внимания к темам курса физики, где были совершены ошибки, однако такой подход может привести к «бесконечной» работе. Выделяя время на решение проблем при изучении одних тем, с большей вероятностью появятся проблемы в других темах, так как время на их изучение уменьшится.

А. В. Брехова в статье «Особенности дистанционного обучения при изучении графических дисциплин» [16] отмечает, что количество совершаемых типовых ошибок в последующих самостоятельных работах студентов можно уменьшить, если публиковать в открытый доступ для студентов ошибки, которые они сделали на промежуточном этапе. Данный способ имеет ситуативный характер, необходимо постоянно проводить анализ уже сделанных ошибок, выбирать из них типовые и выкладывать их для студентов, что может быть очень длительным процессом. Иной способ предотвращения ошибок предлагает автор [14], который рассматривает проблему возникновения затруднений при изучении физики в момент, когда младшие школьники переходят учиться в среднее звено. Проведенный анализ автором показал, что некоторых типовых ошибок можно избежать, если усилить взаимодействие учителей начальной школы с учителями естественно-научного цикла среднего звена, так школьников не придется «переучивать», то есть проводить пропедевтику решения проблемы. В рамках нашей типологии возникновение данных типовых ошибок можно отнести к барьерам исходного познавательного опыта.

Решение вопроса преемственности представляется более и менее достижимой задачей, а вот решение проблемы неверных представлений, возникающих из-за просмотра некоторых онлайн-видео, уже кажется недостижимой. Обнаружить данные барьеры можно как на начальном этапе обучения, когда школьники, «насмотревшись» фильмов, мультфильмов и псевдонаучных передач, приходят изучать физику с закрепившимися неверными знаниями (барьеры исходного типа), так и непосредственно во время обучения физике, когда используются учебные фильмы с неточностями в объяснении

явлений и процессов и откровенными ошибками. Авторы в статье [117] рассмотрели проблему иллюзии понимания, когда учащиеся получают неверные представления после просмотра учебного видео. Авторы использовали два учебных видео, различающихся только одним аспектом: одно основано на распространенных заблуждениях о понятии силы, а второе является научно правильным. Эксперимент, проведенный авторами исследования, имеет ограничения, однако позволил выдвинуть гипотезу. На онлайн платформах встречаются видео с высоким рейтингом, в которых представлены неверные пояснения по физике. Авторы считают, что возможная причина «успешности» данных видео заключается в том, что неправильное объяснение способствует «иллюзии понимания» – ошибочному убеждению, смотрящему кажется, что тема ему понятна. Такие видео очень красочные, в речи используют популярные бытовые заблуждения, что только усугубляет ситуацию. Эта иллюзия понимания, по мнению авторов, может стать проблемой при обучении физике, потому что учащиеся, посмотревшие вводящее в заблуждение видео, могут в дальнейшем совершать большее количество типичных ошибок, которые сложно искоренить. При этом школьники могут продолжать улучшать рейтинг данных видео, ставя им высокую оценку, что приведет к увеличению просмотров, а значит к увеличению школьников с неверными представлениями.

Еще один способ предупреждения ошибок обучаемых предлагают авторы статьи «Типичные методологические ошибки при обучении физике» [92]. Для этого авторы рекомендуют сместить акценты в методике преподавания при обучении школьников физике. «Изучение понятий и законов не может быть доминирующей и самодостаточной целью. Правильно физически мыслить — это в любом случае использование разных методов познания, понимание реальности» [92]. Такой подход, по мнению авторов, позволит уменьшить количество методологических ошибок у обучаемых.

В зарубежной литературе также описываются типовые ошибки обучаемых. В книге Рэндалла Д. Найта «Пять простых уроков. Приемы для успешного

обучения физике» [119] обсуждается значение интерактивных форм воспитания при обучении, и приводятся примеры уроков, мероприятий и демонстраций для уроков физики, которые могут уменьшить непонимание студентов. В предисловии автор рассказывает о начале своего педагогического пути, о своих занятиях, о неудачах, в которых он винил студентов. Затем Рэндалл задается вопросом: «Could it be that my instructional method was grossly mismatched to my students' instructional needs?» [119, стр. 4]. В итоге автор пришел к мысли, что трудности и проблемы были не из-за студентов, а потому что сам он неправильно строил свое преподавание, то есть без учета на подготовленность аудитории.

Обширный обзор зарубежных исследований в области естественнонаучного образования был проведен Л. А. Ларченковой и др. [47, 49], в котором авторы выделили среди множества близких понятий – термин *misconceptions*. «Смысл термина близок по значению к понятиям «неверное понимание», «неверное представление», «заблуждение», неверная интерпретация, подсознательная ошибка» [49]. Авторы отмечают, что «чаще научные исследования в этой области посвящены не обобщению и классификации *misconceptions* в большие группы, а выявлению конкретных заблуждений учащихся, их преодолению» [49]. Также авторы проводят параллель между зарубежными и отечественными исследованиями и отмечают, что проявление и характер ошибок носит универсальный характер. В след за авторами был проведен анализ зарубежных статей [114, 116, 121, 122] последних двух лет, который показал, что данная проблема не теряет актуальности: продолжается поиск новых заблуждений, а также возможностей их преодоления.

В ходе исследования проводились диагностические самостоятельные работы, анализ обнаруженных типовых ошибок [30], анализ описаний ошибок других авторов [32]. Также проводилась работа по определению к какому типу барьеров относится обнаруженное затруднение. Необходимо сразу отметить, что так как предложенная типология предполагает возможность пересечения

---

<sup>2</sup> Возможно, мои методы обучения совершенно не соответствуют «учебным потребностям» студентов?



познавательных барьеров разных типов (см. рис. 1), то часть затруднений может быть отнесены сразу к двум или трем типам одновременно, а предложенные внешние проявления могут быть скорректированы.

В 2014/2015 учебном году были систематизированы наиболее часто встречающиеся ошибки обучающихся малого факультета физики РГПУ им. А. И. Герцена (см. таблицу 2) и проведены первые попытки отнести вызванное затруднение к определенному типу барьеров [66].

Таблица 2 – Типовые затруднения слушателей малого факультета

Типовые затруднения, которые встречаются у большинства обучаемых			
Тип	№	Затруднение	В каких темах/разделах проявляется
Барьер исходного познавательного опыта	1	Записывать ход решения задачи в символьном виде с помощью формул (в общем виде)	При решении большинства задач различных тем
	2	Выявлять все данные в условии задачи, в том числе заданные не в числовой, а вербальной форме, скрытые данные	При решении большинства задач, где условие задано не только цифрами, но и вербально
	3	Нерациональный выбор системы единиц для проведения вычислений	Наиболее часто встречается в механике и электричестве
	4	Неиспользование значения размерностей при проверке ответа	При решении всех количественных задач
	5	Переводить информацию из одного вида в другой, например, из графиков в текст	В разделах «механика», «электричество» и «термодинамике»
	6	«Рецептурное» воспроизведение решений заданий	При решении задач, которые легко структурируются в алгоритм, например в динамике
	7	Переносить знания и умения с одной дисциплины на другую (например, математика-физика)	При изучении всех разделов физики
	8	Строить электрические схемы	Электродинамика
	параллельные и последовательные соединения	эквивалентные схемы	

Тип	№	Затруднение	В каких темах/разделах проявляется
Барьеры языкового сознания	9	Использовать физический смысл понятий	При изучении всех разделов физики
		бытовое понимание смысла терминов понятий (масса, вес, сила, работа и т. д.)	
	10	Выражать собственные мысли (как следствие решать качественные задачи)	При изучении всех разделов физики
	11	Строить объяснение заданий по правилам формальной логики	При изучении всех разделов физики
Затруднения, которые были обнаружены у небольшого количества обучаемых			
Барьеры исходного познавательного опыта	12	Определять угол (при решении задач на свободное падение, если проекция под углом к оси)	В разделе «механика»
	13	Определять направление тока в цепи (при решении задач с реостатом)	В разделе «электродинамика»
	14	Использовать правила правой и левой руки, а также правила Ленца	В разделе «электродинамика»

Слушателями малого физического факультета являлись учащиеся 10-х и 11-х классов с разным уровнем подготовки (школьники из разных школ г. Санкт-Петербурга, с разным количеством уроков по физике в неделю). Часть затруднений, которые в школе были бы отнесены к барьерам формируемого познавательного опыта (приобретенными в ходе обучения), в данном педагогическом эксперименте были отнесены к барьерам исходного познавательного опыта, так как рассматривался момент начала обучения именно на малом факультете. В связи с непродолжительностью эксперимента (занятия длятся всего один учебный год – 70 часов), обнаружить барьеры формируемого

познавательного опыта, появление которых вызвано методикой преподавания на малом физическом факультете не представлялось возможным.

В продолжение с 2015 по 2022 года собирались примеры типовых затруднений у обучаемых школы №313 Фрунзенского района и обучаемых факультета физики РГПУ им. А. И. Герцена.

#### 1.4.1 Барьеры исходного познавательного опыта при изучении физики

Затруднения данного типа закладываются в сознании учащихся с первых дней осознанной жизни и проявляются они самым неожиданным образом. Недостаточно сформированные умения приводят к типовым ошибкам, например, неумение вычленять информацию из графиков, таблиц и рисунков; ошибки, связанные с записью формул в строку; затруднения, связанные с переносом понятия «среднее арифметическое» из математики на изучение этой темы в физике; затруднения, которые возникают из-за лишних данных в задаче и так далее.

Также были обнаружены ошибки, которые можно встретить не только на уроках физики. К примеру, затруднения, которые возникают при неверном вычленении информации из рисунков или схем. Например, ошибки встречаются при решении следующей задачи:

*На поверхности воды плавают шары одинаковой массы (рис. 6). На какой шар действует наибольшая Архимедова сила?*

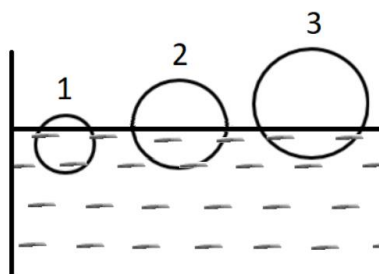


Рисунок 6 – Иллюстрация к задаче об условии плавания тел

Возможный ответ учащегося: большая выталкивающая сила действует на третий шар – он же больше «высунулся» из воды. Зачастую данный ответ дает

обучаемый, который не берет во внимание условие плавания тел (невнимательно читает условие: «одинаковой массы»). Учащиеся могут разбираться в изучаемой теме, но решая задачу, в которой используется рисунок, они могут сделать поспешные выводы, опираясь при ответе только на изображение, не анализируя текст задачи. Обнаружить подобное затруднение можно по реакции обучающихся на рисунки/схемы/видео во время объяснения темы. Если говорить о дистанционном обучении, то через задачи с выбором ответа по частоте выбора неправильного ответа. При этом данное затруднение чаще всего проявляется, когда необходимо дать «быстрый» ответ, или выбрать из уже имеющихся. В ситуации, когда необходимо дать развернутый ответ, появляется больше шансов преодолеть данное затруднение, так как есть время на анализ данных задачи не только по рисунку, но и по тексту. К возможным причинам возникновения данного затруднения можно отнести бытовое представление о наблюдаемых процессах (так видели, так говорят и тому подобное) и особенности развития мышления школьников (иллюстрация легче воспринимается, чем текст, быстрее приводит к ассоциативному ряду и т. д.).

Еще как пример можно рассмотреть затруднения, которые возникают из-за лишних данных в задаче. Обнаружить данное затруднение у обучаемых можно используя условия задачи с «лишними» данными:

*Камень массой 50 г брошен вертикально вверх со скоростью 10 м/с. На какой высоте кинетическая энергия камня будет равна его потенциальной энергии?*

Часто можно столкнуться с ситуацией, что учащиеся недоумевают зачем даны определенные значения сил, констант и тому подобное в задаче, однако с упорством пытаются их «куда-нибудь применить». Проявиться данное затруднение может, если у обучаемого недостаточно сформирован навык анализа условия задачи, у него не получается понять на какую тему (закон) данная задача и он пытается использовать все буквенные обозначения и цифры, или обучаемый не учитывает границы применимости физических законов, рассматриваемых в

задаче, и приводит неверное решение, используя избыточные данные в условии задачи [6]. Также возможной причиной может быть некая неуверенность в собственных знаниях: «нам же не могли дать лишние данные, это я что-то забыл или не знаю». При этом на математике во 2 классе школьники изучают тему «Задачи с недостающими и лишними данными» и у них есть опыт решения задач подобного типа.

Каждой эпохе соответствует своя научная парадигма, и так сложилось, что смена научной парадигмы затрагивает в основном теоретическое, а не обыденное житейское сознание, что приводит к ситуациям, когда многие предрассудки старых идей долго функционируют в сознании людей. Так и возникают затруднения, связанные с использованием бытовых представлений обучающихся на уроках физики. Учитель, излагая новый материал, пытается устранить заблуждения обучаемых относительно современных представлений, однако эти заблуждения все равно проскальзывают, прочно укореняясь в обыденном сознании.

Например, «развивая теорию динамики материальной точки, учитель физики опирается на законы Ньютона и может вообще не касаться механики Аристотеля. Однако, как показывает опыт, большинство учащихся, изучив законы Ньютона, в практических рассуждениях стихийно руководствуются именно Аристотелевскими воззрениями на движение» [76, с. 46].

Получается, что каждый школьник уже имеет какие-то представления о мире и от них не так-то легко избавиться. Дополнительную сложность вызывают заблуждения, полученные из популярных телевизионных передач, позиционирующих себя как научно-популярные. Например, обучающиеся в одной из подобных передач могли услышать о так называемой «сухой воде» – это жидкость без цвета и запаха, внешне похожая на воду. Но сходство этой жидкости с водой, не говорит о том, что это действительно вода. В молекуле этого вещества нет атомов водорода, и формула имеет вид  $\text{CF}_3\text{CF}_2\text{C}(\text{O})\text{CF}(\text{CF}_3)_2$ , а официальное название у этого вещества – Noves 1230 [46]. Учитель, проводя сравнение двух

жидкостей не только по внешнему виду, но и по составу, свойствам, назначению, прорабатывает данный вопрос с обучающимися. Однако школьники могут на протяжении еще некоторого времени иметь неверные представления о данной жидкости, так как визуальное восприятие наиболее понятно (прозрачная и не пахнет, значит вода), чем абстрактные представления о структуре жидкости.

### **1.4.2 Барьеры языкового сознания при изучении физики**

Речь – это главный механизм донесения информации. И от того, как учитель трактуем материал, а учащийся его воспринимает, зависит понимание обучаемого. При этом речь в данном случае рассматривается не только устная, но и письменная. Так, например, у обучаемых могут возникнуть затруднения из-за неадекватного восприятия речи: несоответствующая скорость подачи информации (быстрая речь учителя может плохо восприниматься учащимися), использование неконкретной информации, неудачная организация информации (неверно выбранное место для конкретного слова в предложении, неподходящая интонация для конкретной ситуации), разный уровень словарного запаса участников образовательного процесса, недостаточно сформированное умение слушать и слышать собеседника, вкладывание разного смысла в отдельные слова. Также затруднения могут возникнуть из-за недостаточно развитой диалогичности мышления [107].

Существуют затруднения, когда учащиеся не видят всей информации в условии задачи, то есть как данные воспринимают только величины, заданные цифрами, и поэтому не могут правильно построить физическую и математическую модель явления. «Если написано, «скорость бегуна в 2 раза меньше скорости велосипедиста», то эту информацию видят практически все. Но если написано, «скорость бегуна вдвое меньше скорости велосипедиста», соотношение скоростей могут и не заметить. Большинство учащихся крайне не любят задачи, «в которых ничего не дано», то есть сюжет которых представлен исключительно в вербальной форме, а количественные данные представлены в

скрытом виде, и чтобы их добыть, требуется некоторая аналитическая работа» [54]. Причиной можно назвать неумение вычленять информацию из текста задачи, в данном случае цифры воспринимаются легче, так как на уроках математики с начальной школы у обучаемых был опыт работы с задачами, в которых данные представлены в символьном виде, а не в вербальном.

Еще одно частое затруднение связано с неверным использованием физических терминов. Преподаватели не раз встречаются в своей практике с тем, что обучаемые вкладывают в то или другое понятие иной смысл, что впоследствии ведет к серьезным ошибкам. Это могут быть слова-термины, которые широко используются в быту: вес, сила, энергия и др., или «новые» слова-термины, смысл которых до конца не ясен обучаемым: диффузия, электризация, интерференция и др. Например, «отождествление заряда с частицей («Электрический заряд – это частицы, которые могут вступать в электромагнитное взаимодействие». «Электрический заряд имеет массу, меньшую массы электрона» [88, с.176]) и т. д.

Возникновение несоответствия значений смысла, которые приписывают говорящий и слушающий субъекты словам, объясняется тем, что каждый человек мысленно может оперировать предметами без их присутствия, при этом у него возникает ряд определенных образов и ассоциаций. Нельзя однозначно говорить, что школьники воспринимают объяснения учителя так же, как сам преподаватель. Из-за этого учителю при изложении материала, из всех соответствующих образов необходимо выбирать то слово, которое по смысловому значению наиболее близко. Однако в сознании обучаемых при этом всплывают дополнительные связи и ассоциации. В этот момент начинается процесс выбора опорного образа, вследствие которого может и не возникнуть однозначного смыслового соответствия между названным и воспринятым словом, но все же суть данной обобщенной информации не искажается в сознании обучаемого до неузнаваемости. Например, представим беседу, где один из собеседников рассказывает о часах. В сознании второго, слушающего его собеседника, может

возникнуть образ песочных часов, или солнечных, а не кварцевых, которые имеет в виду говорящий. Но все равно оба субъекта будут думать о часах как о предмете, который измеряет время.

Дело обстоит по-другому с понятиями, которые вводятся впервые, и до этого момента школьник не встречался с данным словом или словосочетанием. В таком случае может произойти то, что понятие либо совсем не будет восприниматься, либо ему будет приписана случайная ассоциация. В такой ситуации нельзя говорить об адекватном восприятии учебного материала учащимися. С такой проблемой сталкиваются в основном при изучении сложных абстрактных понятий, математических конструкций, физических моделей, например понятие «Электрическое поле», «Напряженность» и т. д. Так обучаемые часто имеют искаженное представление о силовых линиях электрического поля (линиях напряженности). Выявить данное затруднение можно, попросив учащихся, дать определение силовым линиям. Ошибочное определение, которое чаще встречается: «Силовой линией называется линия, вдоль которой действуют электрические силы» [88, с. 183], говорит о непонимании данного материала. Обучаемые, заучив или «зазубрив» новый физический термин, но не до конца осознав его смысл, при употреблении испытывают иллюзию понимания, что можно отнести к причине возникновения данных затруднений. Еще пронаблюдать проявление данного затруднения можно на примере следующей ситуации. На занятиях школьникам была предложена задача на равноускоренное движение, где описывалось торможение. Когда у учащихся спросили, какой вид движения здесь представлен, многие сказали, что это равнозамедленное движение. «Равнозамедленным можно назвать движение, при котором модуль скорости равномерно уменьшается со временем (если вектора скорости и ускорения противоположно направлены)». Такое определение для торможения может привести к ошибкам и непониманию. Например, тело, которое сначала замедлялось, а потом ускорялось с одинаковым по модулю ускорением уже нельзя назвать равнозамедленным. Все движение в данном случае называется



равноускоренным. По-видимому, методически целесообразнее изучать со школьниками единое понятие «равноускоренного движения» и рассматривать два варианта его проявления: разгон и торможение.

Затруднения данного типа могут возникать и из-за того, что в нашем разговорном языке нет четких критериев осмысленности утверждений, а рассуждения не имеют какой-то определенной последовательности в развитии мысли. Часто мы говорим неопределенно, многое из нашего разговора можно только предположить. Это связано с тем, что смысл отдельных слов зависит от места их в предложении, от тех слов, которые стоят перед ними или после них, от интонации, от контекста в целом. Все это приводит к трудностям в учебном процессе при использовании языка как средства передачи информации.

### **1.4.3 Барьеры формируемого познавательного опыта при изучении физики**

Барьеры, приобретенные в ходе обучения исходно заложены в сознании учащихся, но предпосылки и условия для их негативного влияния создаются извне, в том числе и самим процессом обучения. Данные затруднения могут быть спровоцированы привычной методикой преподавания, невольно формирующей и закрепляющей стереотипы мышления [38]. Например, «различное толкование понятий «инерция» и «инертность» и объяснение результатов одних и тех же опытов по-разному в разных УМК вызывает рассогласование в процессе преподавания физики и затрудняет оценку умения учащихся объяснять физические явления, связанные с проявлением инерции и инертности» [33].

К барьеру данного типа можно отнести затруднения, связанные с неадекватным применением стереотипов и шаблонов деятельности («рецептурное» воспроизведение решения заданий). На начальном этапе обучения важно сформировать навык работы по образцу, однако если «увлечься» в данном стремлении, то к старшим классам учащиеся будут уметь выполнять однотипные задания. Еще одно схожее затруднение, проявляется при решении задач, в

которых необходимо применить законы из разных разделов физики. Данное затруднение может возникнуть у обучаемых, если у них нет (или недостаточно) опыта решения задач, в которых при решении используются законы из разных разделов. Можно встретить ситуацию, когда после прохождения темы, учащиеся написали контрольную и «с облегчением» перешли изучать следующую тему, напрочь забыв все, что изучали месяц, или полгода назад. Эти затруднения рассматриваются в пределах одной дисциплины, но в параллель встречаются похожие затруднения междисциплинарного характера. Так при изучении раздела МКТ обучаемые выражают отрицательное отношение к данному разделу (много формул, тяжело все запомнить и т. д.). При этом звучат фразы: «опять это ваша химия», и вроде бы прекрасно, что есть ассоциация с химией, значит должно быть легче, однако неверно используемые знания по химии приводят к дополнительным ошибкам. Например, в физике и химии по-разному обозначается количество вещества ( $\nu$  и  $n$  соответственно). Для физики буква  $n$  – это концентрация. Когда учащиеся решают задачи, то часто путая буквы при преобразовании формул, начинают сокращать количество вещества и концентрацию, что может говорить о поспешности и непонимании смысла используемых понятий. В целом наблюдаются не крепкие междисциплинарные связи, учащиеся с трудом вспоминают, что такое молярная масса, количество вещества, число Авогадро и т. д.

Еще к данному типу познавательных барьеров можно отнести затруднения, связанные со свертыванием мыслительных операций. В процессе дискурсивного мышления происходит постепенный переход от одного звена рассуждений к другому. Из-за этого иногда не удастся охватить всю картину целиком (все рассуждения), однако человек обладает такой способностью к свертыванию длинных линий рассуждений и замене их одной единственной мыслительной операцией. И здесь можно пронаблюдать нежелательные последствия данного умения человека. Например, для формирования у учащихся какого-либо алгоритма, учителя на начальном этапе подробно выводят все записи, а потом

дают свернутый образец. В основе такого подхода лежит желание учителя как можно быстрее сформировать у учеников операционный состав умений, но в результате этого состав усваивается формально, и ученики впоследствии не могут объяснить, как они выполняют те или иные действия. Или обратная ситуация, когда ученик знает понятие, но не может перенести его на конкретную задачу, что приводит либо к «умениям без знаний», либо к «знаниям без умений».

Показателем операции свертывания или развертывания является готовность сверток к развертке. При рассмотрении этого показателя вскрывается такая его сторона, как соответствие свернутой и развернутой информации. Это соответствие или его отсутствие и определяет формулирование барьера. В идеале, обучаемый должен оказавшись в той или иной учебной ситуации, развернуть свернутую информацию. Но получается, что развернутый продукт свертки может сильно отличаться от того, что подлежало свертыванию. Так складывается, что в ходе формирования понятий, алгоритм рассуждений учителя подвергается в сознании обучаемого последовательным изменениям. У учащихся в ходе этого выпадает ряд элементов из процесса понимания, поэтому не образуется именно тот алгоритм, который пытался донести учитель, что и приводит при развертке к непониманию.

Затруднения, связанные с проблемой сочетания логического аппарата мышления с внелогическим, оценочным, интуитивным мышлением, в ряде случаев, также можно отнести к барьерам формируемого познавательного опыта. Учитель в школе может столкнуться с неконтролируемым проявлением интуиции у обучаемых как при решении задач, так и при устном ответе на вопросы. Уточним, что под интуицией будем понимать «предвосхищение истины, допускающее последующее логическое или экспериментальное подтверждение или опровержение» [103]. Зачастую возникает впечатление, что такой ученик усвоил материал, однако кажущаяся легкость и быстрота ответов, не всегда говорит об истинном понимании вопроса. Мыслительные операции в голове такого обучаемого прошли слишком быстро и выдали готовый результат,

учащийся самостоятельно не может проследить за всей цепочкой логических рассуждений, не может объяснить свою интуитивную догадку. Поэтому учителю при обучении для достижения наилучшего результата необходимо понимать, к какому аспекту — логическому или интуитивному — он обращается, тем самым подталкивая его к выбору благоприятного пути развития, помогая преодолеть спонтанные устремления учащегося. Так проявляются в образовании идеи синергетики, когда учитель стремится организовать нужное направление развития обучаемых, создавая для этого необходимые условия, рассматривая преодоление барьера, как некий скачок на новый уровень и образование новой «системы» [87, 90, 101]. При этом использование барьеров в роли не только помех-затруднений, а как неких помощников, позволяет применять познавательные барьеры в обучении для развития учащихся.

На основе собранных материалов в ходе исследования были выделены признаки и причины возникновения барьеров трех типов, представленных в таблице 3.

Таблица 3 – Внешние проявления и причины возникновения познавательных барьеров

Тип барьера	Внешние проявления	Причины возникновения
Барьеры исходного познавательного опыта	<ul style="list-style-type: none"> <li>• «Неумение выделить главное в тексте</li> <li>• Нарушение логики рассуждений</li> <li>• Неумение различать причины и следствия</li> <li>• Распространение частных выводов на более общие ситуации</li> <li>• Переопределение задачи, когда решающий преимущественно рассматривает не ту задачу, что была ему предложена, а ту, которую он сформулировал себе сам, исходя из своего понимания ситуации. В результате неправильный ответ может быть не результатом незнания, а следствием неадекватного восприятия предложенного текста» [78, с. 19]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• «Несформированность мыслительных и логических операций на уровне, соответствующем этапу обучения</li> <li>• Абсолютизация личного эмпирического опыта (я так видел, нам так сказали)</li> <li>• Исторические заблуждения (архетипы).</li> <li>• Особенности когнитивного стиля учащегося и восприятия им учебной информации</li> <li>• Несоответствие стиля подачи информации собственному познавательному стилю ученика» [78, с. 19]</li> </ul>

Тип барьера	Внешние проявления	Причины возникновения
Барьеры языкового сознания	<ul style="list-style-type: none"> <li>• «Неверное истолкование смысла изучаемого понятия.</li> <li>• Смысл употребляемого слова вообще не ясен обучаемому</li> <li>• Иллюзия понимания слова (смысл понимается неверно)</li> <li>• Неумение вербализовать свою учебную деятельность, рассказать, выразить словами наблюдаемое, прочитанное, сделанное (т.е. «понимаю, но сказать не могу»)</li> <li>• Неумение воспринимать речевые инструкции учителя</li> <li>• Неумение задать вопрос» [78, с. 20]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• «Перенос уже имеющихся в личном опыте смыслов (бытовых или сформированных в процессе изучения других учебных предметов) на новое предметное понятие, часто не совпадающих и существенно отличающихся по содержанию и объему</li> <li>• Расхождение в разных науках смысла терминов, звучание которых одинаково.</li> <li>• Зависимость смысла слова от контекста</li> <li>• Необходимость перекодировки информации (образная – словесная, графическая – словесная)</li> <li>• Отсутствие навыков рефлексии и осознания своих собственных мыслительных затруднений» [78, с. 20]</li> </ul>
Барьеры формируемого познавательного опыта	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ««Умения без знаний» (формально выполненные действия по алгоритму без осознания их смысла)</li> <li>• Приоритет эмпирического познания над теоретическим</li> <li>• Неумение применять сформированные действия в измененной ситуации,</li> <li>• Ситуативное усвоение информации и действий («Это же химия, а не физика!»)</li> <li>• Невозможность междисциплинарного переноса» [78, с. 21]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• «Отрицание/незнание учителем влияния основных психофизиологических особенностей обучающегося (когнитивные стили; асимметрия полушарий головного мозга; модальность, стили кодирования информации) на успешность усвоения учебной информации.</li> <li>• Несоответствие стиля подачи информации собственному познавательному стилю ученика</li> <li>• Ошибки методики преподавания (не уделяется достаточного внимания формированию теоретического стиля мышления, подбор для учащихся задач и заданий одного типа, использование одного и тот же алгоритма, преждевременное свертывание мыслительных действий, не соответствующее познавательным возможностям учащихся)» [78, с. 21]</li> </ul>

По внешним проявлениям познавательных барьеров можно проводить диагностику и работу по преодолению барьеров. На возникновение барьеров

исходного познавательного опыта и языкового сознания учитель не всегда может повлиять, однако знание причин появления данных барьеров позволяет «предугадывать» затруднения учащихся и предотвращать барьеры до их появления. Также можно создавать ситуации, провоцирующие познавательные барьеры подходящей сложности, чтобы создавать благоприятные условия для развития школьника через преодоление барьеров.

### Выводы по первой главе

1. Представленный краткий обзор трактовок понятия «барьер» в педагогических и психологических исследованиях позволил выделить основные пути к интерпретации данного понятия. Зачастую данное понятие имеет отрицательное значение (непреодолимые барьеры, тормозящие развитие), однако в ряде исследований рассматривается положительное значение барьеров (преодолимые барьеры, способствующие развитию), при этом в учебной деятельности важным является именно развивающая роль познавательных барьеров. В результате проведенного анализа феномена барьеров 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.

2. При изучении различных подходов к исследованию познавательных барьеров, описанию их свойств и функций, и систематизации была отмечена многогранность самого понятия и многовариантность типологий и классификаций познавательных барьеров. В ходе поиска более универсальной классификации познавательных барьеров при обучении физике в нашем исследовании была предложена практически значимая типология познавательных барьеров: барьеры исходного познавательного опыта, барьеры языкового сознания и барьеры формируемого познавательного опыта. В работе предложены визуальные

интерпретации предложенной типологии, которые учитывают: а) пересечение барьеров разных типов, б) возникновение познавательных барьеров в любой момент обучения и с) развивающую роль познавательных барьеров.

3. Специфика познавательных барьеров именно при обучении физике связана с физическим пониманием. Проявляется данная специфика в построении моделей реальных процессов и явлений; в адекватности применения физических понятий, законов и принципов к анализу конкретных физических ситуаций/решению физических задач; в выборе и сочетании математических и качественных методов исследования/решения физических задач; в проявлении и сочетании логических и интуитивных аспектов в построении рассуждений.

4. В ходе исследования были выделены возможные причины возникновения познавательных барьеров по каждому типу и была предложена идея 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, которые встречались у обучаемых школы и студентов первого курса вуза, соотнесенные с возможными причинами их возникновения. На основе полученных данных были систематизированы наиболее часто встречающиеся ошибки обучающихся.

## ГЛАВА 2. МЕТОДИКА ДИАГНОСТИКИ И ПРЕОДОЛЕНИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНЫХ БАРЬЕРОВ ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ

Модель методики диагностики и преодоления познавательных барьеров при обучении физике можно представить в виде схемы (рис. 7).

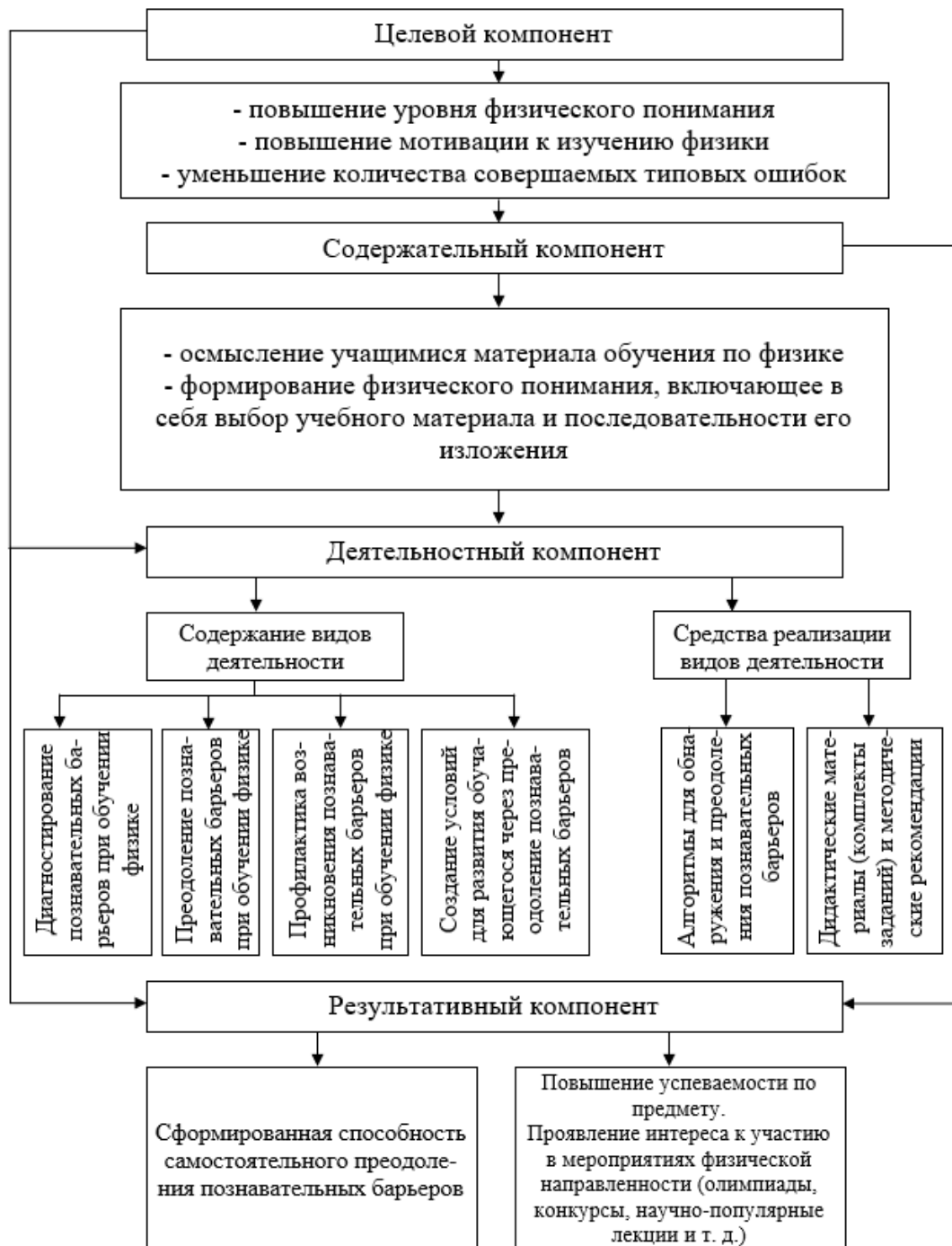


Рисунок 7 – Модель методики диагностики и преодоления познавательных барьеров при обучении физике [31]



*Целевой компонент* включает в себя основные задачи реализации методики диагностики и преодоления познавательных барьеров при обучении физике – формирование адекватных физических представлений у школьников, повышение мотивации к изучению физики и уменьшение количества типичных ошибок при изучении физике. *Содержательный компонент* описывает работу, направленную на осмысление учащимися материала обучения 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. Данный 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* показывает уровень достижения цели и задач методики. Оценить результат методики можно, проводя наблюдение за деятельностью учащихся на уроках физики, анализируя продукты деятельности: грамотность и логичность их рассуждений, сравнивая количество допускаемых типичных ошибок, совершаемых при изучении новых тем, определяя уровень мотивации к изучению физики по активности на уроках физики, желанию участвовать в дополнительных мероприятиях физической направленности.

По данной модели предлагается не только проводить диагностику и преодоление познавательных барьеров, но и проводить работу по предупреждению познавательных барьеров у обучаемых, а также использовать явление познавательных барьеров для создания условий, позволяющих влиять на развитие обучающегося. Вид деятельности по работе с познавательными барьерами при обучении физике напрямую зависит от типа познавательного барьера, возникшего в сознании обучающегося. Важно своевременно диагностировать барьеры исходного познавательного опыта и проводить работу

по их устранению, так как затруднения данного типа познавательных барьеров мешают последующему обучению и тормозят развитие обучающегося. Помимо диагностики барьеров языкового сознания необходимо проводить предупреждение (профилактику) данных затруднений, так как возникновение речевых затруднений зависит от деятельности учителя (от выбора слова, которое по смысловому значению наиболее близко к изучаемому материалу, от скорости, с которой учитель передает изучаемую информацию и т. п.). Барьеры формируемого познавательного опыта не должны быть созданы учителем, то есть все действия учителя направлены на предупреждение данного типа барьеров. Однако именно этот тип барьеров можно использовать для создания условий, развивающих обучающегося. Такие познавательные затруднения создает сам учитель и следит за успешностью их преодоления, при этом важно, чтобы обучаемый обязательно преодолел познавательное затруднение.

## 2.1. Диагностика познавательных барьеров при обучении физике

Учитывая результаты анализа, проведенного в ходе поискового эксперимента, была выдвинута идея о том, что типовые ошибки обучаемых могут служить индикаторами разных познавательных барьеров (внешние проявления).

Рассмотрим возможность такого подхода на примере изучения темы «Средняя путевая скорость». Как правило, само определение понятия средней путевой скорости проблем не вызывает. Учащиеся четко формулируют ее как величину, равную отношению всего пути, пройденного телом, ко всему времени, за которое этот путь пройден:

$$v_{\text{ср}} = \frac{l_{\text{весь}}}{t_{\text{все}}} \quad (2.1)$$

Однако применение этого определения к анализу конкретных ситуаций сразу же приводит к возникновению вопросов: а какое следует брать время при расчетах средней путевой скорости, если тело совершало остановки? как посчитать среднюю путевую скорость тела, если во время движения из одного

пункта в другой оно поворачивало назад, а потом снова продолжало движение в конечный пункт? Вопросы свидетельствуют о том, что в сознании ученика знания по физике и реальные ситуации оказываются несвязанными между собой, существующими сами по себе, поэтому ученик не понимает разницу между средней скоростью на всем пути и средней скоростью движения. При подсчете средней скорости на всем пути учитывается все время от начала пути до конца, в том числе и время, затраченное на остановки, если они совершались, то есть описывается реальный процесс, а средняя скорость движения характеризует только механические возможности движущегося объекта при неравномерном движении. Обнаружить познавательные затруднения по совершаемым ошибкам можно на примере такой задачи: *«Средняя скорость движения поезда между двумя пунктами равна 80 км/ч, средняя скорость на всем пути 60 км/ч, причем остановки занимают время 1 час. Найти расстояние между этими пунктами.»*

Для начала необходимо записать выражение для средней скорости поезда между двумя пунктами, учитывая время, когда поезд находится в пути и время остановок:

$$v_{\text{ср}} = \frac{S_{\text{весь}}}{t_{\text{все}}} = \frac{S_{\text{весь}}}{t_{\text{п}} + t_{\text{ост}}} \quad (2.2)$$

Средняя скорость движения поезда на всем пути не требует учета времени, затраченного на остановки:

$$v_{\text{срп}} = \frac{S_{\text{весь}}}{t_{\text{все}}} = \frac{S_{\text{весь}}}{t_{\text{п}}} \quad (2.3)$$

Теперь можем найти время поезда в пути:

$$t_{\text{п}} = \frac{v_{\text{ср}} \cdot t_{\text{ост}}}{v_{\text{срп}} - v_{\text{ср}}} \quad (2.4)$$

Найдем расстояние между пунктами  $S_{\text{весь}} = 240$  км.

Ряд других типовых затруднений и ошибок школьников можно диагностировать при решении следующих задач:

- а) *«Велосипедист ехал из одного города в другой. Первую половину времени он ехал со скоростью 12 км/ч, а вторую половину времени шел пешком со скоростью 4 км/ч. Определить среднюю скорость.»* [51, с. 164].

б) *«Велосипедист ехал из одного города в другой. Первую половину пути он ехал со скоростью 12км/ч, а вторую половину пути шел пешком со скоростью 4км/ч. Определить среднюю скорость.»* [51, с. 164].

В первой главе уже отмечалось, что учащиеся зачастую не видят всей информации в условии задачи, могут не воспринимать данные, если они записаны не цифрами, пропускают часть условия и т. п. Акцентировать внимание учащихся на этом аспекте можно, если последовательно предъявить два условия  $a$  и  $b$ , что вначале вызовет недоумение: «Это же одинаковые задачи, что тут решать?». Но после просьбы найти отличия, учащиеся внимательнее читают условия задач и замечают, что в первой задаче речь идет о половине времени, а во второй о половине пути. Такая работа приучает учащихся анализировать каждое словосочетание формулировки задачи, находить условия, заданные не только цифрами, но и вербально, и выписывать их в формализованном виде, формируя у обучаемых читательскую грамотность [4], которая является составляющей функциональной грамотности обучающихся, важного элемента для современного школьника. Возникновение данной ошибки можно объяснить наличием у обучаемых познавательного барьера формируемого познавательного опыта. Причина может крыться в неудачном подборе для учащихся задач, например заданий одного типа, также использование при обучении одного и тот же алгоритма решения заданий на уроках.

При решении этих же задач можно наблюдать затруднение, связанное с переносом понятия «среднее арифметическое» из математики на физику, который можно отнести к барьеру исходного познавательного опыта или барьеру языкового сознания. Причиной возникновения может быть перенос уже имеющихся в личном опыте смыслов (бытовых или сформированных в процессе изучения других учебных предметов) на новое предметное понятие, часто не совпадающих и существенно отличающихся по содержанию. Учащиеся часто пытаются искать именно среднее арифметическое, а не среднюю путевую скорость, так как слово «средняя» в сознании таких школьников ассоциируется

только с действием посчитать среднее арифметическое значение. Убедить учащихся в том, что это не одно и то же, можно применив прием «парные задачи» - решить обе задачи на одном уроке и сравнить полученные результаты. В первом варианте задачи получилось, что конечная формула для расчета средней скорости имеет вид  $v_{\text{ср}} = \frac{v_1+v_2}{2}$ , где ее значение находится как среднее арифметическое. Однако уже во втором случае конечный вид для средней скорости будет  $v_{\text{ср}} = \frac{2v_1 \cdot v_2}{v_2+v_1}$ , где скорость находится уже не как среднее арифметическое. Полезно также дать дополнительные задачи такого же вида, где даны не два, а три (четыре) одинаковых промежутка времени (участка пути). Например, *«Велосипедист ехал из одного пункта в другой. Первую треть пути он проехал со скоростью  $v_1 = 18$  км/ч. Далее половину оставшегося времени он ехал со скоростью  $v_2 = 22$  км/ч, после чего до конечного пункта он шел пешком со скоростью  $v_3 = 5$  км/ч. Определить среднюю скорость велосипедиста»* [21, с. 36]. Итогом должен стать вывод о том, что средняя скорость может быть рассчитана как среднее арифметическое только, когда заданы скорости объекта на равных временных отрезках.

Также встречается затруднение, связанное с необходимостью решить задачу в общем виде. Учащиеся достаточно долго стремятся решать задачу по действиям, проводя вычисления после каждого умозаключения, однако логические действия могут быть осуществлены не только арифметически, но и алгебраически. Решение задач на среднюю скорость достаточно хорошо может быть уложено в алгоритм, поэтому они оказываются эффективными для мотивации и выработки умения осуществлять решение в общем виде, а также для преодоления сложившегося стереотипа, что решить – это значит сосчитать. Однако следует отметить также другую крайность. Если постоянно решать задачи в общем виде, не проводя вычислений, то у обучаемых может сложиться представление, что численные данные не имеют значения. Показательной в этом смысле является следующая задача: *«Половину окружности велосипедист на треке проехал с постоянной*

скоростью  $v_1 = 4$  м/с. Средняя скорость на всем треке была 10 м/с. Определить скорость на второй половине пути» [52, с. 217].

Решая данную задачу, школьники получают отрицательный ответ  $v_2 = -40$  м/с, который вызывает недоумение, так как учащиеся не понимают, где ошиблись и повторно проделывают все действия в задаче. При этом, если предложить учащимся внимательно посмотреть на итоговую формулу  $v_2 = \frac{v_1 \cdot v_{\text{ср}}}{2v_1 - v_{\text{ср}}}$ , то можно понять, что задача имеет решение, только при  $2v_1 > v_{\text{ср}}$ . Задача с таким условием заставляет учащихся не бездумно подставлять значения из «Дано» в формулы, а анализировать условие задачи и полученные ответы. Подобранные задачи демонстрируют частые ошибки учащихся при решении задач на среднюю путевую скорость.

Работа по обнаружению познавательных барьеров должна быть комплексной. Например, в сборнике Н. Е. Савченко «Задачи по физике с анализом их решения» предложена методика решения задач по темам курса физики с анализом допускаемых ошибок, которые совершали поступающие в вузы. Данная книга может быть полезна выпускникам при подготовке к экзаменам, в ней даны краткие советы, приводятся обобщенные планы по изучению явлений, величин и законов [88]. Однако в книге, несмотря на большое количество разобранных задач, рассматриваются типичные ошибки на примере одной задачи, связанные с плохим усвоением физических понятий без объяснения причин их возникновения. К примеру, приводится задача на среднюю скорость с решением: «Первую половину пути автомобиль двигался со скоростью  $v_1 = 50 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ , а вторую со скоростью  $v_2 = 80$  км/ч. Найти среднюю скорость автомобиля на всем пути» [88, с. 15]. После верного решения дается пример неверного решения абитуриентов и комментарий: «Это неверно. Как уже отмечалось, по последней формуле можно находить  $v_{\text{ср}}$  только при равноускоренном движении» [88, с. 15]. Перед задачей дается краткое описание отличия средней скорости от средней путевой скорости, но так как сборник ориентирован на обучающихся, то в книге нет методических рекомендаций по преодолению или предупреждению ошибок для учителя. Также

приведенный пример отражает не все типовые ошибки, возникающие при изучении темы. Учителю, использующему данную книгу, необходимо дополнительно подбирать задачи, чтобы провести работу по исправлению ошибок.

Для учителя наиболее полезными будут ежегодные методические рекомендации, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ. Помимо статистики типичных ошибок, предложены варианты предупреждения ошибок, например, «Это говорит о необходимости налаживания более плотных межпредметных связей с математикой. Возможным вариантом является использование специальных тренажеров по выполнению заданий базового уровня с использованием разнообразных расчетов в рамках домашних заданий именно для слабых (с точки зрения математической подготовки) обучающихся» [105]. Однако в предложенных рекомендациях не рассматриваются причины, вызвавшие типичные ошибки. Также рекомендации подготовлены по результатам итогового экзамена и сильно зависят от заданий и количества ошибок конкретного года. Для обнаружения возможных ошибок при решении заданий на нахождение средней путевой скорости предлагаем использовать алгоритм, представленный на рисунке 8.

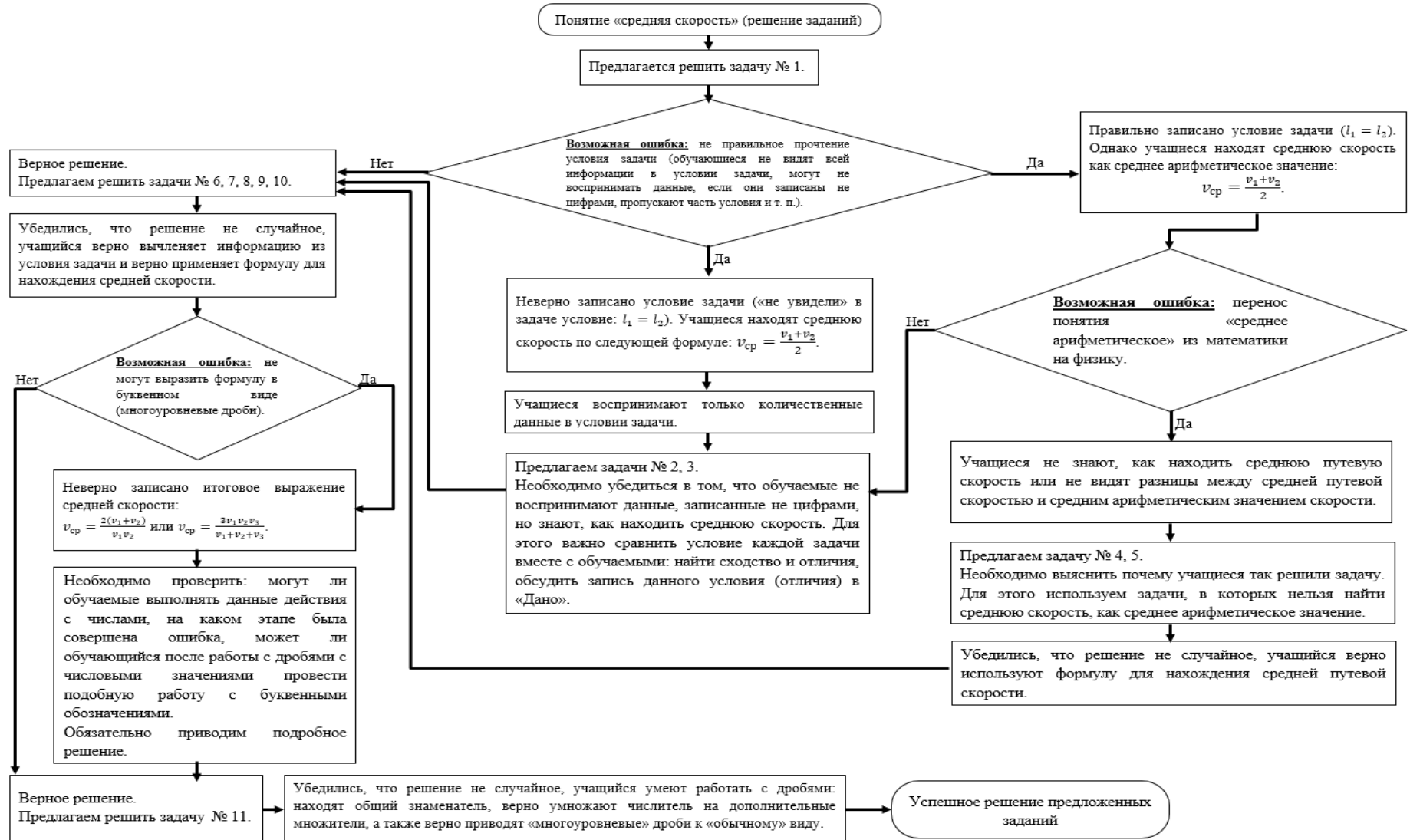


Рисунок 8 – Алгоритм обнаружения и преодоления познавательных барьеров на примере решения задач по теме «Средняя путевая скорость»



Примеры заданий по данной теме представлены в приложении №1. Выше рассмотрены возможные ошибки, возникающие у обучаемых при изучении темы «средняя путевая скорость». Еще одной возможной ошибкой может быть неверное выражение формул в общем виде и ошибки при работе с многоуровневыми дробями (барьеры исходного познавательного опыта). Если при работе с выражением для средней скорости на всем пути в решении получилась многоуровневая дробь, то в буквенном виде учащиеся часто допускают ошибку с нахождением дополнительных множителей для каждой дроби в знаменателе (неверный ответ к задаче № 9 –  $v_{\text{ср}} = \frac{3v_1 \cdot v_2 \cdot v_3}{v_3 + v_2 + v_1}$ ). Необходимо проверить умение школьников работать с многоуровневыми дробями с числовыми значениями. Если учащиеся безошибочно выполняют действия с дробями с числовыми значениями, то можно проделать «плавный переход» к буквенным обозначениям следующим образом: предложить найти общий знаменатель трех обыкновенных дробей, например,  $\frac{1}{v_1} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5}$ , далее последовательно заменить цифры 4 и 5 на буквенные обозначения. Важно данную работу проделать совместно со школьниками.

По данному алгоритму обучающиеся могут пройти «разный путь» и решить разное количество заданий. Также алгоритм может быть расширен за счет добавления новых «ветвей» с описанием возможных ошибок, возникающих у школьников. Алгоритм можно использовать на уроках со всем классом, давая задания учащимся в соответствии с совершенной ошибкой. По частоте неверных ответов можно сделать вывод о том, какой тип познавательных барьеров преобладает в конкретном коллективе учащихся, после чего внести коррективы в последующие уроки у данного класса с учетом возможных затруднений. Идеи использовать алгоритмы, графические схемы, рисунки, таблицы, рекомендации для помощи обучающимся в преодолении познавательных барьеров встречаются у автора Г. В. Макоторовой в статье «Помощь учителя школьникам в преодолении познавательных барьеров при решении исследовательских задач» [56]. Однако стоит отметить, что предлагаемые автором алгоритмы подготовлены

для учащихся, чтобы они использовали их в процессе обучения как обучающие элементы, например алгоритм по поиску информации в сети Интернет, позволяющий школьнику по схеме понять какие действия осуществить, чтобы найти необходимый материал. Попытки предложить шаги по обнаружению и преодолению познавательных барьеров, подходящих для использования учителями, осуществлялись и в ранних исследованиях [59], однако они не позволяют использовать их при дистанционном обучении, организовать индивидуальные траектории преодоления познавательных барьеров при изучении темы курса физики и т. п. Предложенный нами алгоритм разработан для учителя, способствующий в поиске возможных познавательных затруднений как один из вариантов работы с обучающимися.

На основе данного примера алгоритма предлагаем шаги по построению алгоритмов, с помощью которых можно обнаружить познавательные затруднения обучающихся на разных этапах обучения:

1. Выбираем возможную ошибку. 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. Выбираем задание, при решении которого обучаемые могут допустить ошибку.

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

*Следующие шаги позволяют провести работу по преодолению познавательного барьера:*

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

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

Используя предложенные шаги построим еще один алгоритм, который учитывает некоторые возможные затруднения, возникающие при решении заданий по теме МКТ (рис. 9).

Ниже предлагаем список заданий к данному алгоритму:

1. Воздух в комнате состоит из смеси газов: водорода, кислорода, азота, водяных паров, углекислого газа и др. При тепловом равновесии у этих газов обязательно одинаковы

- 1) температуры
- 2) парциальные давления
- 3) концентрации молекул
- 4) плотности
- 5) средние скорости молекул

2. Выберите верный(е) ответ(ы). В состоянии теплового равновесия в термодинамической системе не прекращается

- А) изменение температуры частей этой системы.
- Б) обмен энергией между молекулами.

3. «В результате нагревания газа средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул увеличилась в 4 раза. Как изменилась при этом абсолютная температура газа?

- 1) увеличилась в 4 раза,
- 2) увеличилась в 2 раза,
- 3) уменьшилась в 4 раза,
- 4) не изменилась» [67].

4. «Температура гелия увеличилась с  $27^{\circ}\text{C}$  до  $327^{\circ}\text{C}$ . Во сколько раз увеличилась средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул?» [91].

5. «Конечная температура газа в некотором процессе —  $373^{\circ}\text{C}$ . В ходе этого процесса объём идеального газа увеличился в 2 раза, а давление не изменилось. Какова была начальная абсолютная температура газа?» [91].

6. При измерении тела человека получили значение температуры равное 37 градусов. Как вы думаете при изготовлении термометра нанесли шкалу Цельсия или Фаренгейта? Переведите данное значение в градусы Кельвина.

7. Скольким градусам Реомюра соответствует  $45^{\circ}\text{C}$ ? Если по шкале Реомюр температура замерзания воды –  $0^{\circ}\text{R}$ , а температура кипения воды –  $80^{\circ}\text{R}$ .

8. Во сколько раз изменится давление молекул газа на стенки сосуда при уменьшении объёма в 3 раза при неизменной температуре?

9. «В результате уменьшения объёма в 3 раза и увеличения средней кинетической энергии молекул в 2 раза, давление одноатомного газа увеличится в \_\_\_ раз. Количество вещества газа постоянно» [104].

В данном алгоритме представлены две ветви (два возможных пути прохождения алгоритма). Множественность путей развития познавательной ситуации позволяет предложить разные направления построения последующего обучения, выбор которого в конкретной ситуации будет определяться особенностями учащихся, их подготовкой по предмету, предпочтениями учителя.

Правая часть алгоритма содержит возможные ошибки общего характера, так называемые технические ошибки, которые встречаются при изучении разных тем курса физики. Данный алгоритм позволяет проверить умение обучаемых переводить единицы измерения, работать с различными способами представления информации, а также предметные знания по теме МКТ. Одной из возможных ошибок может быть трудность с вычленением информации из текста условия задачи. Стоит отметить, что подобное познавательное затруднение может возникнуть при изучении разных разделов физики, так при рассмотрении темы «средняя путевая скорость» также данная ошибка была одной из возможных. Мы предполагаем, что систематичная работа по обнаружению данного затруднения в разных темах способствует уменьшению его возникновения и формированию такой способности как читательская грамотность. Левая часть алгоритма содержит описание возможных ошибок, связанных с физическим пониманием понятия «температура». На протяжении всего обучения школьники получают

«новые» знания о температуре и копят положительный опыт использования данного понятия, что позволяет учащимся делать верные «интуитивные догадки» при решении заданий.

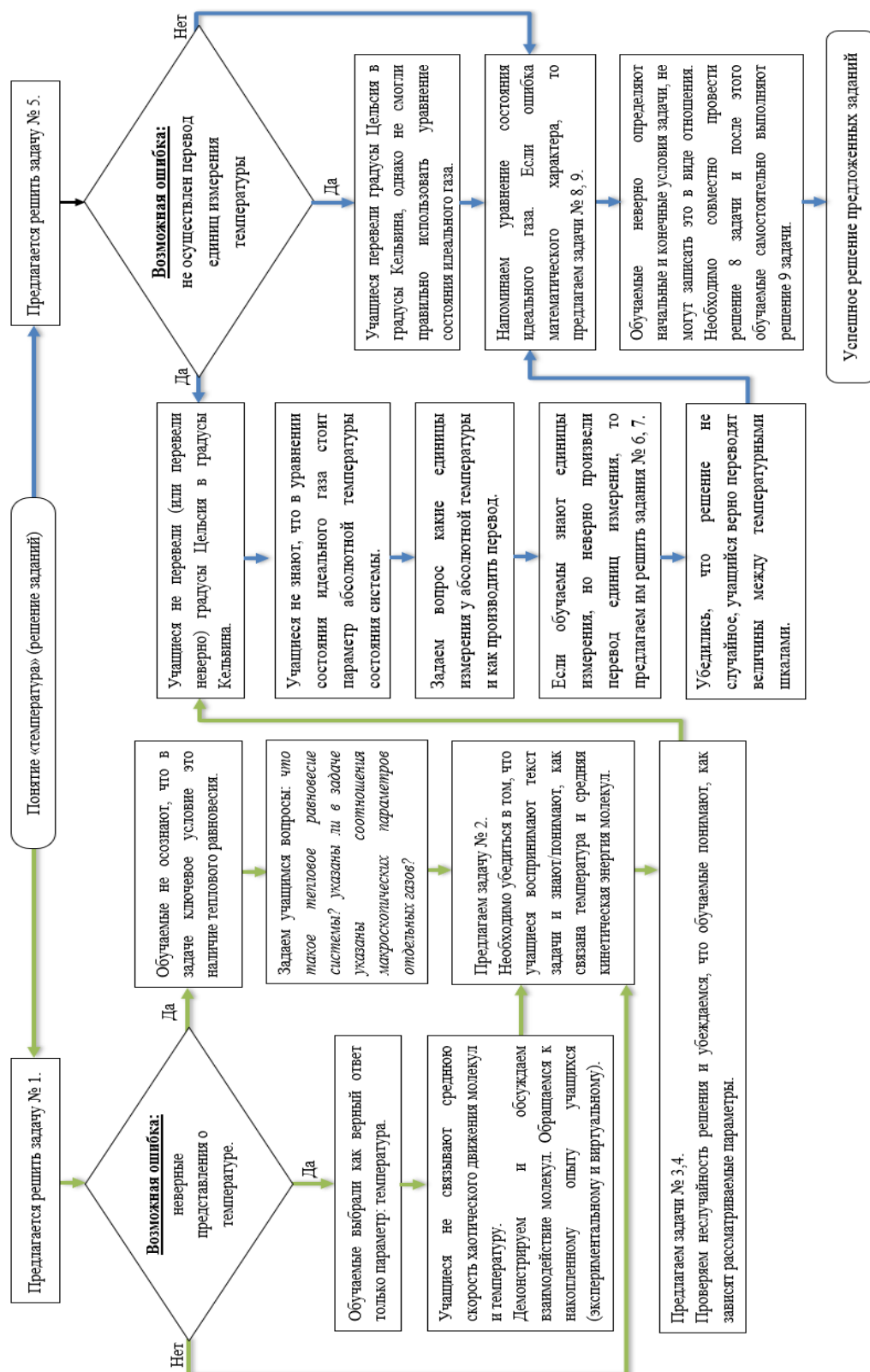


Рисунок 9 – Алгоритм обнаружения и преодоления познавательных барьеров на примере решения задач по теме «Температура»

Помимо алгоритмов в нашем исследовании предлагается использование разработанных комплектов заданий, ориентированных на выявление познавательных барьеров у обучаемых 7-х и 8-х классов (приложение 2), с возможностью проводить работу по преодолению затруднений, используя дополнительные задания (приложение 3). 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). Предлагается использовать по две задачи разной сложности на один из типов барьеров и дополнительные задачи для построения цепочек задач. Всего в разработке 96 задач (приложение 2) в карточках и 130 задач (приложение 3) дополнительно.

Часть заданий в карточках (первое и четвертое задание) направлены на выявление затруднений, связанных с неумением переносить знания и навыки, полученные в рамках одного предмета, на другое предметное содержание (барьеры исходного познавательного опыта). Например, в теме «Сведения о веществе» приводится задание на составление схемы. С подобным заданием школьники знакомятся уже в начале первого класса на уроках русского языка и математики, где их учат «читать» и составлять схемы. Если задание выполнено частично или полностью, но неверно, то полезно попросить ученика повторить и обосновать свои рассуждения, и в большинстве случаев при ответе он сам уловит допущенные неточности и ошибки. Также подобраны задания, направленные на обнаружение ошибок, связанных с проблемами при вычленении информации (барьеры исходного познавательного опыта) из:

- текстов (задание 4 в теме «Сведения вещества», задание 4 в теме «Электрическое поле»);
- таблиц (задание 4 в теме «Работа, мощность, энергия», задание 4 в теме «Количество теплоты. Изменение агрегатных состояний вещества»);

- рисунков (задание 4 в теме «Механическое движение. Взаимодействие тел», задание 1 в теме «Масса. Плотность. Объем», задание 1 в теме «Давление твердых тел, жидкостей и газов», задание 4 в теме «Архимедова сила», задание 1 и 4 в теме «Простые механизмы. КПД», задание 1 в теме «Тепловые явления»);
- графиков (задание 4 в теме «Силы в природе», задание 1 в теме «Количество теплоты. Изменение агрегатных состояний вещества»).

Часть заданий проверяют знания, полученные на математике, например, умение «пользоваться измерительным прибором», десятичные дроби (в теме «Механическое движение. Взаимодействие тел»), или умение сравнивать отрицательные значения величин (в теме «Количество теплоты»).

В теме «Масса. Плотность. Объем» первое и четвертое задания направлены на выявление затруднений при выполнении простейших прямых измерений – определения объема жидкости и взвешивания. Познавательные затруднения могут быть связаны как с осмыслением процедуры измерения и записью его результатов (барьеры формируемого познавательного опыта), так и с тем, что современные учащиеся в быту уже давно не сталкиваются с весами рычажного типа и необходимостью пользоваться разновесами (барьеры исходного познавательного опыта).

При подготовке комплектов использовались не только готовые задания, но некоторые задания изменялись, также были предложены авторские задания. В теме «Архимедова сила» первое задание предложено измененным:

*В емкость налили несмешивающиеся жидкости: вода, ртуть, керосин. В каком порядке снизу вверх они расположатся?*

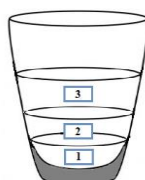


Рисунок 10 – Иллюстрация к задаче про плотность

Часто в литературе встречается похожее задание, но жидкости на картинке (рис. 10) окрашены: от более темной (нижняя жидкость в стакане) до более

светлой (верхняя жидкость в стакане). Такое окрашивание может дать обучаемым некую дополнительную «подсказку» для ответа и, чтобы избежать подобной ситуации мы предлагаем не окрашивать жидкости. Также при решении подобных заданий обнаруживаются дополнительные затруднения, связанные с тем, что некоторые обучаемые ассоциируют плотность жидкости с ее цветом. Например, при вопросе какая жидкость более плотная вода или масло, можно услышать ответ, что масло, оно же имеет более темный цвет, значит плотнее. Для решения данного затруднения у обучаемых можно обратиться к их жизненному опыту, например, спросить, что можно увидеть на поверхности супа, если при его приготовлении использовалось растительное масло. Важно дать понять обучаемым, что не цвет влияет на плотность жидкости, а другие характеристики.

В теме «Тепловые явления» рассматривается понятие «температура», которое знакомо учащимся еще до изучения физики, поэтому при изучении данного понятия возникают как барьеры исходного познавательного опыта, так и речевые барьеры. Вторая задача из темы «Тепловые явления» (*На столе два стальных шара. Молекулы первого шара движутся в два раза быстрее, чем второго. Что можно сказать о температурах этих шаров? Поясните свой ответ.*) позволяет проверить как обучаемые усвоили «новые» знания о температуре (чем больше средняя скорость движения молекул тела, тем выше его температура), а также как усвоили в 7 классе понятие «диффузия» (связь протекания диффузии от температуры). В подобных этому заданию можно увидеть «пересечение» барьеров разных типов.

Предложенные в карточках задания под вторым и пятым номерами отражают барьеры языкового сознания. Во время обучения учащиеся знакомятся с новыми терминами. Какие-то слова уже им знакомы (тело, вещество, материя, температура и т. д.), но при изучении физики уточняется их смысл, а какие-то слова являются новыми (атом, молекула, диффузия, конвекция, электризация и т. д.). Обычно на уроках учитель проводит опросы-беседы, когда обучаемые проговаривают определения, что очень важно, поскольку понимание и речь тесно



связаны между собой. Следует заметить, что изложение мыслей в письменном виде дается учащимся труднее, чем ответ в устной форме, поскольку требует полной формулировки предложения. На уроках не всегда есть возможность опросить каждого ученика, поэтому в проверочные работы важно включать вопросы, ориентированные на проверку речевых затруднений.

В теме «Механическое движение. Взаимодействие тел» предложено следующее задание:

*Какие слова пропущены в определениях?*

*- Механическим движением тела называют изменение положения тела в пространстве с течением времени.*

*- Движение называют равномерным, если тело за любые промежутки времени проходит равные пути.*

Сложность данного задания заключается в том, что не указано место пропуска слов в определении и количество слов, но при этом задание направленно не на «зазубривание» определения, а на понимание его физического смысла. Если в условии задания поставить вопрос по-другому: «Пропущены ли слова в определениях?», то это приведет к дополнительным затруднениям, поскольку нет явного указания на то, что слова пропущены.

Задания на определение верных утверждений также позволяет обнаружить барьеры языкового сознания, так как при выборе необходимо уметь вычленять информацию из текста и «улавливать тонкости» высказывания, связанные с физическим содержанием.




Задания под номерами три и шесть в карточках позволяют диагностировать познавательные барьеры, приобретенные в ходе обучения. Например, в теме «Сведения о веществе» предложены задания, имеющие экспериментальную составляющую. С первых уроков физики учащимся говорят, что данная наука напрямую связана с наблюдением и опытом, и в подтверждение этим словам начинается череда опытов: демонстрационных, лабораторных и мысленных. Школьников обучают проводить наблюдения и опыты, анализировать увиденное,

делать выводы. Одной из типичных ошибок может быть уверенность учащихся, что при нагревании увеличение объема тела происходит из-за того, что молекулы увеличились в размере, а не расстояния увеличились между молекулами. Это связано с тем, что школьники не осознают разницы между тем, что они на самом деле видят (т. е. воспринимают с помощью органов чувств) и тем, как они объясняют наблюдаемое. В карточках предложены задания, проверяющие умения переводить единицы измерения. Также предложенные задания, позволяют выявить проблемы понимания соотношения физических величин (например, связь массы, объема и плотности в третьем задании в теме «Масса. Плотность. Объем»), проблемы, связанные с недостаточными умениями выполнять действия с простыми и алгебраическими дробями (работа с преобразованием формул в расчетных задачах). Еще проверяется сформированность умения воспринимать информацию в различных формах, в частности умение читать и интерпретировать информацию, представленную в виде графиков, или схем электрических цепей.

Приведем пример комплекта заданий на тему «Работа, мощность, энергия» в 7 классе (см. таблицу 4).

Таблица 4 – Задания для диагностики познавательных барьеров при обучении физике на примере темы «Работа, мощность, энергия»

1	Установите соответствия между физической величиной и её единицей.	
	1) Сила	А) $\frac{м}{с}$
	2) Мощность	Б) Н
	3) Время	В) Па
	4) Работа	Г) Дж
	5) Скорость	Д) с
	6) Давление	Е) $\frac{Дж}{с}$
7) Энергия	Ё) кг	

2	<p>Выберите примеры, в которых совершается механическая работа:</p> <p>а) подъем камня с дна водоема;          б) выполнение домашнего задания;          в) автомобиль тянет прицеп;          г) врач лечит больного;          д) на нитке висит груз.</p>												
3	<p>На какую высоту нужно подбросить мяч массой 0,3 кг, чтобы он приобрёл потенциальную энергию 30 Дж относительно поверхности земли?</p>												
4	<p>Расположите животных в следующем порядке: от животного, обладающего меньшей кинетической энергией до животного, обладающего наибольшей кинетической энергией при движении:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>а)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>б)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>в)</p> </div> </div> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th data-bbox="336 898 730 958">Животное</th> <th data-bbox="730 898 1126 958">Скорость (<math>\frac{\text{км}}{\text{ч}}</math>)</th> <th data-bbox="1126 898 1520 958">Масса (кг)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="336 958 730 1003">Гепард</td> <td data-bbox="730 958 1126 1003">130</td> <td data-bbox="1126 958 1520 1003">70</td> </tr> <tr> <td data-bbox="336 1003 730 1048">Ленивец</td> <td data-bbox="730 1003 1126 1048">0,27</td> <td data-bbox="1126 1003 1520 1048">6</td> </tr> <tr> <td data-bbox="336 1048 730 1093">Слон</td> <td data-bbox="730 1048 1126 1093">40</td> <td data-bbox="1126 1048 1520 1093">6000</td> </tr> </tbody> </table>	Животное	Скорость ( $\frac{\text{км}}{\text{ч}}$ )	Масса (кг)	Гепард	130	70	Ленивец	0,27	6	Слон	40	6000
Животное	Скорость ( $\frac{\text{км}}{\text{ч}}$ )	Масса (кг)											
Гепард	130	70											
Ленивец	0,27	6											
Слон	40	6000											
5	<p>Энергия, которая определяется взаимным положением взаимодействующих тел или частей одного и того же тела, называется:</p> <p>а) кинетической энергией          б) механической энергией          в) потенциальной энергией          г) джоулем</p>												
6	<p>Вычислите мощность насоса, подающего ежеминутно 1200 л воды на высоту 20 м.</p>												

Каждое задание в карточке позволяет проверить усвоение новых понятий темы, сложность для обучающихся в том, что энергия, работа и мощность широко используются в жизни обучающихся до изучения физики. Второе и пятое задание направлены на выявление затруднений, связанных с наличием у обучающихся неверных бытовых представлений изучаемых понятий (перенос уже имеющихся в личном опыте смыслов на новое предметное понятие). Помимо этого, учащимся при решении второго задания необходимо правильно вычленить информацию из текста.

Первое задание в карточке на соотнесение физических величин и единиц измерения ориентировано на обнаружение барьера исходного познавательного опыта. Некоторые школьники не могут подобрать единицы измерения к «мощности» (нам же говорили, что мощность измеряется в Вт, а здесь такого варианта нет), причиной может являться ограниченность запоминаяемой информации, связанная с психологическими особенностями обучаемых. Автор статьи «О моделировании при изучении величин в начальных классах» пишет о затруднениях младших школьников при изучении величин, «особенно при выполнении заданий на перевод величин из одних единиц в другие, на установление соотношений между различными единицами» [99, с. 81], связывая данные трудности с несформированностью у обучаемых связи между свойством реальных предметов и величиной, которая характеризует данное свойство. Также у обучаемых могут быть не сформированы конкретные представления о размерах каждой единицы измерения (в разработанных материалах предлагается 15 заданий).

Четвертое задание в карточке также направлено на обнаружение барьера исходного познавательного опыта. В этом задании учащимся необходимо уметь переводить км/ч в м/с, также правильно вычленять данные из таблицы. Учащиеся могут дать неверный ответ: ленивец, слон и гепард. Такой «попешный» ответ может возникнуть, если сравнение кинетической энергии до этого проходило только с телами одной массы, но различными скоростями, или вовсе рассматривалось одно тело и изменение его кинетической энергии рассматривалось только за счет изменения скорости, без учета изменения массы. Подобные ошибки возникают и при решении задач на закон всемирного тяготения или закон Кулона, где необходимо ответить на вопрос о том, как изменится сила, если меняются характеристики объектов (массы взаимодействующих тел и расстояние между ними; заряды взаимодействующих тел и расстояния между ними). Надо отметить, что дополнительным

затруднением в этих задачах может быть недостаточно сформированный навык работы с дробями.

Третья и шестая задача позволяют диагностировать наличие барьера формируемого познавательного опыта. В третьей задаче необходимо вспомнить от чего зависит потенциальная энергия и правильно выразить высоту. А представленная шестая задача является более усложненной, так как решается в не одно действие. Во-первых, учащиеся могут «не увидеть» в условии задачи данных о времени, что можно отнести дополнительно и к барьерам языкового сознания (причиной является необходимость перекодировки информации). Во-вторых, учащиеся после записи дано, могут предположить, что задача не имеет решения, так как им известна формула, по которой необходимо знать работу и время для нахождения мощности, что не известно из условия задачи. Причина возникновения данного затруднения может быть связана с ошибками методики преподавания (решение задач только в одно действие). Также обучаемые могут столкнуться с трудностями в переводе единиц объема.

Если при выполнении данных заданий учащиеся совершают ошибки, то даем на каждое ошибочное решение дополнительное задание для проверки проявившегося затруднения. Строим цепочку заданий подобную алгоритму для обнаружения и преодоления познавательных барьеров на примере решения задач по теме «Средняя путевая скорость». Если наша диагностика была верна, то в результате мы подтвердим наличие познавательного барьера у конкретного учащегося и сможем провести работу по преодолению.

После работы по преодолению барьеров необходимо провести проверку того, насколько удалость устранить выявленные затруднения, для этого можно использовать задания из приложения 3. Например, мы хотим проверить усвоение темы «Теплопередача» и учащимся среди задач необходимо решить следующую задачу (исходная задача):

*Внимательно посмотрите на опыты на рисунке 11. Найдите изображения с физической ошибкой, напишите и объясните свой ответ.*

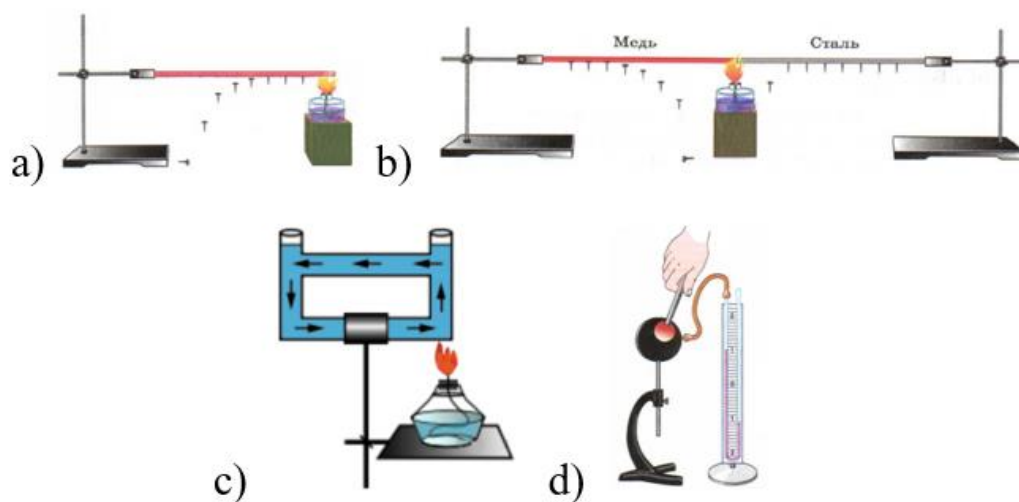


Рисунок 11 – Иллюстрация к задаче с изображением опытов тепловых явлений

Учащимся необходимо вычлени́ть информацию из рисунков, вспомнить ход опытов и найти физическую ошибку. При решении задачи мы можем обнаружить у обучаемых барьеры первого типа, то есть неумение работать с различными способами представления информации, а именно с иллюстративным. Кроме того, обучаемые могли не видеть реальные или виртуальные опыты, представленные на рисунке, то есть можно диагностировать проявление третьего типа, когда не сформировались знания о новом изучаемом материале. Также школьники могут частично решить задачу, при этом выясниться, что они не усвоили конкретный вид теплопередачи. На рисунке 12 представлен фрагмент цепочки дополнительных задач (алгоритм), которые могут позволить уточнить, какое затруднение проявилось при решении исходной задачи у конкретного учащегося.

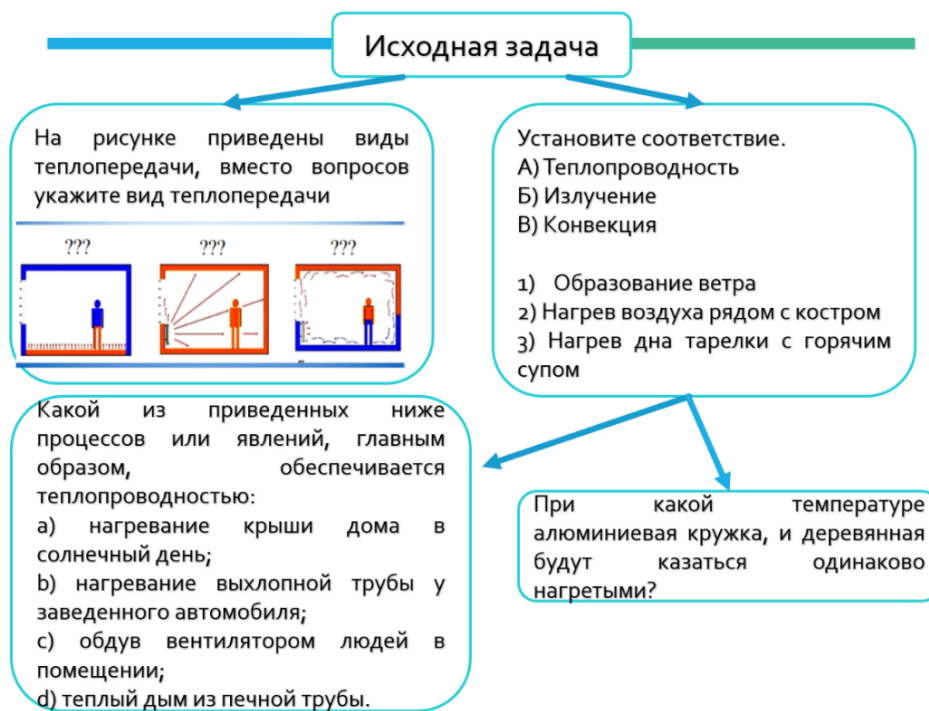


Рисунок 12 – Дополнительные задачи (алгоритм) для диагностирования познавательного барьера

Проводить самостоятельные работы для диагностирования познавательных барьеров лучше в очном формате, однако в ситуации, когда недостаточно времени, предлагается проводить работу в дистанционном формате. Можно организовать работу следующим образом: присылать учащимся готовые карточки, просить выполнить за короткий промежуток времени и присылать работу обратно, после проверки отправлять учащимся дополнительные задачи для уточнения типа барьера, после в очном формате проводить работу по преодолению обнаруженных познавательных барьеров. 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 [75].

## 2.2. Способы преодоления познавательных барьеров при обучении физике

В предыдущем параграфе предлагалось диагностировать познавательные барьеры по проявлению типовых ошибок, используя комплекс заданий и алгоритмов. Предлагаемая идея использования цепочки заданий для уточнения обнаруженного затруднения может быть применена и для преодоления познавательного барьера, так как при решении дополнительных заданий учащийся вместе с учителем смогут уделить внимание проблеме и принять действия по ее решению (повторить материал, «отточить» навыки и т.п.).

Например, школьники часто испытывают затруднения с графическим представлением движения. Эти затруднения можно отнести к «математическим» и к «психологическим», в нашей типологии – это барьеры исходного познавательного опыта. С графиками до изучения физики учащиеся в большей степени работают на математике. У этого обстоятельства есть свои положительные стороны, но зачастую «привычка» учащихся работать с графиком с осями  $Ox$  и  $Oy$  без единиц измерения приводит к ошибкам на физике. Учащиеся нередко даже не смотрят, как обозначены оси на графике в задаче, тем более на единицы измерения. Здесь начинается важная работа – объяснить важность умения читать и строить графики. График – это способ записать информацию компактно, анализ графиков помогает сделать определенные выводы о наблюдаемых процессах и т.п. Если рассматривать «психологические» затруднения, то к ним можно отнести поспешность в решении, связанную с возрастными особенностями учащегося и невнимательность, которая могла сформироваться из-за ошибок в методике преподавания, например, если учащийся не имел опыта решения задач, где оси выбраны иначе, чем в задачах, которые учащийся привык решать, как в следующей задаче:

*На рисунке 13 представлен график зависимости проекции скорости от проекции перемещения. Определить ускорение этого тела.*



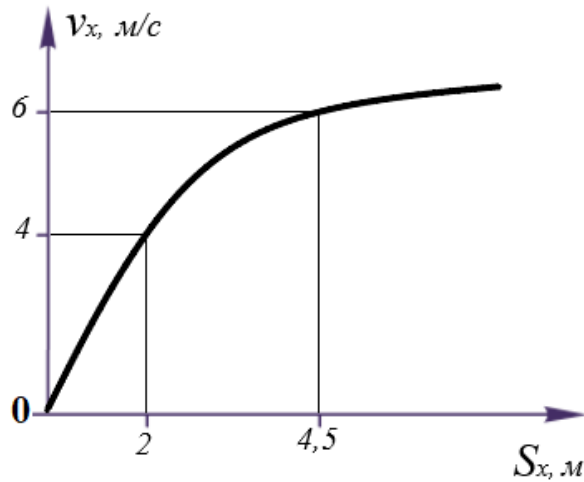


Рисунок 13 – График зависимости проекции скорости от перемещения

Чаще всего трудность заключается в неумении «читать» график. Не каждый школьник обращает внимание на то, что график задан не в привычных координатных осях, и уже поэтому испытывает затруднения. Кроме того, требуется найти формулу, отражающую зависимость, представленную на графике. Поэтому необходимо сконцентрировать внимание учащихся на этих моментах. Для этого вначале напоминаем уравнения равноускоренного движения. А затем уже с обучающимися разбираем задания. Например, записываем на доске уравнение

$$x = 5 + 3t - t^2 \quad (2.5)$$

и вместе отвечаем на вопросы:

- 1) Опишите характер движения;
- 2) Запишите начальные условия (чему равно  $v_{0x}$ ,  $x_0$ ,  $a_x$ );
- 3) Составьте уравнение движения  $v_x$ ;
- 4) Построить графики:  $v_x(t)$ ,  $a_x(t)$ ,  $S_x(t)$  и  $v(t)$ ,  $a(t)$ ,  $S(t)$ .

Для лучшего усвоения материала  $v_x(t)$  и  $v(t)$  необходимо изображать на одном графике, но разным цветом (остальные графики аналогично), тогда учащиеся увидят разницу между графиком проекции скорости и графиком модуля скорости. Следующий вопрос, который следует задать – что изменится, если в уравнении поменять знаки? После рассуждений важно еще раз построить графики с учетом изменения знаков в уравнении и сравнить с предыдущими.

Дальнейший шаг, это объяснить графический смысл проекции перемещения, чтобы у школьников не сложилось впечатления, что их просто тренируют изображать графики и практической пользы в этом нет. Потом предлагаются задачи, в которых учащиеся используют отработанные только что знания. Так у обучаемых вырабатывается умение работать с графиками.

Для работы со школьниками желательно подбирать сюжеты, которые покажутся нестандартными для них. Если обращать внимание на возможность проявления таких затруднений школьников при изучении механического движения и проводить работу по предупреждению, то есть вероятность уменьшить подобное проявление затруднений при изучении уже других разделов физики, где используется графическое представление изучаемых законов.

Так в 8-х классах (2021–2022 уч. год), 10-х классах (2020–2021 и 2021–2022 уч. годах) и 2 курсе факультета физики (2020–2021 уч. год) была предложена следующая задача: *На рисунке 14 изображен график зависимости силы тока в проводнике от напряжения между его концами. Чему равно сопротивление проводника?*

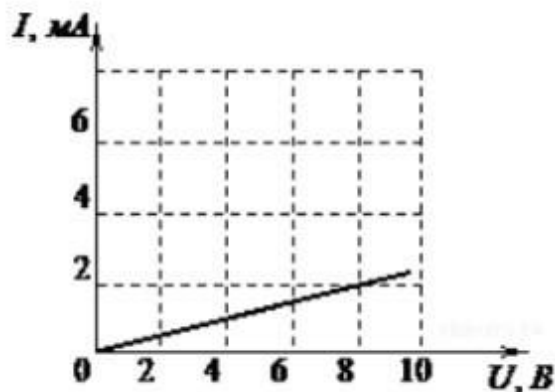


Рисунок 14 – График зависимости силы тока в проводнике от напряжения

В данной задаче обучаемые часто дают быстрый ответ, что сопротивление равно 4 Ом, особенно если он предложен в тесте с заданиями с выбором ответа и стоит под первым номером. Опрос показал, что обучаемые просто не обращали внимание на то, в каких единицах измерения отградуированы координатные оси.

Частота неверных ответов является сигналом для учителя, что необходимо в очередной раз повторить с обучаемыми как читать и называть графики.

В первой главе приводилась статистика ФИПИ касательно выполнения заданий, в которых используются таблицы. Исходя из статистики видно, что познавательные затруднения, связанные с вычленением информации из таблиц (барьер исходного познавательного опыта) частая проблема у выпускников.

Проанализировав учебные пособия, рекомендованные к использованию при реализации программ общего образования (для 7–9 классов — В.В. Белага [8, 9, 10], А.В. Перышкин [72, 73, 74], Н.С. Пурышева [83, 84, 85]; для 10–11 классов — Г.Я. Мякишев [62, 63], Н.С. Пурышева [81, 82]), мы обнаружили, что заданий на анализ таблиц недостаточно для того, чтобы учитель мог сделать выбор. В основном эти задания ориентированы на выработку умения прямого поиска табличных данных и их сравнения, например, «определите плотность какого вещества больше: цинка или серебра...», и лишь единичные задания направлены на анализ данных таблиц, например, «в таблице 5 приведены результаты измерения силы тока в резисторе при разных напряжениях на его клеммах. Выполняется ли закон Ома?...». Также нельзя исключать работу школьников с таблицами во время проведения лабораторных работ, когда полученные результаты эксперимента вносятся в предложенную в учебнике таблицу.

Заданий, в которых необходимо анализировать таблицы, можно предложить в большинстве тем курса физики. Для преодоления подобных познавательных затруднений в ходе исследования разработан ряд заданий нового типа по различным темам школьного курса физики, которые необходимо регулярно включать в учебные занятия наряду с другими заданиями. Один из возможных вариантов подобного задания:

*В таблице 5 представлены данные об изменении объема и давления некоторого количества смеси газов в трех экспериментах. На основе данных таблицы определите, какому газовому закону соответствует процесс, осуществленные в каждом эксперименте.*

Таблица 5 – Данные об изменении объема и давления смеси газов

№ эксперимента	Результаты эксперимента						
	1	p, кПа	10	20	30	40	50
V, м <sup>3</sup>		0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
2	p, кПа	10	10	10	10	10	10
	V, м <sup>3</sup>	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
3	p, кПа	60	50	40	30	20	10
	V, м <sup>3</sup>	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6

a. закон Бойля-Мариотта, изотермический процесс;

b. закон Гей-Люссака, изобарный процесс;

c. закон Шарля, изохорный процесс;

d. объединенный газовый закон.

Запишите в ответ буквы, расположив их в порядке, соответствующем цифрам.

Еще встречаются частые типичные ошибки в заданиях с использованием схематичных рисунков, в частности выпускники неверно выбирают направление силы Ампера и силы Лоренца в тестовых заданиях ЕГЭ (статистика за 2016 и 2018 года).

Одной из причин появления данных типичных ошибок у школьников может являться плохо сформированное пространственное мышление (необходимость представить трехмерный процесс в тетради – барьер исходного познавательного опыта) и некорректное использование правила «левой руки» (определяют направление левой рукой вместо правой и наоборот барьер формируемого познавательного опыта), также учащиеся могут забыть, что сила Лоренца определяется по движению положительного заряда в магнитном поле (барьер формируемого познавательного опыта). В школе на изучение физики из Федерального базисного учебного плана в объёме обязательного минимума выделяется 2 часа в неделю с 7 по 11 классы. В 8 классе на изучение темы «Электромагнитные явления» в среднем выделяется 6 часов, в 9 классе — 10 часов, а в 11 классе на изучение темы «Электродинамика» — 12 часов. Из

вышеизложенного можно сделать вывод, что выделенных часов для изучения данной темы недостаточно. Однако изменить данную ситуацию не представляется возможным, так как увеличение часов на изучение этого раздела физики приведет к снижению качества изучения других тем, из которых будут взяты данные часы.

Исходя из анализа учебных пособий [8, 9, 10, 62, 63, 72, 73, 74, 81, 82, 83, 84, 85], используемых в школах, были выделены следующие моменты:

1. Знакомство школьников с правилом «левой руки» впервые происходит в 8 классе, потом повторно в 9 и 11 классах.

2. Наибольшее количество заданий с использованием схематичных рисунков на определение направления силы Ампера и силы Лоренца представлено в учебном пособии Н. С. Пурышевой [83, 84, 85] и только в этом пособии имеются задания, в которых сила Ампера равна нулю.

Помимо недостаточного количества выделенных часов на данную тему можно выделить небольшое количество заданий в отдельно взятом УМК. В целом, если рассматривать все пособия вместе, то задний вполне достаточно, но в школе в основном используют только одну линейку учебников на протяжении всего обучения. Поэтому учителю необходимо дополнительно подбирать задания к этой теме из других источников.

Возможным вариантом решения проблемы наличия у обучаемых затруднений при решении задач данной темы может быть следующим:

1. Увеличение количества решаемых заданий по данной теме. Для этого на каждом уроке можно использовать карточки с заранее подготовленными заданиями, например, как на рисунке 15. В карточке четыре задания и за несколько уроков у конкретного обучаемого накопится опыт использования правила «левой» (и «правой») руки. Также можно внести соревновательную составляющую: за выполненных верно подряд три карточки – поощрение.

2. Проговаривание ответа к заданию вместе с обучаемыми устно (и письменно). Можно на каждом занятии выбирать учащегося и вместе с ним классу давать ответ на одну из карточек. Так как предполагается, что карточки у

обучаемых меняются, а за три верно выполненных можно получить «поощрение», то данное действие может стимулировать учащихся внимательно слушать и записывать объяснение.

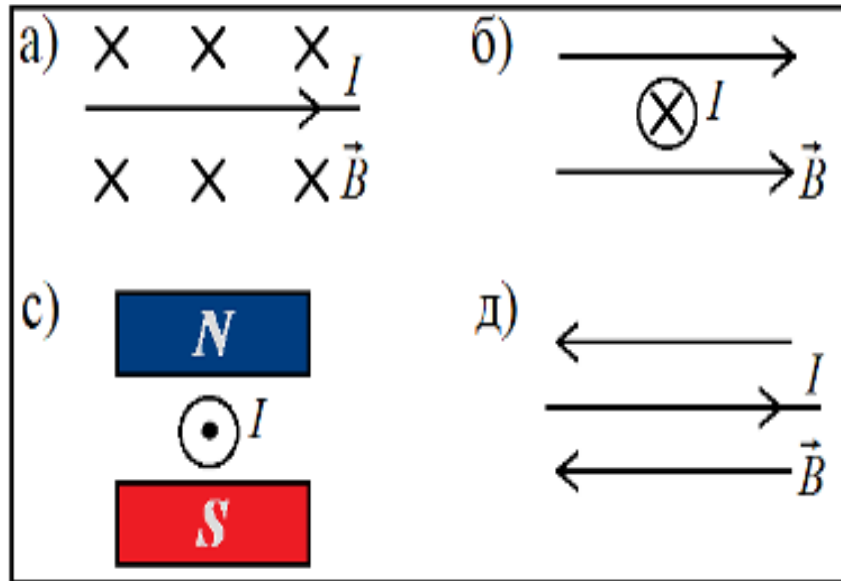


Рисунок 15 – Карточка с заданиями на использование правила «левой руки»

В этих заданиях важно не просто их сделать с учителем или без, а прежде всего проговаривать, почему и как получается ответ. Практика показывает, что в рамках изучения темы дети достаточно быстро привыкают к тому, как действует правило, и отвечают интуитивно и правильно. Однако без подкрепления речью это создает у учителя иллюзию того, что дети все усвоили, а на самом деле они очень быстро все забывают.

Увеличение количества заданий поможет обучаемым рассмотреть различные примеры, а частое проговаривание ответа — понять суть задания и ответа к нему. Если у школьника возникли затруднения при ответе, можно ему помочь, задавая наводящие вопросы:

- по какому правилу будем определять направление силы Ампера?
- какое направление имеет ток в этом задании? и т.п.

После кратких ответов необходимо попросить учащегося полностью озвучить ход действий при определении направления, чтобы обучаемый мог еще раз проследить за ходом своих мыслей и действий. Понимание приходит через речь [22], как только учащийся начинает понимать, как использовать правило, он

может описать свои действия словами. Еще будет полезным записывать ответы полными предложениями, а не просто вправо, влево и т.д.

Проблема, связанная с неумением выражать свои мысли ярко проявляется при решении качественных задач [41]. Связанна данная проблема не только с незнанием материала, но и с неумением рассуждать и выстраивать цепочки причинно-следственных связей, как следствие, неумением записывать свои рассуждения в последовательной и связной форме. Проводить работу над устранением таких затруднений можно при изучении различных разделов физики, например, при изучении темы «Явление электромагнитной индукции», используя алгоритм для преодоления возможных затруднений (рис. 16).

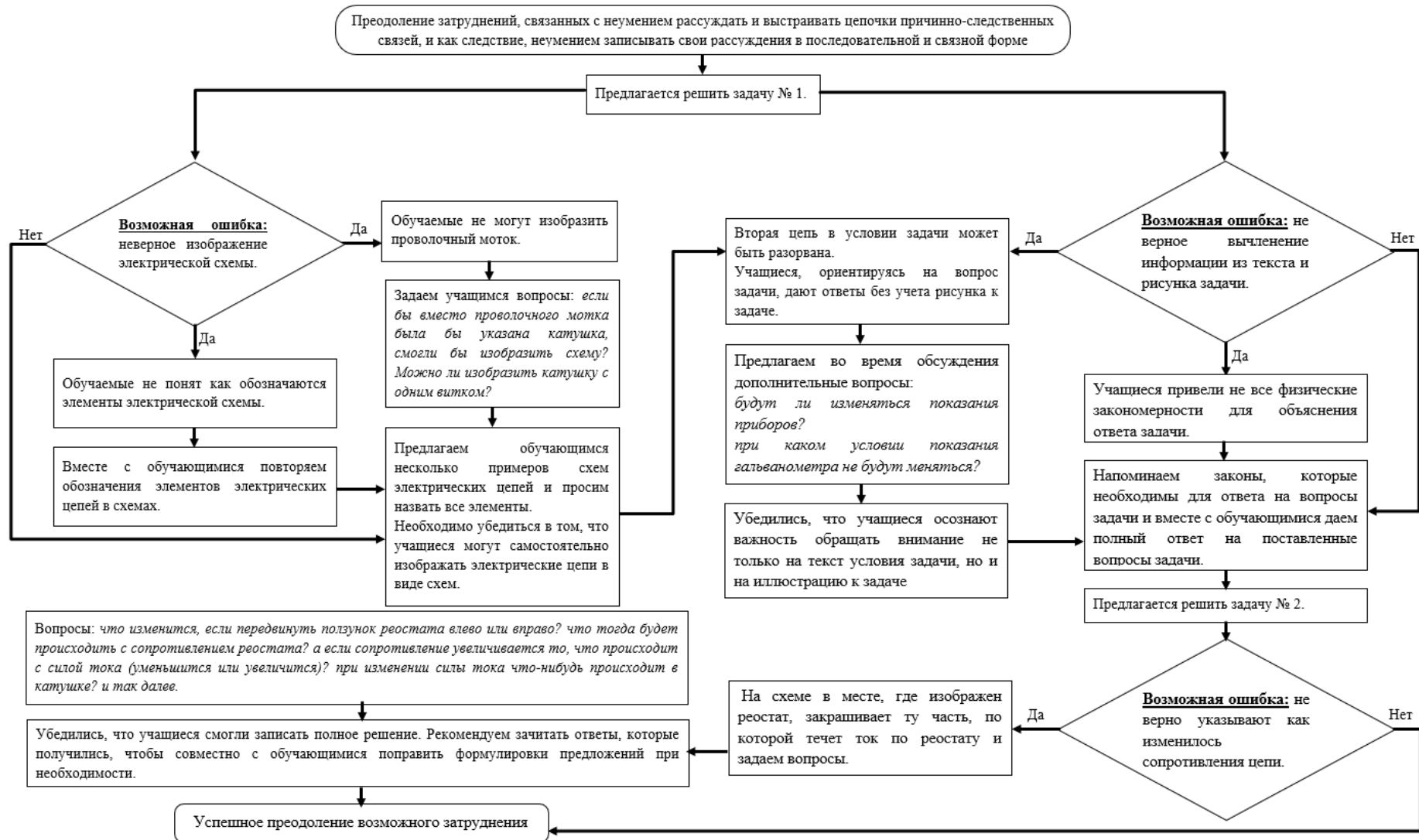


Рисунок 16 – Алгоритм преодоления познавательных барьеров на примере решения задач по теме «Явление электромагнитной индукции»



После демонстрационного эксперимента и повторения сути самого явления электромагнитной индукции, учащимся предлагается письменно ответить на вопросы задачи, взятой из заданий прошлых лет ЕГЭ:

*Задача 1. «На рисунке 17 изображены две изолированные друг от друга электрические цепи. Первая содержит последовательно соединенные источник тока, реостат, катушку индуктивности и амперметр, а вторая — проволочный моток, к концам которого присоединен гальванометр, изображенный на рисунке справа. Катушка и моток надеты на железный сердечник. Как будут изменяться показания приборов, если катушку, присоединенную к источнику тока, плавно перемещая вверх, снять с сердечника? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения» [69].*

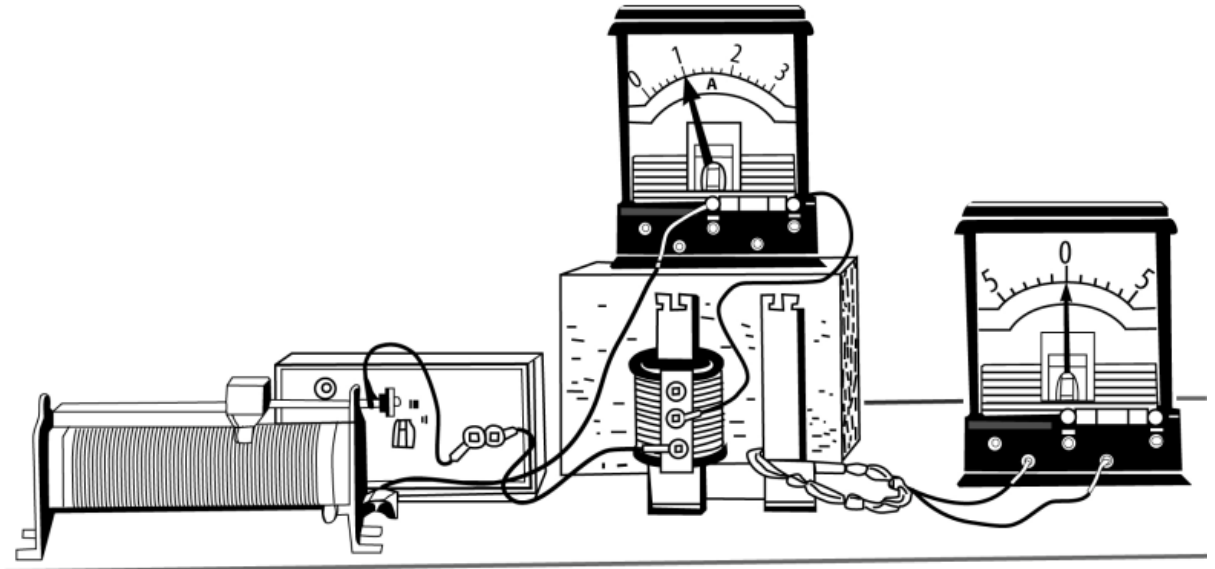


Рисунок 17 – Установка, состоящая из двух изолированных друг от друга электрических цепей

Первое затруднение, с которым сталкиваются обучаемые, это правильно изобразить схематичную цепь у себя в тетради, используя предложенный рисунок. Не все обучаемые в 11 классе помнят, какими обозначениями изображаются различные элементы цепи (барьер формируемого познавательного опыта), а если и помнят, то возникают трудности с изображением проволочного мотка (та же катушка) во второй электрической цепи. Обучаемые под руководством учителя последовательными шагами перерисовывают с рисунка

задачи схему в тетрадь, при этом учитель спрашивает, показывая на приборы рисунка, что является источником, амперметром и т.д. Далее обучаемым необходимо ответить на вопрос задачи, примечательно, что постановка вопроса уже наталкивает на мысль, что показания приборов будет меняться и если бы на рисунке во второй схеме был изображен разрыв цепи, то велика вероятность, что учащиеся не обратили внимание и в ответе бы указали, что показания гальванометра меняются. Предлагаем учителю во время обсуждения задачи задать дополнительные вопросы: будут ли изменяться показания приборов? при каком условии показания гальванометра не будут меняться? и т. п. Важно, чтобы после рассуждений, которые необходимы для решения задачи, учащиеся записали ответ в тетрадь, потом несколько обучаемых зачитали свой ответ (и сравнили).

Далее для лучшего освоения темы и навыка записывания своих рассуждений при ответе на вопросы предлагаются следующие задачи:

*Задача 2. «На рисунке 18 приведена электрическая цепь, состоящая из гальванического элемента, реостата, трансформатора, амперметра и вольтметра. В начальный момент времени ползунок реостата установлен посередине и неподвижен. Опираясь на законы электродинамики, объясните, как будут изменяться показания приборов в процессе перемещения ползунка реостата влево. ЭДС самоиндукции пренебречь по сравнению с  $\varepsilon$ » [68].*

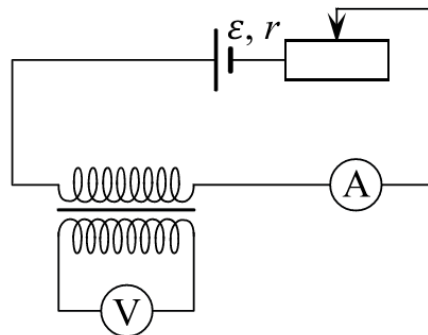


Рисунок 18 – электрическая цепь, состоящая из гальванического элемента, реостата, трансформатора, амперметра и вольтметра

Следующий вариант данной задачи, это поменять направление перемещения ползунка реостата *вправо*, вместо предложенного в задаче *влево*.

Для наглядности на доске можно цветным мелом показать, как протекает ток по схеме. Тем самым сконцентрировать внимание обучаемых, используя такой прием, как выделение цветными мелом отдельных частей на доске. При этом преподаватель спрашивает у обучаемых направление тока, а дойдя в схеме до реостата, закрашивает ту часть, по которой течет ток (рис. 19). Опять же используется метод, при котором усиливается зрительное восприятие учащихся.

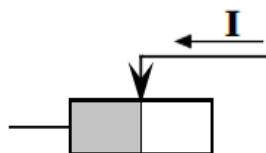


Рисунок 19 – Схема реостата к задаче

И сразу после преподаватель спрашивает: что изменится, если передвинуть ползунок реостата влево или вправо? Что тогда будет происходить с сопротивлением реостата? А если сопротивление увеличивается то, что происходит с силой тока (уменьшится или увеличится?). При изменении силы тока что-нибудь происходит в катушке? И так далее. Такой подход помогает школьникам лучше разобраться в явлении электромагнитной индукции и подготовиться к выпускному экзамену, так как многократно проговаривается и само определение и рассматриваются разные сюжеты схожих заданий.

### 2.3. Профилактика возникновения познавательных барьеров при обучении физике

Предупреждать познавательные затруднения можно, используя дополнительные уточнения к методике преподавания. В этом может частично помочь применение «новых» заданий по физике, типы которых представлены в учебных пособиях в недостаточном объеме, а также некоторые рекомендации по объяснению школьного материала, например, у обучающихся 10-х классов может возникнуть затруднение с нахождением перемещения за  $n$ -ю секунду. Тема впервые изучается в 9 классе и в учебнике Перышкина [74] дается объяснение как

на рисунке 20. Школьники могли пропустить объяснение темы учителем, или учитель при объяснении опирался на материал учебника, в результате в 10 классе такие обучаемые не могут вспомнить последовательность каких чисел необходимо применить для решения задачи.

*OA, OB, OC, OD и OE представляют собой модули векторов перемещений ( $s_1, s_2, s_3, s_4$  и  $s_5$ ), совершённых телом соответственно за промежутки времени  $t_1, t_2 = 2t_1, t_3 = 3t_1, t_4 = 4t_1$  и  $t_5 = 5t_1$ .*

Из этого рисунка видно, что

$$OA : OB : OC : OD : OE = 1 : 4 : 9 : 16 : 25, \quad (1)$$

*т. е. при увеличении промежутков времени, отсчитываемых от начала движения, в целое число раз по сравнению с  $t_1$ , модули соответствующих векторов перемещений возрастают как ряд квадратов последовательных натуральных чисел.*

Из рисунка 15 видна ещё одна закономерность:

$$OA : AB : BC : CD : DE = 1 : 3 : 5 : 7 : 9, \quad (2)$$

*т. е. модули векторов перемещений, совершаемых телом за последовательные равные промежутки времени (каждый из которых равен  $t_1$ ), относятся как ряд последовательных нечётных чисел.*

Рисунок 20 – Объяснение нахождения модуля перемещения за  $n$ -ю секунду

Поэтому предлагаем использовать следующее поэтапное объяснение данного материала для учащихся 9-х классов. Пусть ускорение тела  $a_x = 0,2 \text{ м/с}^2$ , а его скорость  $v_{0x} = 0$ . Определите проекцию перемещения  $S_x$  за 1 секунду? Выразим проекцию перемещения, получаем следующее выражение:

$$S_x = \frac{a_x t^2}{2}. \quad (2.6)$$

Получаем, что за одну секунду тело прошло  $S_1 = S(1) = 0,1$  (м). Далее последовательно спрашиваем у обучаемых чему равна проекция перемещения за две, три и так далее секунд. Получаем ответы:  $S_2 = S(2) = 0,4$  (м),  $S_3 = S(3) = 0,9$  (м).

Теперь предлагаем обучаемым изобразить вектора перемещений за одну, две и три секунды (рис. 21), на котором после вопросов (*а какое перемещение совершит тело за вторую секунду? За третью?*), добавляем фигурные скобки с обозначением части перемещения за вторую и третью секунды.

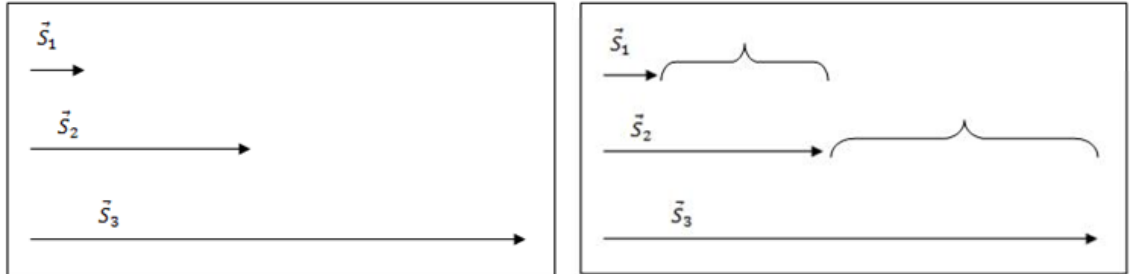


Рисунок 21 – Вектора перемещений за одну, две и три секунды движения

Обозначаем с учащимися модуль перемещения за вторую и третью секунды как  $\Delta S_2$ ,  $\Delta S_3$ . Вместе с обучаемыми находим перемещение за вторую и третью секунду как разницу перемещений:  $\Delta S_2 = S_2 - S_1 = 0,4 - 0,1 = 0,3(\text{м})$ ,  $\Delta S_3 = S_3 - S_2 = 0,9 - 0,4 = 0,5(\text{м})$ . Последовательные рассуждения позволяют прийти к выводу, что за  $n$ -ую секунду перемещение можно найти по уравнению 2.7.

$$\Delta S_n = S_n - S_{n-1} = \frac{a_x t_n^2}{2} - \frac{a_x t_{n-1}^2}{2} = \frac{a_x}{2} (t_n^2 - t_{n-1}^2). \quad (2.7)$$

Далее задаем обучаемым вопрос: *а что изменится, если начальная скорость не равна нулю  $v_{0x} \neq 0$ ?* Для ответа на вопрос необходимо с обучаемыми записать уравнения перемещения за  $n$  секунд и  $n-1$  секунду (2.8):

$$\begin{cases} S_n = v_{0x} t_n + \frac{a_x t_n^2}{2} \\ S_{n-1} = v_{0x} t_{n-1} + \frac{a_x t_{n-1}^2}{2} \end{cases} \quad (2.8)$$

Результатом получаем уравнение (2.9):

$$\Delta S_n = S_n - S_{n-1} = v_{0x} t_n + \frac{a_x t_n^2}{2} - (v_{0x} t_{n-1} + \frac{a_x t_{n-1}^2}{2}) \quad (2.9)$$

Далее решим задачу: *«При равноускоренном движении из состояния покоя тело проходит за пятую секунду путь равный 90 см. Определить перемещение тела за седьмую секунду?»*.

Такое поэтапное объяснение определения проекции перемещения за  $n$ -ую секунду позволяет уменьшить непонимание данной темы, учащиеся, потом решая

задачи такого типа, не путают перемещение, пройденное телом за все время и перемещение за определенную секунду.

Непосредственно профилактику по предупреждению возникновения познавательных затруднений учитель может проводить, учитывая наличие в сознании обучающихся познавательных барьеров языкового сознания. Учитель должен учитывать в своей речевой деятельности объективное и неизбежное присутствие барьера данного типа и стремиться нейтрализовать его негативное воздействие, целенаправленно работая над формированием адекватного понимания физического смысла терминов, понятий, устойчивых словосочетаний, принятых в науке. Зачастую мы имеем всего лишь что-то вроде иллюзии понимания у обучаемых некоторых физических понятий, конечно, полного непонимания может и не быть, но уровень осознания произносимого бывает невысоким. Избежать такого рода непонимания можно, если различать значение слова и его смысл. «Значение — обобщенная форма запечатления субъектом общественно-исторического опыта, приобретенного в процессе совместной деятельности и общения и существующего в виде понятий, определенных в схемах действия, социальных ролях, нормах и ценностях» [23] (по Л. С. Выготскому). То содержание, которое вкладывается в значение, всегда одинаково для всех, кто пользуется конкретным словом. Смысл в отличие от значения всегда связан с процессом понимания, поэтому он определяется множеством иных факторов: ситуацией, с которой связано понимание, самоопределением человека, его установками, ценностями и целями, знаниями, структурами деятельности и многим другим.

Из определения «значение слова» можно сказать, что человек не сразу заимствует общечеловеческий опыт, что этот процесс требует какого-то времени, а значит, человек не сразу усваивает то или иное значение слова. Отсюда появляется возможность выхватывания на слух слов, до понимания которых обучаемый еще не дошел. Так в речи учащихся появляются новые слова, которые им понравились, или которые были необходимы для общения с учителем, но

глубинное значение этих слов не было усвоено. Также заметим, что знание значения и смысла слова не всегда бывает достаточным для научной лексики. Ведь зная устоявшееся значение слова, мы каждый раз подбираем необходимую связь из данного значения для данной ситуации. В научной лексике такой подход приводит к неопределенности в терминологии, что не допустимо, так как необходима однозначность в понимании определений, поэтому стоит к значению слова и его смыслу добавить еще один аспект, который установит связь слова с языком науки – научный смысл. Так учащиеся будут постепенно усваивать значение, смысл и научный смысл. Но надо понимать, что естественного усвоения этих аспектов слова недостаточно. Обучаемые оказываются в новой языковой среде (научной), где они не владеют «чужим» языком и все это проявляется в виде барьеров речевого типа.

Известно, что уяснению физического смысла понятий вес, работа, сила, энергия, температура нередко мешает бытовое сознание и житейская практика учащихся. Однако, употребление в процессе обучения, особенно в начале формирования тех или иных понятий, принятых в науке некоторых «жаргонных» выражений, смысл которых учащимися еще осознан не до конца, не менее пагубно влияет на выработку умений анализировать различные физические ситуации. Так, например, словосочетание «электрический заряд» может употребляться в трех смыслах: свойство тел вступать в особый вид взаимодействия; физическая величина, характеризующая это свойство и имеющая буквенное обозначение и единицы измерения; точечное тело, обладающее таким свойством. Учащиеся должны точно усвоить, что заряд без тела не существует, что при электризации только электроны могут переходить и от их количества зависит тело наэлектризовано положительно, отрицательно или вообще не наэлектризовано, что существует два вида взаимодействия – это притяжение и отталкивание, поэтому достаточно двух видов зарядов.

Для учащегося, находящегося еще только в начале пути познания науки, распознавание контекста данного термина может представлять собой серьезное

затруднение, влияющее на понимание хода физических явлений и процессов и проявляющееся при решении физических задач. Аналогичная ситуация имеет место и с выражением «электрическое сопротивление», которое также многозначно: свойство материала препятствовать прохождению электрического тока, физическая величина, характеризующая это свойство, и даже резистор как прибор, обладающий сопротивлением. Яркий пример, иллюстрирующий познавательные проблемы, возникающие при использовании в обучении не строго определенных понятий и жаргонных выражений, подробно разобран в учебном пособии А. С. Кондратьева «Современные технологии обучения физике» [43]. При употреблении фразы «электрическое поле существует только между обкладками конденсатора» обычно подразумевают то, что напряженность электрического поля в пренебрежении краевым эффектом вне обкладок конденсатора равна нулю, и забывают о ненулевом значении второй характеристики - потенциала. Неаккуратное словоупотребление влечет за собой нечеткость рассуждений и переводит в разряд трудных для учащихся ряд задач, которые на самом деле могут быть легко проанализированы на качественном уровне. На эту возможность косвенным образом указывал Л. С. Выготский, отмечая в качестве признака «понятийной пустоты» в сознании учащихся ситуацию, когда «учащиеся усваивают слова и целые выражения, и казалось бы, способны вполне осмысленно рассказывать об изучаемом. Однако в действительности это «симуляция», «имитация» понимания... Они могут лишь повторять заученное, но не осмысленно применять его» [24].

Таким образом, необходимо, чтобы новые понятия, термины, определения давались четко сформулированными, хорошо объяснялись преподавателем. Учитель должен более внимательно следить за своей речью и в начале обучения меньше употреблять в своем разговоре элементы профессионального жаргона, до тех пор, пока обучаемые не усвоят тот или иной материал достаточно хорошо, чтобы понимать слова учителя. Тогда в сознании обучаемых будут формироваться правильные естественнонаучные представления.



Для преодоления познавательных барьеров данного типа требуется постоянно поддерживать достигнутый уровень активности речи, постепенно включая в учебный обиход ранее сформированные понятия.

#### **2.4. Использование познавательных барьеров как создание условий для развития обучающегося при обучении физике**

В параграфах 2.1. и 2.2 часть предлагаемых заданий направлены на диагностику и устранение барьеров формируемого познавательного опыта. На познавательные барьеры данного типа непосредственное влияние оказывает учитель и сфера обучения, поэтому рассмотрим не только негативную составляющую данных затруднений, но и позитивную. Предлагаемые задания также могут провоцировать возникновение затруднений, преодоление которых дополнительно способствует усвоению материала и развитию ученика. Например, как следующая «нетипичная» задача из приложения 3.

*«Придумать и нарисовать небольшое сочинение, начало которого я вам предлагаю (можно выбрать любую тему):*

1) *Как молекула воды полетела в путешествие.*

*На крыше старого дома висела сосулька. Внутри неё тесно, но дружно, прижавшись, друг к другу, жили частички воды, которые звались Молекулы. Наступили тёплые дни, стало пригревать солнышко и молекулы почувствовали, что они готовы отправляться путешествовать ... .*

2) *Атомы в лагере.*

*Наконец-то кончился учебный год, началось лето, пришли каникулы!*

*Все молекулы поехали отдыхать в загородный лагерь. Но как назло, в начале смены шли дожди, и маленьким атомам было очень скучно ... .*

3) *Путешествие молекулы...*

*Как-то раз выбрызнула девочка из своих духов каплю и вылетели оттуда молекулы ...» [29].*

В первые минуты задание вызывает недоумение и вопросы обучающихся: что значит нарисовать сочинение? а какую тему выбрать? много надо нарисовать? и т. д. После дополнительных комментариев от учителя школьники начинают выполнять задание. Учащиеся в основном выбирают третий сюжет, а на вопрос почему, зачастую отвечают, что он более понятен: изображают флакон, молекулы (маленькие круги) духов и воздуха, чем дальше от флакона, тем молекулы духов дальше друг от друга. В тех случаях, когда ученики выбирают первый сюжет, они часто просто изображают капли, летящие вниз, и в редких случаях дорисовывают рядом порядок расположения молекул в твердом (сосулька) и жидком (капля) состоянии. Второй сюжет вызывает наибольшие сложности, поскольку является открытым, и учащиеся сами могут выбрать любое продолжение, связанное или с явлением диффузии, или с агрегатными состояниями. Возникающее затруднение может быть как содержательным, если ученик не усвоил материал, так и психологическим, связанным с необходимостью сделать выбор.

В продолжение сюжета об атомах и молекулах рассмотрим еще один пример задачи, провоцирующий затруднение, связанное с абстрактностью изучаемых процессов («ведь ребенок не может потрогать атом, молекулу» [18], у обучаемого могут недостаточно сформироваться знания и понимание о тепловом движении молекул):

*Справа и слева на рисунке 22 находятся молекулы газа. Слева газ при температуре  $20^{\circ}\text{C}$ , а справа газ при температуре в три раза больше. Как вы думаете, что произойдет с частицами, если убрать перегородку? Что произойдет со скоростями частиц?*

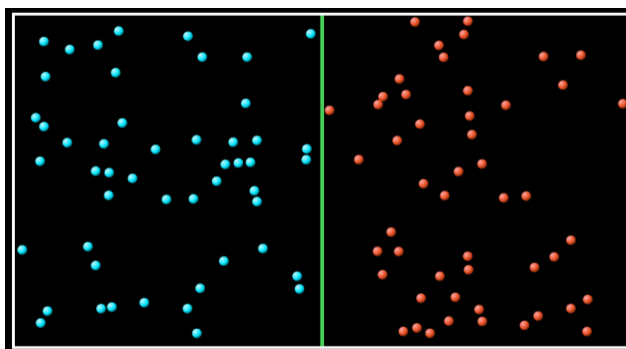


Рисунок 22 – Модель взаимодействия молекул газа

Если задавать вопросы из задачи, когда изображение выведено на экран в классе и интерактивно, то можно получить ответы, что частицы «перемешаются» и температура станет одинаковой, когда исчезнет перегородка. При статичной картинке учащиеся могут «не осознавать», что молекулы находятся в хаотичном движении, так как у них недостаточно сформировались знания об этом, или они не смогли извлечь информацию из текста о том, что справа на рисунке температура  $60^\circ \text{C}$ , а значит и скорость в три раза больше (на интерактивном изображении обучаемые визуально видят различие в скоростях). Предлагаем дать задание сначала со статичным изображением, провести совместное обсуждение, а после продемонстрировать уже интерактивное изображение и результат после того, как убрали перегородку (воспользоваться готовой интерактивной моделью можно на сайте PhET в разделе симуляторы [115]). Совместная работа с учителем при решении данных заданий позволяет успешно преодолеть возникающие затруднения, что способствует успешному усвоению темы.

Рассмотрим на примере решения следующей задачи возникновение затруднения, связанного с проблемой сочетания формально-логического аппарата мышления с интуитивным мышлением.

*«Металлическая планка длины  $l$  может перемещаться без трения по оголенным проводам, замыкая электрическую цепь, как показано на рисунке 23. Вся цепь помещена в однородное магнитное поле с индукцией  $B$ , перпендикулярной плоскости рисунка. Определить силу тока в цепи в тот момент времени, когда сопротивление всей цепи, включая внутреннее сопротивление источника с ЭДС  $\varepsilon$ , равно  $R$ , а металлическая планка движется со скоростью  $v$ » [111].*

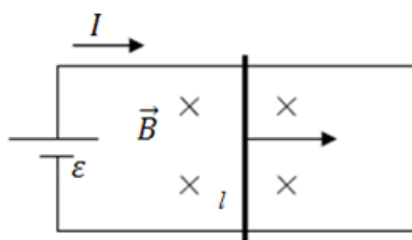


Рисунок 23 – Иллюстрация к задаче о законе электромагнитной индукции

Проявление интуитивных суждений при решении данной задачи может дать обучаемым возможность предсказать «новое явление» на основе использования уже полученных ранее знаний. Например, если задачу давать перед изучением закона Фарадея. При этом становится возможным реализовать ситуацию, в которой у обучаемых будет в той или иной степени проявляться «интуиция-догадка» и «интуиция-суждение».

Предположив («интуиция-суждение»), что сила тока неизменна по величине в течение промежутка времени  $\Delta t$ , записываем выражение для работы, совершаемой источником питания:

$$\Delta A = I\varepsilon\Delta t \quad (2.10)$$

На первом этапе мы можем обнаружить, что часть учащихся не в состоянии самостоятельно выдвинуть данное предположение. Одной из причин этого затруднения может быть то, что зачастую школьников учат выполнять действия по модели, то есть вначале рассказывают тему, а потом решают задачи по ней и учащимся редко приходится анализировать ситуации самостоятельно.

Далее, считая, что закон Джоуля – Ленца учащимся известен к этому моменту обучения, записываем, что за время  $t$  в системе при протекании тока выделяется количество теплоты  $\Delta Q$ , равное

$$\Delta Q = I^2 \cdot R \cdot \Delta t \quad (2.11)$$

Также учащиеся могут самостоятельно определить («интуиция-суждение»), что в системе совершается механическая работа при перемещении металлической планки на величину  $\Delta x$  под действием силы Ампера:

$$\Delta A_{\text{мех}} = F_A \cdot \Delta x = IBL \cdot \Delta x = IB \cdot \Delta S = I \cdot \Delta \Phi \quad (2.12)$$

В рассматриваемой ситуации никаких видимых явлений, при которых совершались бы превращения энергии из одного вида в другой, не происходит («интуиция-догадка»). Поэтому:

$$\Delta A = \Delta Q + \Delta A_{\text{мех}} \quad (2.13)$$

Это соотношение, отражающее закон сохранения энергии, учащиеся могут записать только на основании истинного его понимания. Теперь подставим (2.11)

и (2.12) в это соотношение (2.13) и, проделав соответствующие преобразования, получим отношение для силы тока:

$$I = \frac{\varepsilon - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}}{R} \quad (2.14)$$

Проведя анализ данного соотношения, приходим к выводу о том, что изменение магнитного потока, приводит к возникновению дополнительной электродвижущей силы, которая равна скорости изменения магнитного потока через поверхность, ограниченную контуром, взятой со знаком минус.

Если учащиеся в состоянии провести полностью такое небольшое исследование, включая и вывод о возможности нового неизвестного им физического явления, то можно говорить о наличии у них физического понимания. При этом учитель, применяя данный подход и учитывая индивидуальные способности учащихся, может развивать у них умение использовать логические и интуитивные рассуждения при решении задач.

Способность учащихся догадываться об отдельных законах 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 [39, 42]. Примером здесь может послужить следующая ситуация, когда обучаемый не понимает какую информацию под собой несет запись физического закона в виде символов и рассуждать или приводить предположения по этому вопросу он не может. По-другому обстоит дело, если обучаемый правильно понимает математическую модель закона, он уже встречался с подобным на ином примере, теме и имеющийся уже опыт подталкивает его к определенным рассуждениям.

К примеру, при изучении в 11 классе темы «Аналогия между механическими и электромагнитными колебаниями» может наблюдаться проявление интуиции у обучаемых. Это выражается в самостоятельной работе по поиску аналогий между величинами, с последующим логическим объяснением своих догадок. Учащимся легче справиться с поставленной перед ними проблемой, если они уже встречались с другими аналогиями в физике. Учитель

при этом своими действиями (вопросами) должен подталкивать обучаемых к правильным выводам. Одни учащиеся могут пойти по пути сравнения определений механических и электромагнитных колебаний, другие же могут сравнивать математические записи. Наилучший вариант рассмотреть оба подхода, а также какие процессы происходят при колебаниях. Учащиеся должны четко понимать физический смысл всех понятий и явлений иначе они не смогут понять сходство процессов.

Мы предполагаем, что интуиция не может проявляться без необходимого опыта и знаний обучаемых. Так при изучении постоянного тока (последовательное и параллельное соединение проводников) можно увидеть проявление интуиции, если изначально подготовить «условия» для учащихся.

Рассмотрим пример, на котором учитель организует работу по построению эквивалентных схем. Перед обучаемыми ставится задача найти сопротивление участка цепи, если сопротивление каждого резистора равно  $R_n = 1$  (Ом). Постепенно учащимся показывают следующие схемы (рис. 24):

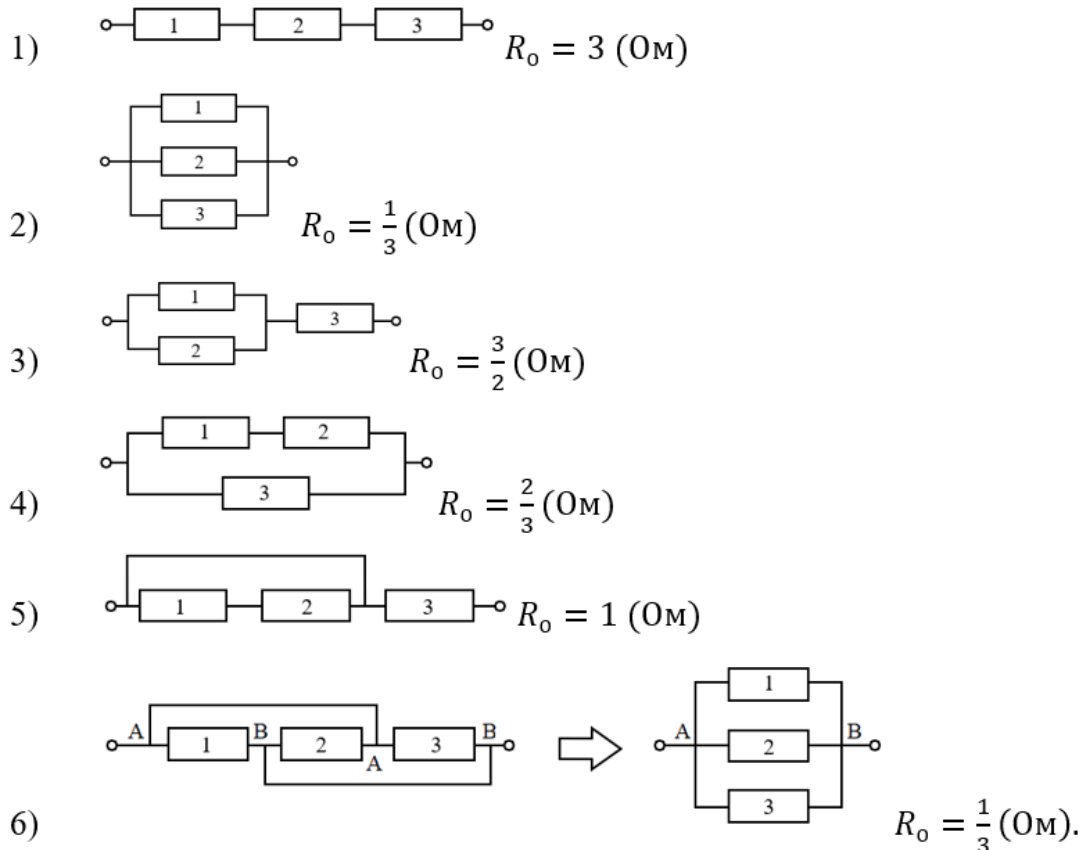


Рисунок 24 – Электрические схемы

Схемы под номерами 1–4 являются типовыми и не вызывают у обучаемых затруднений. Если обучаемые усвоили условия прохождения тока по проводнику, то трудность появиться только на двух последних схемах.

«Добавление к схеме дополнительного элемента, например еще одного провода, приводит к некоторому замешательству учащихся, когда они чувствуют, что решение простое и где-то рядом, а «ухватить» его сразу не удастся.

Ситуация неопределенности, в которой оказывается ученик, где переплетаются логические и интуитивные элементы мышления, может иметь разные исходы: от состояния беспомощности и полного отказа выполнять задание до нахождения правильного ответа несколькими способами. Именно в этот момент учителю нужно произвести такое тонкое педагогическое воздействие, которое деликатно подтолкнуло бы ученика к своего рода открытию, озарению, чтобы он смог сам догадаться, какой тип соединения элементов представлен на схеме, и доказать это логическим путем, выбрав удобный для себя вариант рассуждений» [19] (рис.25).

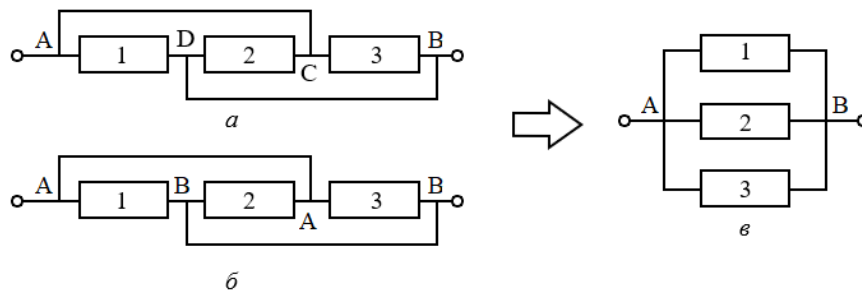


Рисунок 25 – Построение эквивалентных схем

«Способ 1. Проследим мысленно путь электрического тока на этом участке цепи. От клеммы А к клемме В можно добраться тремя путями: через 1-й резистор  $A \rightarrow D \rightarrow B$ ; через 2-й резистор  $A \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow B$ ; через 3-й резистор  $A \rightarrow C \rightarrow B$ . Считая соединительные провода идеальными, то есть имеющими нулевое электрическое сопротивление, нетрудно видеть, что узлы А и С, В и D эквивалентны, а следовательно, указанные три пути распределения токов совершенно равноправны, что означает их параллельное соединение.

Способ 2. Если соединительные провода идеальные (имеют нулевое электрическое сопротивление), то их включение в электрическую цепь приводит к выравниванию потенциалов  $\varphi_A = \varphi_C$  и  $\varphi_D = \varphi_B$ . Это означает, что эквивалентная цепь будет иметь всего два узла с различными потенциалами, и каждый резистор включен между этими узлами. Таким образом, также можно прийти к идее эквивалентного параллельного соединения» [19].

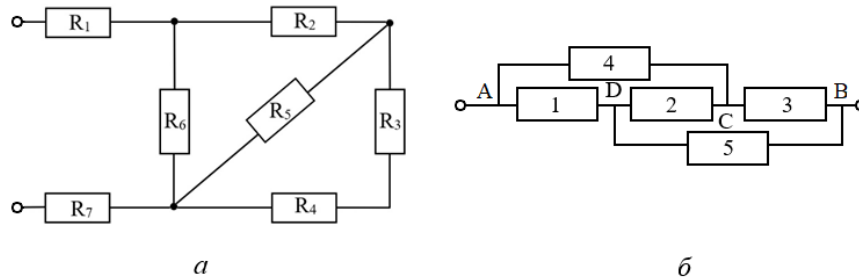


Рисунок 26 – Пример электрических схем со смешанным соединением проводников

Учащиеся, которые смогли «уловить» идею решения подобных задач, успешно решают задачи как на рисунке 26 (а). Однако сталкиваются с трудностями при решении задач как на рисунке 26 (б). Отработанные приемы не работают и обучаемые преодолев новое затруднение переходят на новый познавательный уровень. Отметим, что на схемах важно обозначать резисторы номерами, чтобы обучающийся мог проверить ход своих действий и если ошибся, то быстро найти, где именно. Пример ошибки обучающегося (рис. 27 а) и верного решения (рис. 27 б).

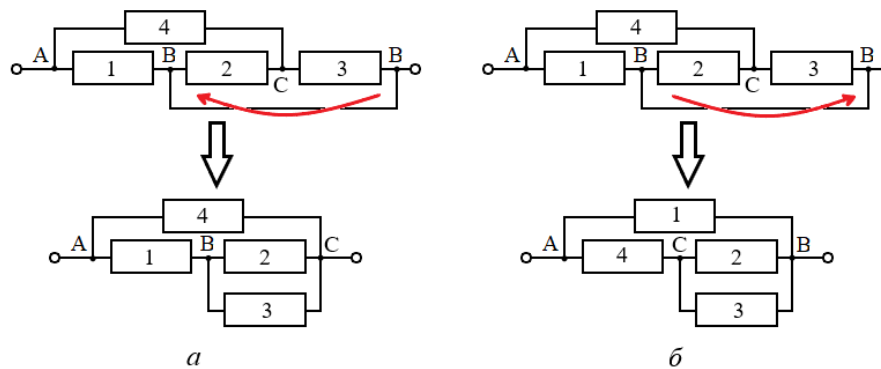


Рисунок 27 – Пример построения эквивалентной схемы

Опыт показывает, что наиболее благодатным полем для использования интуитивного подхода является решение физических задач. Учитель, учитывая



это, может делать необходимые подборки задач к различным темам. Так, если большая часть класса предрасположена к логическому мышлению, то в современных реалиях для экономии времени не стоит злоупотреблять задачами на интуицию. Однако пытаться развивать интуитивное мышление все же необходимо. При этом учитель должен понимать к какому аспекту мышления при составлении пакета задач он апеллирует.

Рассмотрим еще один пример, в котором можно проследить за «развитием логического и интуитивного компонентов мышления на основе предлагаемой методической цепочки введения, развития и применения при исследовании реальных явлений окружающего мира одного из самых фундаментальных понятий современной теории систем многих частиц – температуры» [40].

*Этапы формирования понятия температуры.*

Еще до обучения в школе учащиеся знакомятся с понятием температура. Дети привыкают, что эта величина определяет многие наблюдаемые процессы и в какой-то момент наступает ощущение, что они знают и понимают температуру, однако это только повседневное обывательское знание о температуре, с которым они приходят в школу.

Пропедевтический этап. Впервые представление о температуре учащиеся получают в курсе «Окружающий мир», когда изучают устройство термометра и правила использования его для измерения температуры.

Далее в 7 классе обучаемые получают «новую» информацию о температуре, когда изучают движение молекул и делают вывод о связи скорости движения молекул и температуры, при этом температура как величина вводится для характеристики теплового состояния тела. Важно, чтобы обучаемые усвоили новые знания и продолжали накапливать опыт на лабораторных работах в 8 классе при измерении температуры, а также обратили внимание на влияние температуры на различные физические свойства.

Основной этап начинается в 10 классе. Вновь понятие температура рассматривается на качественном уровне при рассмотрении свойств теплового

равновесия. Обучаемые вспоминают, что более нагретые тела отдают тепло менее нагретым телам при контакте, при этом наступает тепловое равновесие и параметры, характеризующие состояние тела, остаются постоянными, а температуру можно определять как величину, позволяющую описывать тепловое равновесие между телами, находящимися в тепловом контакте.

Таким образом, температура - физическая величина, характеризующая состояние термодинамического равновесия макроскопической системы: во всех частях системы, находящейся в состоянии теплового равновесия, температура имеет одно, и то же значение.

Далее необходимо показать статистический смысл понятия температуры.

«Теоретическое изучение молекулярной модели идеального газа позволяет установить физический смысл эмпирической температуры. Для этого умножаем обе части основного уравнения кинетической теории одноатомных газов:

$$p = \frac{1}{3} nm \langle v^2 \rangle \quad (2.15)$$

на занимаемый газом объём  $V$  и принимаем во внимание, что произведение  $pV$  равно полному числу молекул газа  $N$ . Получаем:

$$pV = \frac{1}{3} Nm \langle v^2 \rangle \quad (2.16)$$

Учитывая, что в состоянии равновесия газ подчиняется уравнению Менделеева-Клапейрона

$$pV = \nu RT, \quad (2.17)$$

получаем с помощью (2.16) и (2.17) для абсолютной эмпирически введённой температуры  $T$  одно из возможных выражений:

$$T = \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{R\nu} E = \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{k} \langle E_k \rangle \quad (2.18)$$

Здесь средняя кинетическая энергия хаотического теплового движения одной молекулы  $\langle E_k \rangle$  связана с полной энергией газа  $E$  соотношением:

$$E = N \langle E_k \rangle = N \cdot m \langle v^2 \rangle / 2 \quad (2.19)$$

Только на этом уровне впервые появляется чёткое, основанное на физических характеристиках системы понимание того, что представляет собой

«степень нагретости тел», фигурировавшая в качестве пояснения смысла температуры на самых первых шагах введения и использования этого понятия. Здесь снова открывается возможность для проявления различных видов интуиции и последующего анализа следствий из экспериментально и логически установленных описанных выше фактов, открывающих новые физические свойства изучаемых систем» [40].

Важно познакомить обучающихся с историей создания эмпирических шкал температур разными учеными, а также показать несовершенство данных шкал, связанных с произвольным выбором реперных точек. После ввести понятие абсолютной температуры и показать преимущества данной шкалы по сравнению с другими.

«Завершающим этапом изучения понятия температуры в курсе физики средней школы с углублённым изучением предметов физико-математического цикла или в курсе общей физики вуза может служить установление соответствия между эмпирической температурой и температурой термодинамической, существование которой обусловлено свойством транзитивности термодинамического равновесия.

Рассмотрим три простые системы  $A$ ,  $B$ ,  $C$ , которые описываются в терминах таких физических величин, как давление  $p$  и объем  $V$ . Транзитивность термодинамического равновесия означает, что при условии, когда система  $A$  находится в равновесии с системой  $B$ , а система  $B$  – в равновесии с системой  $C$ , то система  $A$  будет находиться в равновесии с системой  $C$ .

Выразим это условие математически. Наличие равновесия между системами  $A$  и  $B$  означает, что их термодинамические характеристики  $p_A$ ,  $V_A$ ,  $p_B$ ,  $V_B$  связаны между собой каким-то определённым условием:

$$f_1(p_A, V_A, p_B, V_B) = 0 \quad (2.20)$$

Аналогичное условие связывает между собой и термодинамические параметры систем  $B$  и  $C$ :

$$f_2(p_B, V_B, p_C, V_C) = 0 \quad (2.21)$$

В силу транзитивности термодинамического равновесия из этих условий должно следовать условие:

$$f_3(p_A, V_A, p_C, V_C) = 0 \quad (2.22)$$

На уровне уже имеющихся знаний по математике можно прийти к выводу, что это возможно при условии, что соответствующие соотношения имеют следующую структуру. Например,

$$f_1(p_A, V_A, p_B, V_B) = F_A(p_A, V_A) - F_B(p_B, V_B), \quad (2.23)$$

Тогда

$$f_1 + f_2 = F_A - F_B + F_B - F_C = F_A - F_C = f_3 \quad (2.24)$$

Так как  $f_1 = 0$  и  $f_2 = 0$  в силу условий (2.20) и (2.21), то и  $f_3 = 0$ . Таким образом, фактически доказано, что

$$F_A(p_A, V_A) = F_B(p_B, V_B) = F_C(p_C, V_C) = \tau \quad (2.25)$$

Величина  $\tau$  не зависит от значений объёма и давления каждой из систем и может быть принята за термодинамическую температуру, одинаковую для всех трёх систем, находящихся в состоянии термодинамического равновесия друг с другом.

Если рассматриваемые системы  $A$ ,  $B$  и  $C$  представляют собой газ, то для каждой системы, находящейся в состоянии равновесия, справедливо уравнение Менделеева-Клапейрона:

$$p_A V_A = \nu_A R T, \quad p_B V_B = \nu_B R T, \quad p_C V_C = \nu_C R T, \quad (2.26)$$

Из приведённых соотношений следует, что величины  $F_i$  в случае газов можно выбирать в виде произведения  $\frac{p_i V_i}{\nu_i R}$ , а термодинамическая температура  $\tau$  при этом совпадает с эмпирической температурой  $T$ .

$$pV = 2/3E \quad (2.27)$$

Это равенство однозначно свидетельствует о связи обеих температур с энергией системы.

Обратим особое внимание на то обстоятельство, что одинаковость эмпирической температуры  $T$  у двух находящихся в термодинамическом равновесии систем является твёрдо установленным на опыте фактом, в то время как сама возможность введения понятия термодинамической температуры и

одинаковость термодинамической температуры систем, находящихся в состоянии равновесия друг с другом, устанавливается логическим путём и является следствием транзитивности термодинамического равновесия. Однако сама транзитивность равновесия является установленным на опыте свойством физических систем. Таким образом, в результате цепочки интуитивных и логических умозаключений мы приходим к выводу об определённой иерархии значимости различных, на первый взгляд, схожих экспериментальных фактов: различные факты позволяют получать из них разные по глубине и значимости теоретические выводы.

Подводя итог приведённому рассмотрению возможности развития мышления обучаемых в направлении выработки умения и склонности к проявлению интуиции, особо подчеркнём обязательность сочетания логических и интуитивных моментов. Сам выбор основного экспериментального факта, который принимается за фундаментальный, и на анализе которого проводятся теоретические построения, производится на основе интуитивных представлений. Но успех в развитии теории определяется как удачностью этого выбора, так и качеством дальнейшего логического исследования проблемы» [40].

### **Выводы по второй главе**

В главе предлагаются возможные способы для диагностики и преодоления познавательных барьеров при обучении физике на конкретных примерах.

1. Предложена модель методики обнаружения и преодоления познавательных барьеров при обучении физике. Оценить результат методики можно, проводя наблюдение за деятельностью учащихся на уроках физики, анализируя продукты деятельности: грамотность и логичность их рассуждений, сравнивая количество допускаемых ошибок, совершаемых при изучении новых тем, определяя уровень мотивации к изучению физики по активности на уроках физики.

2. Одним из проявлений познавательных барьеров является наличие у обучаемых типовых ошибок, анализ и систематизация которых позволяет диагностировать данные затруднения. В исследовании предлагается использовать подборки заданий по физике, подобранных таким образом, чтобы выявлять затруднения в соответствии с тремя типами познавательных барьеров. Уточнять или подтверждать наличие познавательных барьеров можно, используя алгоритмы с заданиями, учитывающими возможные ошибки. Анализ полученных результатов позволяет определить какой тип познавательных барьеров преобладает в коллективе школьников, что в свою очередь можно использовать для корректировки методики преподавания.

3. В работе предлагается проводить работу не только по преодолению познавательных барьеров, но и их предупреждению. Методика предупреждения познавательных барьеров заключается в смещении акцентов в методике преподавания, а также разработке и применении ряда дополнительных заданий по школьному курсу физики, типы которых в настоящее время в практике обучения представлены недостаточно, но их освоение в одних разделах должно положительно повлиять на выполнение подобных заданий в других разделах.

4. Впервые в рамках исследования рассматривается важность обнаружения и преодоления познавательных барьеров, связанных с проблемой сочетания логики и интуиции в познавательной деятельности. Показано, что задача создания условий для развития интуиции школьников связана с накоплением ими как необходимой и достаточной базы результатов интеллектуальной деятельности предшествующих поколений, так и примеров интеллектуальных догадок, озарений. Эффективным средством, не только выявляющим, но и развивающим интуитивные компоненты мышления у обучаемых можно считать решение физических задач.

### **ГЛАВА 3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА МЕТОДИКИ ДИАГНОСТИКИ И ПРЕОДОЛЕНИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНЫХ БАРЬЕРОВ ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ**

Для подтверждения гипотезы о том, что своевременная диагностика и преодоление познавательных барьеров при обучении физике позволяет повысить уровень физического понимания учащихся, снизить количество допускаемых типовых ошибок, а также повлиять на способность обучающихся к самостоятельному преодолению познавательных барьеров, были поставлены следующие задачи экспериментальной части исследования:

- выявить индикаторы, по которым можно судить о наличии познавательного барьера, собрать «коллекцию» типовых ошибок учащихся;
- разработать методику обнаружения и преодоления познавательных барьеров;
- проверить эффективность разработанной методики диагностики и преодоления познавательных барьеров.

В таблице 6 представлены этапы педагогического эксперимента.

<i>Этап</i>	<i>Годы</i>	<i>Цели</i>	<i>Методы</i>	<i>Экспериментальная база</i>
Констатирующий	2015–2020	<ul style="list-style-type: none"> <li>- собрать информацию о часто совершаемых ошибках обучающихся:</li> <li>- связать типовые ошибки, которые совершают обучающиеся с наличием в их сознании познавательных барьеров;</li> <li>- провести первичные диагностические работы с учащимися для выявления признаков, по которым можно судить о наличии познавательных барьеров.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- анализ документации (опыт педагогов);</li> <li>- устный опрос;</li> <li>- интервьюирование;</li> <li>- наблюдение;</li> <li>- изучение педагогической документации;</li> <li>- первичные (диагностические) задания.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ГБОУ СОШ № 313,</li> <li>- ГБОУ СОШ №535 г. Санкт-Петербурга, ГБПОУ «Колледж метростроя» г. Санкт-Петербурга,</li> <li>- МБОУ СОШ № 3 г. Коммунара,</li> <li>- МБОУ КСОШ №5 г. Кингисеппа</li> </ul>
Формирующий	2016–2021	<ul style="list-style-type: none"> <li>- разработать способы педагогической работы по выявлению и преодолению познавательных барьеров;</li> <li>- провести проверку гипотезы исследования, осуществив смещение акцентов в методике преподавания.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- педагогический эксперимент;</li> <li>- промежуточные (диагностические) задания.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ГБОУ СОШ № 313,</li> <li>- МБОУ СОШ № 3 г. Коммунара,</li> <li>- МБОУ КГО "Гимназия" г. Костомукша, РГПУ им. А. И. Герцена</li> </ul>
Контрольный	2021–2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>- провести проверку результатов педагогического исследования.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- наблюдение;</li> <li>- изучение педагогической документации;</li> <li>- контрольные (диагностические) задания;</li> <li>- обобщение.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ГБОУ СОШ № 313 г. Санкт-Петербурга,</li> <li>- МБОУ СОШ № 3 г. Коммунара,</li> <li>- МБОУ КГО "Гимназия" г. Костомукша, РГПУ им. А. И. Герцена</li> </ul>

Констатирующий и формирующий этапы имеют временное пересечение, которое объясняется тем, что процесс поиска типовых ошибок не имеет ограничения и может продолжаться на протяжении всей педагогической деятельности.



### 3.1. Констатирующий этап

На констатирующем этапе педагогического эксперимента была собрана и проанализирована информация о часто совершаемых ошибках обучающихся, для этого проводились опросы учителей, анализ аналитических и методических материалов по результатам выпускных экзаменов (<https://fipi.ru/>) [2] за период с 2011 по 2021 годы, наблюдение за обучающимися ГБОУ СОШ №313 г. Санкт-Петербурга и студентами факультета физики РГПУ им. А. И. Герцена. Были проведены первичные диагностические работы для выявления признаков проявления познавательных затруднений, для этого разрабатывались проверочные работы с включенными заданиями, которые предположительно должны были бы вызвать затруднения обучающихся. Интерпретация результатов данных проверочных работ позволила зафиксировать наличие в сознании обучающихся познавательных барьеров одного из трех типов. На данном этапе исследования в эксперименте приняли участие 271 учащийся ГБОУ СОШ №313 г. Санкт-Петербурга.

Ниже приведен пример одного из заданий, которое было добавлено в проверочные работы для обучающихся 9-х и 10-х классов (2016–2020 уч. гг.), чтобы проверить возможную ошибку, связанную с неумением вычленять информацию из текста условия задачи и применять полученные данные в схожих ситуациях:

*Столкнулись грузовой автомобиль массой  $6\text{ т}$  и легковой автомобиль массой  $1,5\text{ т}$ . Сила удара, которую испытал легковой автомобиль, равна  $9\text{ кН}$ . Какую силу удара испытал при этом грузовой автомобиль?*

Учащимся кажется, что масса дана не просто так, поэтому они подбирают возможные формулы, в которых есть масса и сила, выражают ускорение и ищут силу удара грузовика через его массу и получившееся ускорение. Только «внимательный» учащийся, проанализировав условие, может с уверенностью

применить III закон Ньютона и без труда ответить на условие задачи. Результаты ответов на диаграмме (рис. 28).

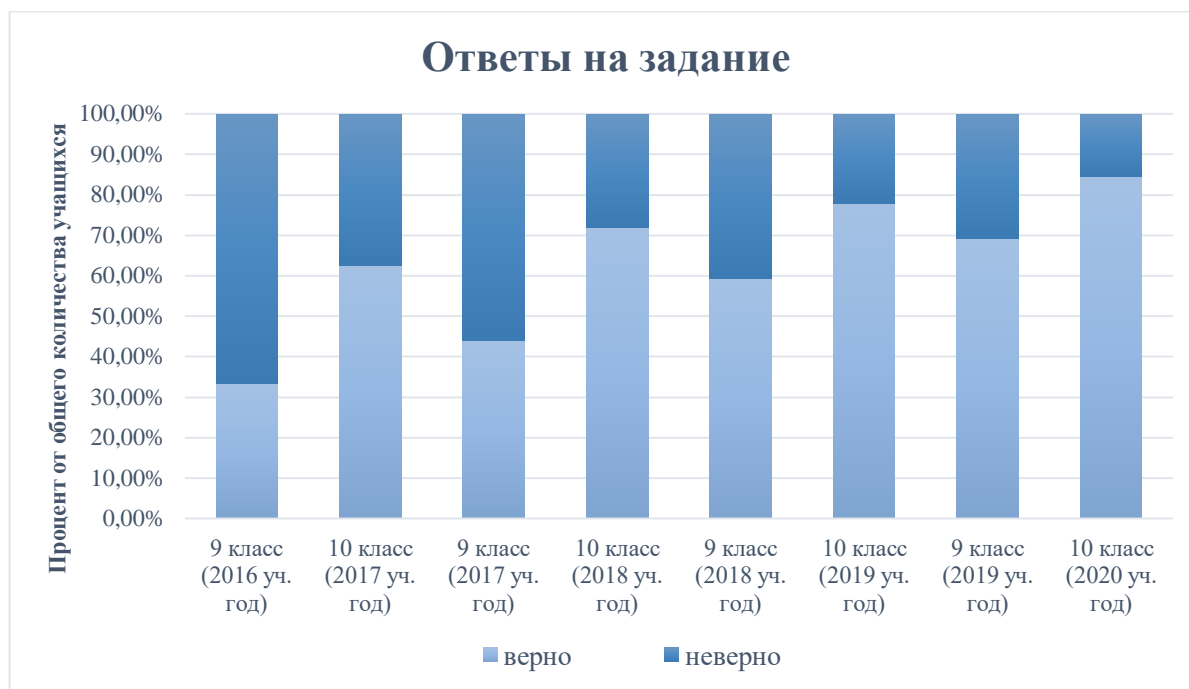


Рисунок 28 – Ответы учащихся на задачу о III законе Ньютона с лишними данными

Из диаграммы видно, что в 10-м классе большее количество обучаемых справляются с заданием, также можно предположить, что первые шаги в смещении акцентов методики меняют картину по частоте неверных ответов. Так с 2017 года было увеличено количество заданий с лишними значениями, а также количество заданий, которые необходимо решить в общем виде. Задания «без чисел» добавлены, так как зачастую учащиеся полагают, что в условии задачи не хватает данных, например, о массе тела как в задаче:

*Тело скользит равномерно по наклонной плоскости с углом наклона  $45^\circ$ . Чему равен коэффициент трения?*

Безусловно в условие задачи можно добавить массу тела, чтобы избежать вопросов от школьников о том, как решить задачу, если ничего не известно кроме угла. При этом важно после полученного решения задачи обсудить какие данные не пригодились для нахождения численного ответа задачи и тогда это будет задача с «лишними» данными и будет проведена работа по анализу условия

задачи и ее решения. Также можно предложить решить данную задачу в общем виде:

*Тело скользит равномерно по наклонной плоскости с углом наклона  $\alpha$ . Чему равен коэффициент трения?*

Важно также провести анализ полученного ответа, задав школьникам следующие вопросы: *что необходимо знать в условии задачи, чтобы получить числовое значение коэффициента трения? при каком угле наклона плоскости тело не будет скользить?* Такая работа направлена на анализ условия задачи и полученного ответа, устанавливаются все отличительные особенности физического явления, лежащего в основе задачи, выделяются специфические связи и закономерности, а также границы их применимости.

Учитель самостоятельно может изменять условия заданий для обучающихся, однако к данному процессу необходимо подходить с осторожностью. Излишняя перегруженность задачи может вызвать у обучаемых дополнительные затруднения. Так в часть проверочных работ были добавлены задания с измененным условием, например в следующей задаче было добавлено условие «*Ответ приведите в эВ*»:

*Поток фотонов выбивает из металла с работой выхода 3 эВ фотоэлектроны. Энергия фотонов в 1,3 раза больше максимальной кинетической энергии фотоэлектронов. Какова максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов? Ответ приведите в эВ.*

По результатам проверочной работе из 25 школьников треть сделали лишнее действие в решении задачи (рис. 29).

$$\begin{aligned}
 E_{\text{ф}} &= A_{\text{вых}} + E_{\text{к}} \\
 1,3 E_{\text{к}} &= 3 + E_{\text{к}} \\
 0,3 E_{\text{к}} &= 3 \\
 E_{\text{к}} &= \frac{3}{0,3 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = \\
 &= 6,25 \cdot 10^{19} \text{ эВ}
 \end{aligned}$$

Рисунок 29 – Ошибочное решение задачи учащимся

На вопрос, зачем кинетическую энергию делить на  $1,6 \cdot 10^{-19}$ , были получены следующие ответы: кинетическая энергия же дана в джоулях и т. п. Учащимся было предложено сначала вывести формулу в буквенном виде, потом записать числовых значений с единицами измерения. После чего необходимость переводить кинетическую энергию из джоулей в электронвольты сразу исчезла, ученики только удивились своей ошибке: *как я мог? зачем я делила?* и т. п. Данную задачу без добавочной фразы «*Ответ приведите в эВ*» в другом классе решили без подобной ошибки.

Ежегодно на сайте ФИПИ выкладываются методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ. В данных отчетах указаны какие разделы нуждаются в более тщательной проработке во время подготовки к экзамену, а также даны процентные соотношения верных и неверных ответов и их сравнения с результатами предыдущего года. Проводя по данным отчетам анализ неверных ответов и частоту их проявления, можно выявить причину, вызвавшую именно подобный ответ. В работе было проведено изучение и сопоставление данных аналитических отчетов за разные годы, которое показало систематичность проявления одних и тех же ошибок у школьников. Интересно, что при изменении типа заданий возникали «перерывы в ошибках по конкретной задаче» на несколько лет, однако ошибки обнаруживались на других задачах, где рассматривались схожие типы заданий. Например, «с 2011 по 2018 годы учащиеся совершали ошибки в заданиях с использованием схематических рисунков, в частности неправильно выбирали направление линий магнитного поля, силы Ампера и силы Лоренца» [32], или совершали ошибки в задачах, где необходимо вычленять информацию из таблиц и т. д, при этом условие или темы заданий могут меняться, а ошибки все также совершаются. Рассмотрим, статистику ответов выпускников на следующее задание за 2012 год:

*«Пример 3. В таблице 7 представлены данные о положении шарика, колеблющегося вдоль оси  $Ox$  в различные моменты времени.*

Таблица 7 – Данные о положении шарика, колеблющегося вдоль оси  $Ox$  в различные моменты времени

$t, c$	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2
$x, мм$	0	2	5	10	13	15	13	10	5	2	0	-2	-5	-10	-13	-15	-13

*Каков период колебаний шарика?*

1) 3,2 с 2) 1 с 3) 2 с 4) 4 с

*Ответ: 4».*

Примерно 40% выпускников выбрали третий дистрактор и столько же выбрали правильный ответ 4. При этом та же статистика показывает, что анализировать графики у обучаемых получается гораздо успешнее, а значит, в основном учащиеся знают законы, описанные в таблицах, однако корректно «прочитать» информацию они не могут.

В отчете ФИПИ за 2019 год по другой теме были такие же результаты:

*«Пример 17*

*В таблице 8 показано, как менялся ток в катушке идеального колебательного контура при свободных электромагнитных колебаниях в этом контуре.*

Таблица 8 – Изменение значения силы тока от времени в колебательном контуре

$t, 10^{-6} c$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$I, 10^{-3} A$	4,0	2,83	0	-2,83	-4,0	-2,83	0	2,83	4,0	2,83

*Вычислите по этим данным энергию катушки в момент времени  $5 \cdot 10^{-6} c$ , если емкость конденсатора равна 405 нФ. Ответ выразите в наноджоулях (нДж), округлив до целого.*

*Ответ: \_\_\_\_\_ нДж.*

Верный ответ (даже с учетом неправильных округлений) привели всего 8% участников экзамена. При этом 36% пропустили задание, не приведя никакого ответа, а веер неверных ответов очень разнообразен и не дает информации о какой-либо типичной ошибке. Можно предположить, что основным затруднением стала не формула для энергии магнитного поля (судя по заданиям базового уровня ее знает и помнит большинство участников), а операция расчета

индуктивности катушки через емкость конденсатора и период колебаний, который необходимо было вычлнить из таблицы.» [3, с. 17].

Дополнительно для проверки данного утверждения в диагностические проверочные работы были включены задания, в которых необходимо вычлнять информацию из таблиц. Для этого были подготовлены дистанционные тесты, в которых одно из заданий взято из открытого банка ФИПИ, решение которого на тот момент было не распространено в интернете (рис. 30), чтобы избежать вероятности списывания из интернета. Проверочная работа была предложена в качестве самостоятельной работы учащимся 9-х классов и 11 классов ГБОУ СОШ № 313 в 2020 году.

На рисунке представлен фрагмент Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева.

79 <b>Au</b> Золото 197	80 <b>Hg</b> Ртуть 200,61	81 <b>Tl</b> Таллий 204,37	82 <b>Pb</b> Свинец 207,19	83 <b>Bi</b> Висмут 209	84 <b>Po</b> Полоний [210]	85 <b>At</b> Астат [210]	86 <b>Rn</b> Радон [222]
-------------------------------	---------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	-------------------------------	----------------------------------	--------------------------------	--------------------------------

Используя таблицу, из предложенного перечня выберите *два* верных утверждения. Укажите их номера.

- 1) В результате бета-распада ядра таллия образуется ядро свинца.
- 2) В результате альфа-распада ядра свинца-185 образуется ядро полония.
- 3) Ядро золота-200 содержит 79 протонов.
- 4) Нейтральный атом золота содержит 197 электронов.
- 5) Положительный ион золота содержит 80 протонов.

Рисунок 30 – Задание из открытого банка ФИПИ [70]

Результаты ответов учащихся 9-х классов представлены в диаграмме (рис. 31).



Рисунок 31 – Ответы учащихся 9-х классов на задание из ФИПИ

Из 50 учащихся 9-х классов выбрали верные утверждения 3 человека, частично верные утверждения (один верный вариант) – 33 школьника и 14 учащихся не справились с заданием. Интересным показалось, что 30 учащихся выбрали утверждение «нейтральный атом золота содержит 197 электронов», а 14 учащихся выбрали утверждение «положительный ион содержит 80 протонов». При этом на другой вопрос: *сколько протонов, нейтронов и электронов содержит атоме  ${}^9_4\text{Be}$*  – 46 учащихся дали правильный ответ.

Эти два задания были включены в проверочную работу 11 класса, результаты отображены на диаграмме (рис. 32).



Рисунок 32 – Ответы учащихся 11 класса на задание из ФИПИ

Всего работу писали 21 учащийся, из них 12 учащихся выбрали ответ утверждение «нейтральный атом золота содержит 197 электронов», 13 учащихся – «положительный ион золота содержит 80 протонов», 5 учащихся сразу оба ответа. При этом 18 школьников правильно ответили на вопрос про количество протонов, нейтронов и электронов в бериллии. Возможная причина ошибок в задаче из ФИПИ может быть связана с затруднениями, возникающими при вычленении информации из таблиц, так как предложенная таблица имеет непривычный вид (в таблице Менделеева чаще порядковый номер расположен ниже атомного числа), то обучающиеся поспешно выбирают в ответе «нейтральный атом золота содержит 197 электронов», полагая, что число 197 обозначает количество протонов в ядре.

Для диагностики и проверки именно недостаточных умений вычленять информацию из таблиц в данной работе с обучающимися использовались «двойные вопросы». Подобные диагностические тесты с «двойными вопросами» проводили в своем исследовании С. Сухарто и др. [120, 121]. По мнению авторов двухуровневые диагностические тесты с несколькими вариантами ответов являются наиболее надежным инструментом оценки, разработанным для выявления ошибок учащихся. Авторы предлагают на первом уровне давать вопросы с множественными ответами, а на втором уровне проверять аргументацию учащихся в отношении своего выбора на первый вопрос. При этом в исследовании С. Сухарто делается уточнение, что двухуровневый тест с множественным выбором ответов не дает возможности проводить дифференцирование ошибок, если учащиеся угадают ответ. Однако авторы помимо двухуровневой диагностики использовали дополнительно модель Раша (Rasch Models) – модель измерения, которая способствует получению точных результатов об уровне способностей учащихся, даже несмотря на наличие в анализе «угаданных» ответов [121]. В нашем исследовании после проведения работы с диагностическим заданием проводились беседы с обучающимися, которые допустили ошибку, так как в исследовании стояла цель не только выявить ошибку и избежать «угадывание» ответа, но и выделить причину, вызвавшую возникновение данной ошибки.

Еще один пример ошибок и выяснения причин их совершения при помощи интервьюирования можно рассмотреть на примере неверных ответов на следующее задание:

*На рисунке 33 представлена электрическая цепь. Изобразите схему данной электрической цепи. Ответьте на вопрос: как соединены гальванические элементы («батарейки»)?*



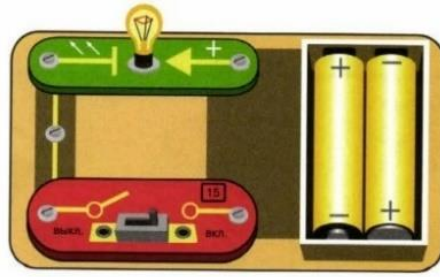


Рисунок 33 – Изображение к задаче из рабочей тетради по окружающему для 1 класса [77, с. 40]

Из 70 учащихся верно изобразили схему и ответили на вопрос задания 16 человек. С результаты по каждому классу представлены на диаграмме (рис. 34).

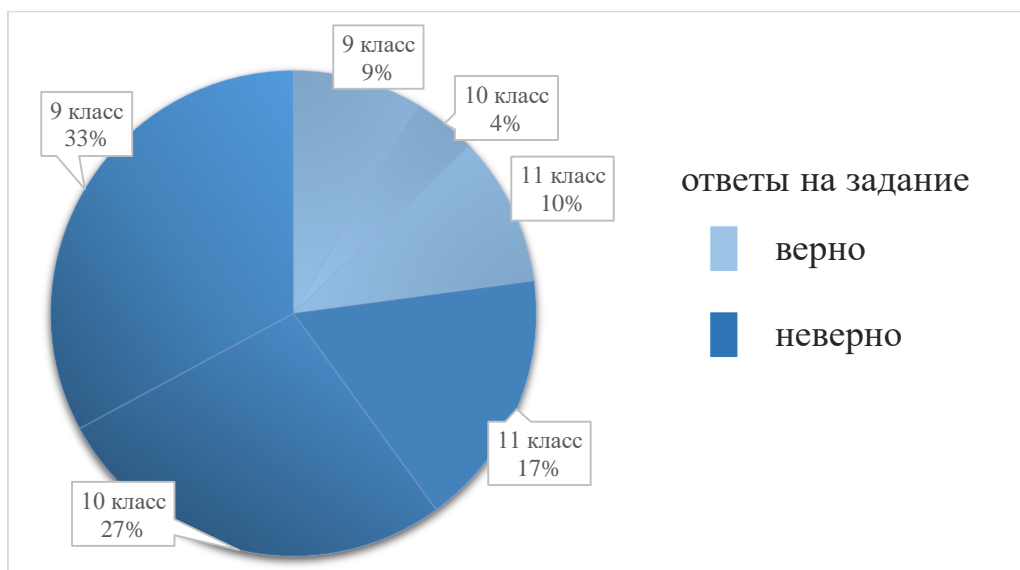


Рисунок 34 – Ответы учащихся на задание из рабочей тетради по окружающему миру

После проверочной работы с учащимися, которые совершили ошибку, провели беседы и попросили обосновать свой ответ: почему они изобразили именно такую схему, на основании чего решили, что батарейки соединены параллельно. Здесь также будут полезны вопросы о правилах соединения приборов в цепи, чтобы выяснить не является ли причиной ошибки просто незнание или непонимание принципов последовательного и параллельного соединения. Как показал опрос правила соединения приборов в цепи учащиеся, в которых проводилась проверка, знают, а ошибка возникла из-за поспешности ответа. Учащиеся, которые торопятся, дают неверный ответ: батарейки соединены параллельно. Такая поспешность в выборе ответа связана с тем, что визуально

школьникам соединение «батареек» на данном рисунке напомнило привычную схему параллельного соединения двух резисторов, а полярность подключения батареек для них оказалась несущественной.

В ходе исследования 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 (срез данных за 2020 уч. год I и II четверть для 7–9 классов ГБОУ СОШ №313, представленный на рисунках 35, 36 и 37).

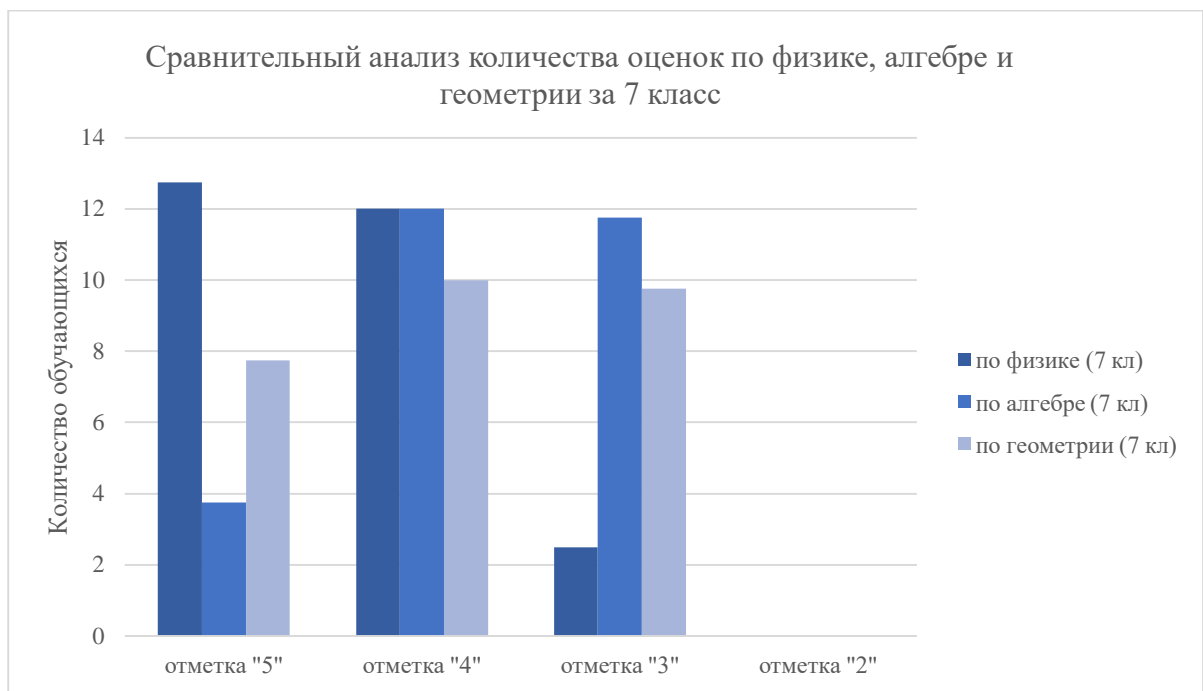


Рисунок 35 – Сравнительный анализ количества оценок по физике, химии, алгебре и геометрии за 7 класс

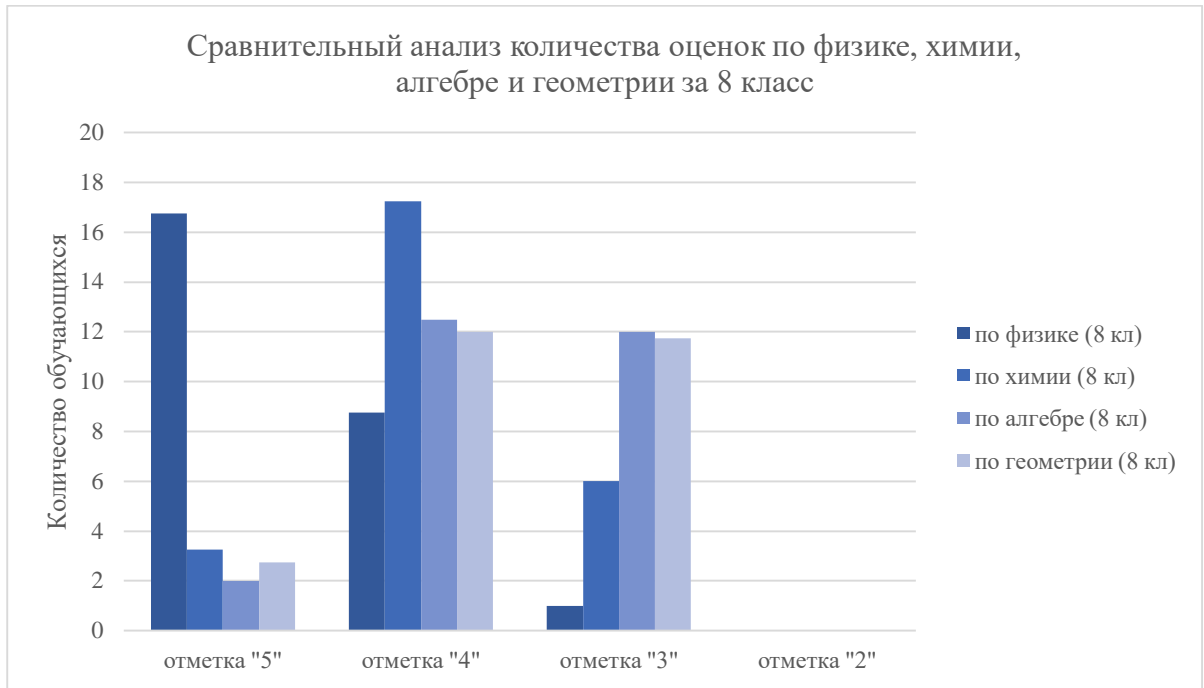


Рисунок 36 – Сравнительный анализ количества оценок по физике, химии, алгебре и геометрии за 8 класс

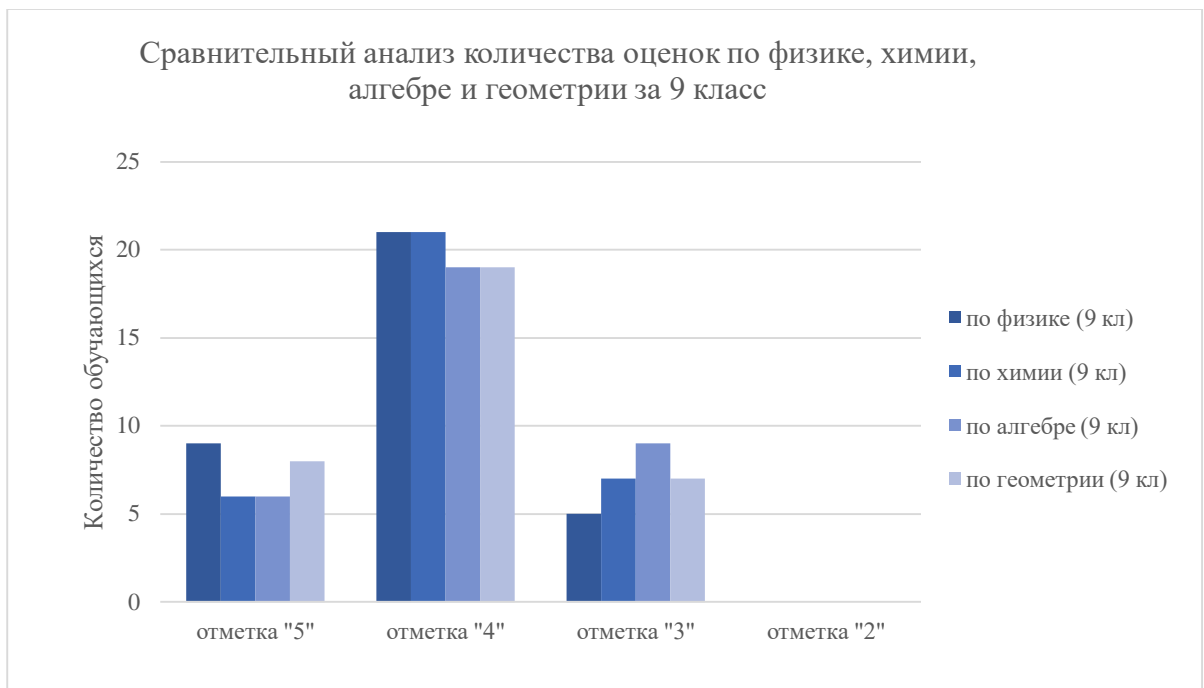


Рисунок 37 – Сравнительный анализ количества оценок по физике, химии, алгебре и геометрии за 9 класс

В данном анализе уже прослеживается идея о связи освоения смежных дисциплин. 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. В нашей статье [50] «Взаимосвязь освоения учебных предметов «физика» и «математика» учащимися основной школы» уменьшить влияние данного фактора позволил большой объем выборки. В качестве инструмента исследования был выбран коэффициент сопряженности Чупрова, характеризующий тесноту связи между качественными признаками [110, с. 163].

«Всего были проанализированы итоговые отметки у 854 учащихся 7 классов, 525 учащихся 8 классов и 324 учащихся 9 классов образовательных учреждений Санкт-Петербурга и Ленинградской области. 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.» [78, с. 67]. Здесь необходимо отметить, что при обнаруженной тесной взаимосвязи между изучением физики и математики можно говорить о важности согласованности программ по данным дисциплинам.

На сегодняшний день в связи с многообразием программ появляется рассогласование курсов математики и физики. Учителя все чаще сталкиваются с затруднениями обучаемых, источником которых является неумение учащихся применять тот или иной математический прием в конкретной ситуации.

Математика дает физике такие приемы, которые помогают выразить зависимости между физическими величинами, которые мы получаем из эксперимента или в результате теоретических исследований. Поэтому содержание преподавания физики зависит от уровня математической подготовки обучаемых. Конечно, программу по физике пытаются составить так, чтобы учитывать знания по математике, но проблемы все равно существуют.

Например, были обнаружены ошибки, совершаемые учениками на уроке, когда необходимо построить график зависимости перемещения от времени, а учащиеся привыкли видеть на уроках алгебры только функцию в виде:  $y = f(x)$ . Часть учащихся не в состоянии соотнести зависимость  $y$  от  $x$  и зависимость перемещения  $s$  от времени  $t$  из-за того, что всегда решали задачи с одними и теми же буквенными значениями.

Для более успешного изучения физики большое значение имеет владение учениками быстротой счета, приближенными вычислениями, умением строить графики по виду элементарных функций, которые выражают физические закономерности, а также умение по построенным кривым получать аналитические выражения функциональной зависимости. При этом ученики должны понимать, что абстрактные математические положения, которые относятся к зависимостям функции, переплетаются с конкретными физическими представлениями. В математике графики изучаются абстрактно, а в физике при изучении явлений происходит их конкретизация. Математика дает физике тот аппарат, который помогает выражать общие физические закономерности, а физика стимулирует развитие математики постановкой новых задач. Таким образом, связь между физикой и математикой довольно важна. И преодоление затруднений, возникающих из-за ее отсутствия, важная задача для учителей физики. В работе Яковец Е.Е. «Преодоление математических затруднений учащимися при обучении физике в основной школе» [113] этой проблеме уделено много внимания. Учащиеся не пользуются тем, что дали им на математике, на уроках физики. В какой-то мере это происходит из-за особенностей терминологии, используемой на этих двух предметах.

Подводя итог констатирующего этапа, можно сделать вывод, что учащиеся систематично совершают при решении заданий типовые ошибки. Наблюдение и опросы позволяют выделить признаки (внешние проявления познавательных барьеров), интерпретация которых позволяет судить о наличии в сознании обучающегося познавательного барьера одного из трех типов.

### 3.2. Формирующий этап

На формирующем этапе с учетом результатов, полученных в ходе констатирующего этапа, была разработана методика обнаружения и преодоления познавательных барьеров при обучении физике, описанная во второй главе. Предлагаемая методика должна учитывать программы по физике, по которым происходит обучение в образовательных учреждениях, поэтому основной ее идеей было смешение акцентов в преподавании тем курса физики и в создании условий для преодоления возможных затруднений, а также в разработке дополнительных заданий.

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. В 2020 и 2021 уч. годах проводилась проверка и корректировка разработанных карточек с заданиями (приложение 2) на обучающихся 7 и 8 классов. В эксперименте участвовало 2 класса одной параллели (7а – 30 учащихся, 7б – 25 учащихся). Для верной интерпретации ошибочных ответов потребовались дополнительные задания, поэтому к карточкам были подготовлены задания по тем же темам (приложение 3).

В ходе эксперимента были выявлены индивидуальные затруднения учащихся, а анализ ответов позволил определить какие познавательные барьеры преобладают в каждом из исследуемых классов, что в свою очередь позволило откорректировать дальнейшую работу с данными обучающимися. Так, например, у одной трети учащихся 7б класса был обнаружен барьер исходного познавательного опыта, проявляющийся в нарушении логики рассуждений, а также в несформированности мыслительных и логических операций на уровне, соответствующем этапу обучения; у двух третей класса был обнаружен барьер формируемого познавательного опыта, который проявляется в неумении при-

менять сформированные действия в измененной ситуации и невозможности междисциплинарного переноса. Часть ошибок имела математический характер (например, недостаточные умения работы с обыкновенными дробями и т.п.) и это отражается в успеваемости данного класса по алгебре и геометрии (рис. 38). Часть ошибок связана с неумением переносить знания из математики на физику, что было подтверждено при индивидуальных обсуждениях ошибок (например, когда ученику предлагалось решить задачу с использованием буквенных обозначений из математики).

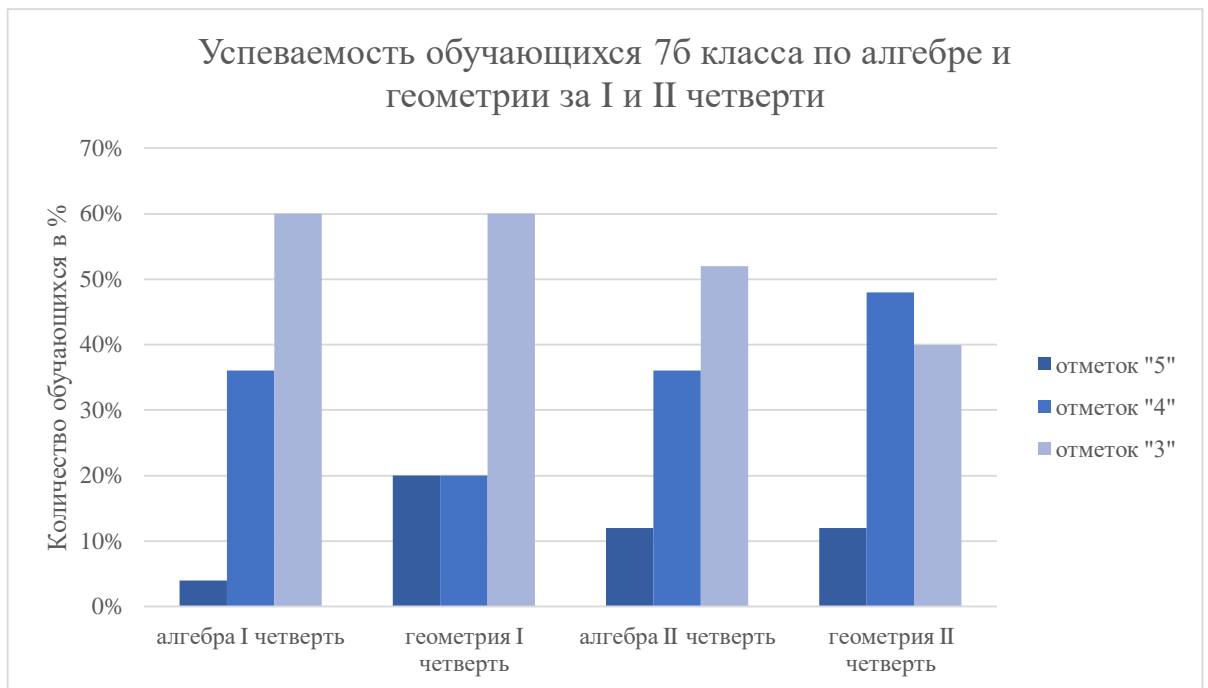


Рисунок 38 – Успеваемость обучающихся 7б класса по алгебре и геометрии за I и II четверти 2020 уч. года.

Ниже приведены примеры заданий из карточек, в которых были допущены ошибки данными учащимися 7б класса.

1. На рисунке 39 изображен график зависимости пути от времени при равномерном движении тела. Найдите скорость тела?

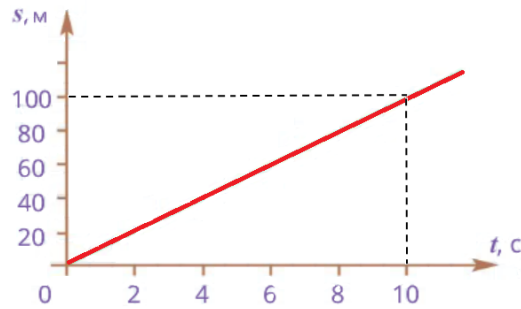


Рисунок 39 – График зависимости пути от времени условию задачи

2. На графике (рис. 40) показана зависимость между силой упругости и удлинением пружины. Определите коэффициент жесткости пружины.

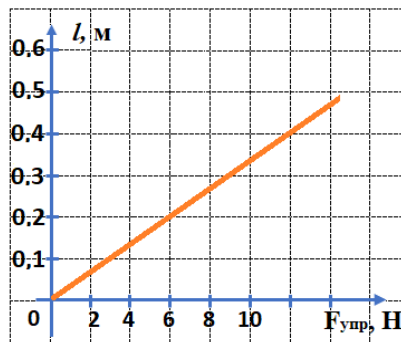


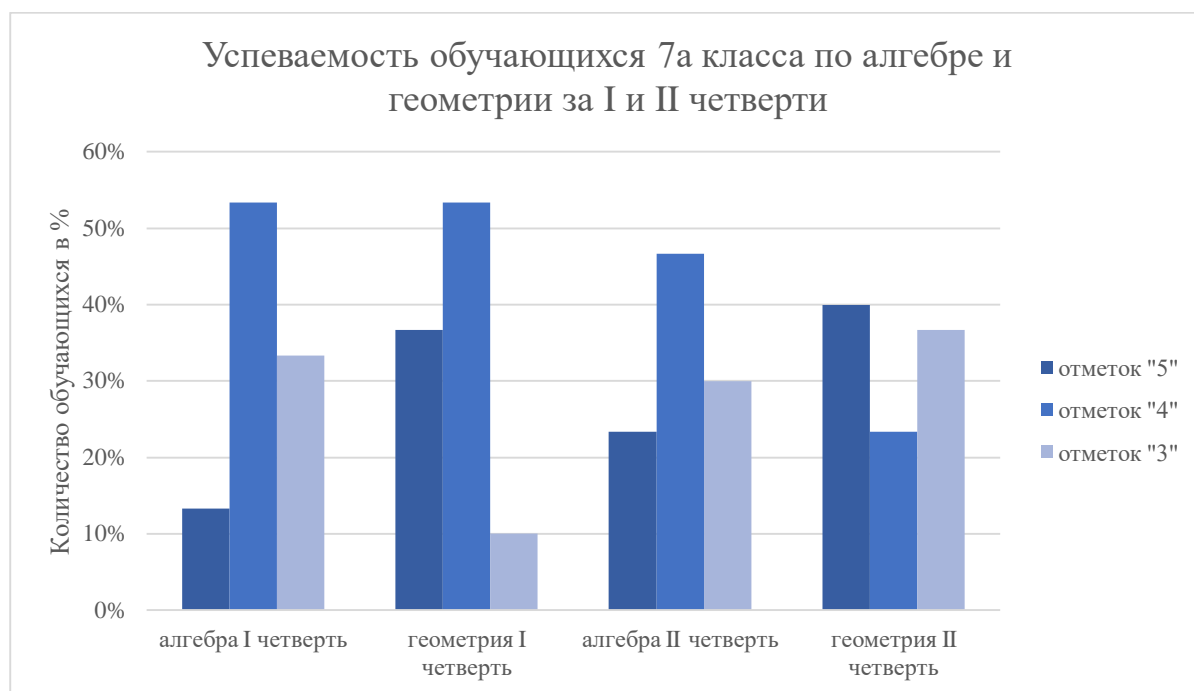
Рисунок 40 – График зависимости между силой упругости и удлинением пружины к условию задачи

3. 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 т? (плотность кирпича  $1800\text{ кг/м}^3$ ).

4. Чему равна Архимедова сила, действующая на кусок мрамора объемом  $60\text{ см}^3$ , на треть погруженный в воду?

В 7а классе с этими же заданиями справилось 90% обучающихся. Успеваемость по математике у данных обучающихся выше (рис. 41), что позволяет полагать, что у обучающихся этого класса нет затруднений данного характера, или познавательные барьеры были оптимальной высоты и обучающиеся преодолели их в ходе обучения.





**Рисунок 41 – Успеваемость обучающихся 7а класса по алгебре и геометрии за I и II четверти 2020 уч. года.**

Поскольку в классах в среднем от 25 до 35 обучающихся, то проводить индивидуальные беседы на постоянной основе для уточнения типа познавательного барьера не представляется возможным, поэтому в ходе педагогического эксперимента разрабатывались алгоритмы по обнаружению познавательных барьеров, учитывающие полученную информацию на первом этапе исследования.

### **3.3. Контрольный этап**

На данном этапе проводилась итоговая проверка успешности предложенной методики обнаружения и преодоления познавательных барьеров и сравнение результатов обучения в контрольной и экспериментальной группах. Всего на данном этапе в исследовании приняло участие 362 школьника и 9 студентов вуза.

Для проверки выдвинутой гипотезы было запланировано сравнение образовательных результатов в экспериментальных группах, в которых на испытуемых оказывалось воздействие, т. е. применялась предлагаемая методика,

и в контрольных группах, где воздействие отсутствовало (см. табл. 9). 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).

Таблица 9 – Участники эксперимента

Группа	Класс (количество обучающихся, год)	Комментарий
Экспериментальная	9а класс (30 чел., 2022 уч. год) и 9б класс (29 чел., 2022 уч. год)	за этими обучающимися велось наблюдение с 7 класса и применялась разработанная методика по преодолению познавательных барьеров
	10 класс (21 чел., 2021 уч. год)	за этими обучающимися велось наблюдение с 9 класса и применялась разработанная методика по преодолению познавательных барьеров
Контрольная	10 класс (14 чел., 2021 уч. год)	за данными обучающимися не велось наблюдение ранее
	10 класс (19 чел., 2022 уч. год)	за данными обучающимися не велось наблюдение ранее

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 проводился входной контрольный тест, состоящий из 10 заданий и опросы, которые проверяли теоретические знания обучающихся. В качестве инструмента исследования был выбран критерий Крамера-Уэлча, который «предназначен для проверки гипотезы о равенстве средних (строго говоря – математических ожиданий) двух выборок» [64]. Нас интересовал уровень знаний обучающихся экспериментальной и контрольной группы, в выборке мы использовали результаты тестирования. Для определения достоверности

совпадений и различий характеристик сравниваемых выборок для экспериментальных данных, измеренных в шкале отношений, мы вычислили для сравниваемых выборок  $T_{\text{эмп}}$  – эмпирическое значение критерия Крамера-Уэлча по формуле:

$$T_{\text{эмп}} = \frac{\sqrt{M \cdot N} |\bar{x} - \bar{y}|}{\sqrt{M \cdot D_x + N \cdot D_y}}, \quad (3.1)$$

где  $N$  – количество обучающихся экспериментальной группы,  $M$  – количество обучающихся контрольной группы,  $\bar{x}$  – среднее значение выборки (баллов за тестирование) экспериментальной группы,  $\bar{y}$  – среднее значение выборки (баллов за тестирование) контрольной группы,  $D_x$  – выборочная дисперсия (разность между минимальным и максимальным элементами) экспериментальной группы,  $D_y$  – выборочная дисперсия (разность между минимальным и максимальным элементами) контрольной группы.

Полученное значение меньше критического значения для уровня значимости 0,05 ( $T_{\text{эмп}}=0,54 < T_{0,05}=1,96$ ). Сравнение результатов тестов экспериментальной и контрольной группы по критерию Крамера-Уэлча показало, что группы находятся на одном уровне знаний.

Далее обучающимся были предложены диагностические работы с использованием разработанных алгоритмов. Приведем полученные результаты диагностики познавательных барьеров, полученные при использовании алгоритма на примере решения задач на тему «средняя путевая скорость» (рис. 8). Рассмотрим более подробно результаты выполнения заданий по предложенному алгоритму отдельно по каждому классу. На диаграммах (рис. 42) изображено распределение учащихся 10 класса 2021 уч. года по результатам решения первой предложенной задачи.

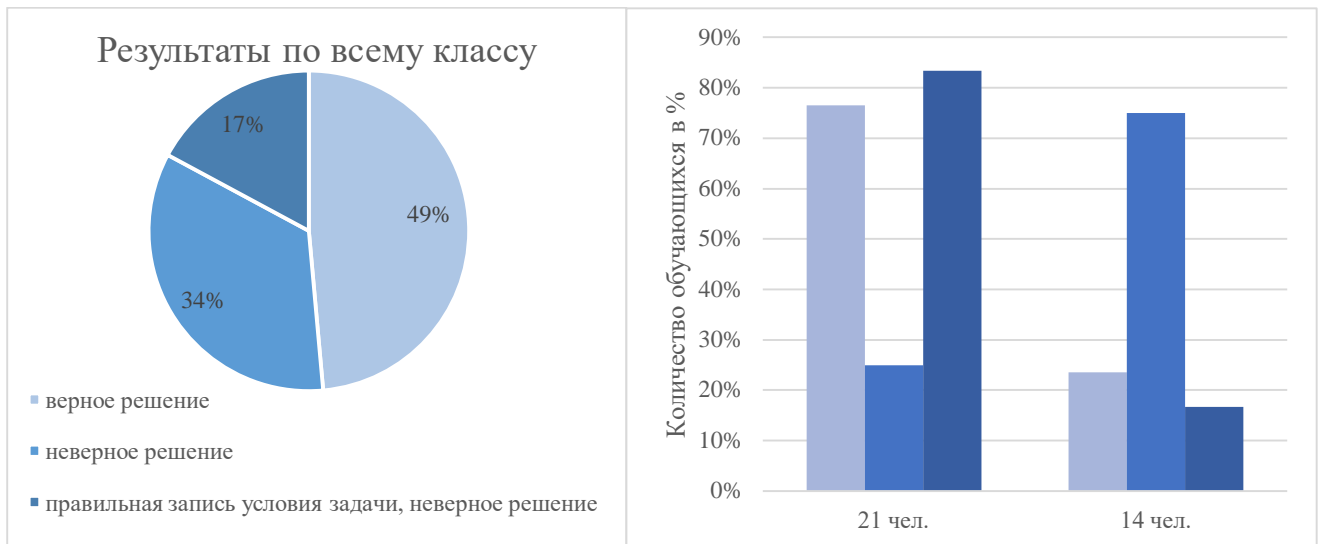


Рисунок 42 – Распределение обучающихся 10 класса 2021 уч. года по результатам решения первой задачи из алгоритма

Половина обучающихся всего 10 класса, как видно из круговой диаграммы справились с решением задачи и перешли к выполнению заданий № 6, 7, 8, 9, 10. Интересным оказалось, что наибольшее количество верных решений задачи привели обучающиеся экспериментальной группы, участвующие в эксперименте с 9-го класса (76% от всех верных решений – 1 столбец гистограммы). Также обучающиеся экспериментальной группы при неверном решении задачи смогли правильно записать условие задачи (5 человек из 6) и после вопроса «Чем среднее арифметическое значение скорости отличается от средней скорости на всем пути?» перешли по алгоритму к решению заданий № 2, 3 и далее по алгоритму, а все обучаемые, которые не видят разницы между средним арифметическим значением скорости и средней путевой скоростью перешли к решению 4 и 5 задачи. После того как обучающиеся, решая задачи, прошли алгоритм каждый по своему пути и дошли до момента, где может возникнуть ошибка, связанная с выражением многоуровневых дробей, явных перекосов по количеству совершенных ошибок среди двух групп обучающихся не обнаружено (примерно 30% совершили ошибку при преобразовании формулы для средней путевой скорости).

Для коллектива обучающихся 10 класса 2022 уч. года контрольной группы алгоритм был расширен дополнительными заданиями:

12. На рисунке 43 представлен график зависимости координаты тела от времени. Чему равна средняя скорость движения тела?

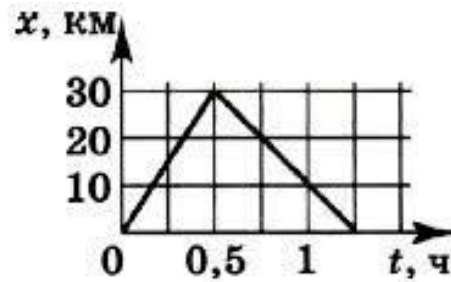


Рисунок 43 – График зависимости координаты тела от времени для задачи №12 [61, с. 33]

13. «Трамвай прошел расстояние между соседними остановками за определенное время, причем вначале он двигался равноускоренно, затем равномерно, а в конце равнозамедленно. На разгон и торможение ушло в общей сложности  $\Delta t = 2$  мин, а максимальная скорость была  $v_0 = 5$  м/с. Расстояние между остановками  $s = 1500$  м. Нужно найти среднюю скорость трамвая» [60, с. 51].

14. Определите значения средней путевой скорости и модуля средней скорости перемещения за 9 с (рис. 44).

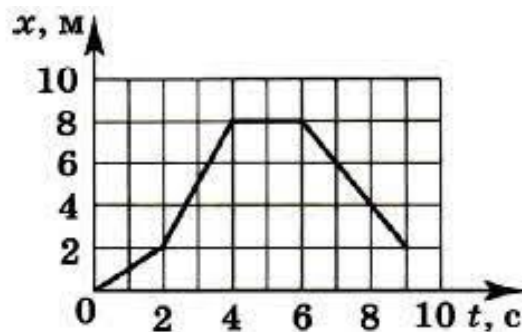


Рисунок 44 – График зависимости координаты тела от времени для задачи №13 [61, с. 33]

На рисунке 45 приведена обновленная схема алгоритма (выделено цветом) с учетом дополнительных заданий.

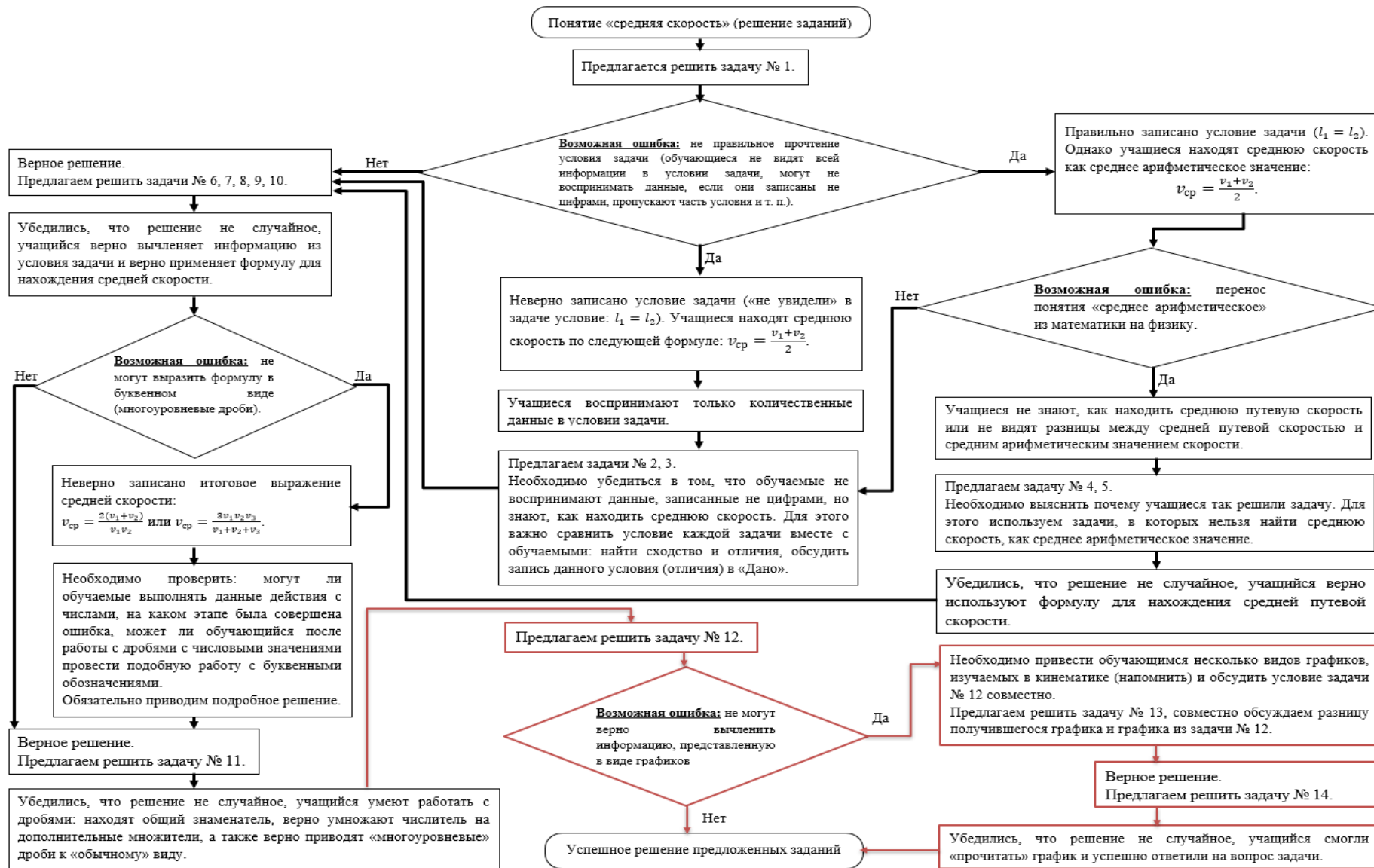


Рисунок 45 – Алгоритм преодоления познавательных барьеров на примере решения задач по теме «Средняя путевая скорость»

Перед решением заданий на данную тему обучаемым был задан вопрос о понятии средняя путевая скорость, на который они дали правильный ответ (определение и буквенная запись). Однако при решении первой задачи только 1 ученик верно решил задачу и только 10% класса смогли записать условие про равные промежутки пути, поэтому было принято решение использовать данный алгоритм для повторного изучения темы «средняя путевая скорость», но добавить задания для проверки возможных затруднений, связанных с некорректным вычлениением информации из графиков. Результаты проверки данного затруднения показали, что 21% (4 ученика) совершили ошибки в решении 12 задачи, поэтому дополнительно решали 13 и 14 задачу.

Для коллектива обучающихся 9-х классов экспериментальной группы в алгоритм и условия заданий были внесены изменения (рис. 46).

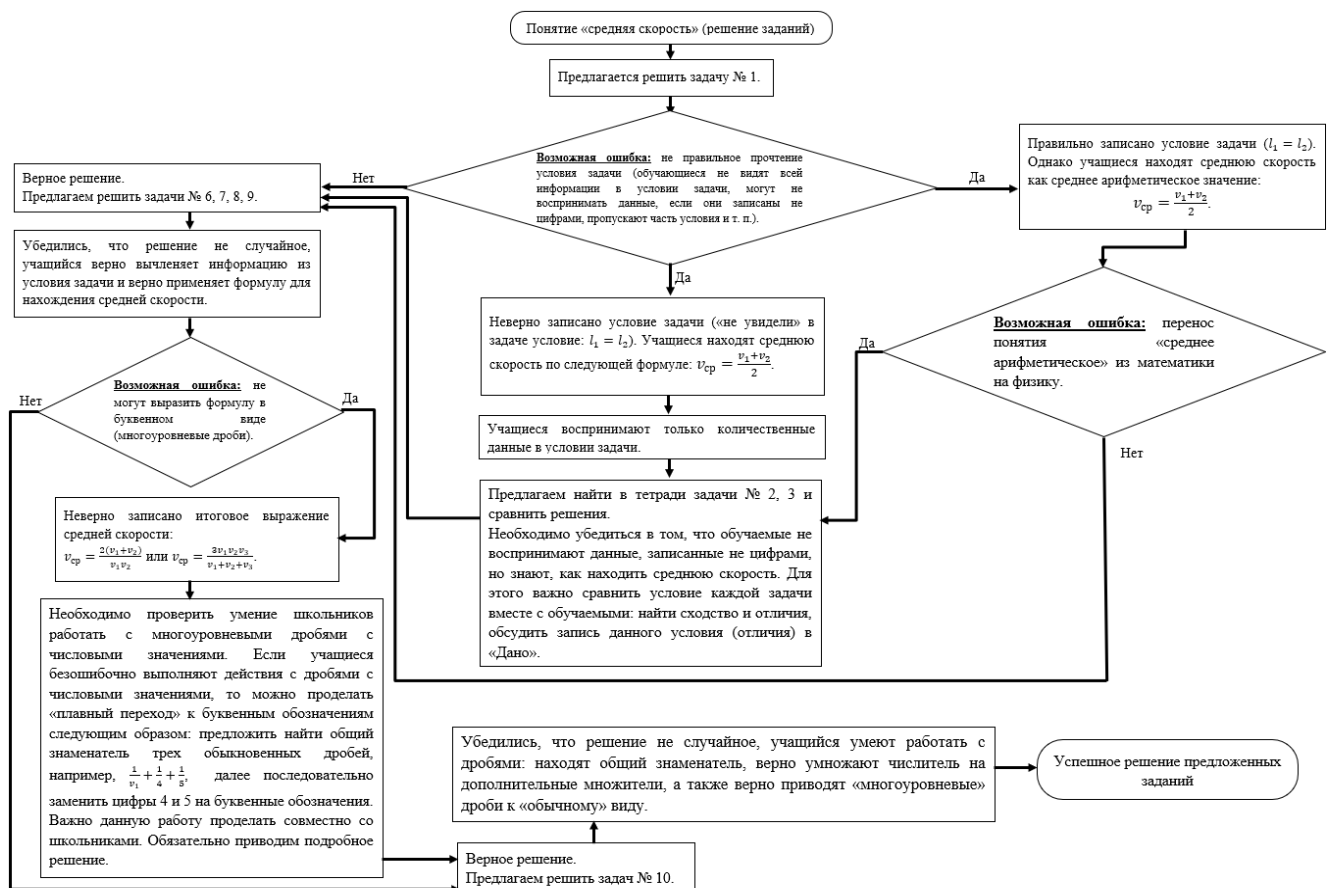


Рисунок 46 – Алгоритм обнаружения познавательных барьеров на примере решения задач на тему «средняя путевая скорость» для учащихся 9 класса

Связанно это с тем, что часть задач, предложенных в исходном алгоритме, использовалась при изучении темы. Так из алгоритма изъяты задачи № 4, 5, 11. Также обучаемым предлагается не решить задачи № 2 и 3, а найти решение в тетради и провести совместный анализ.

На диаграмме (рис. 47) изображено распределение учащихся по результатам решения первой предложенной задачи.

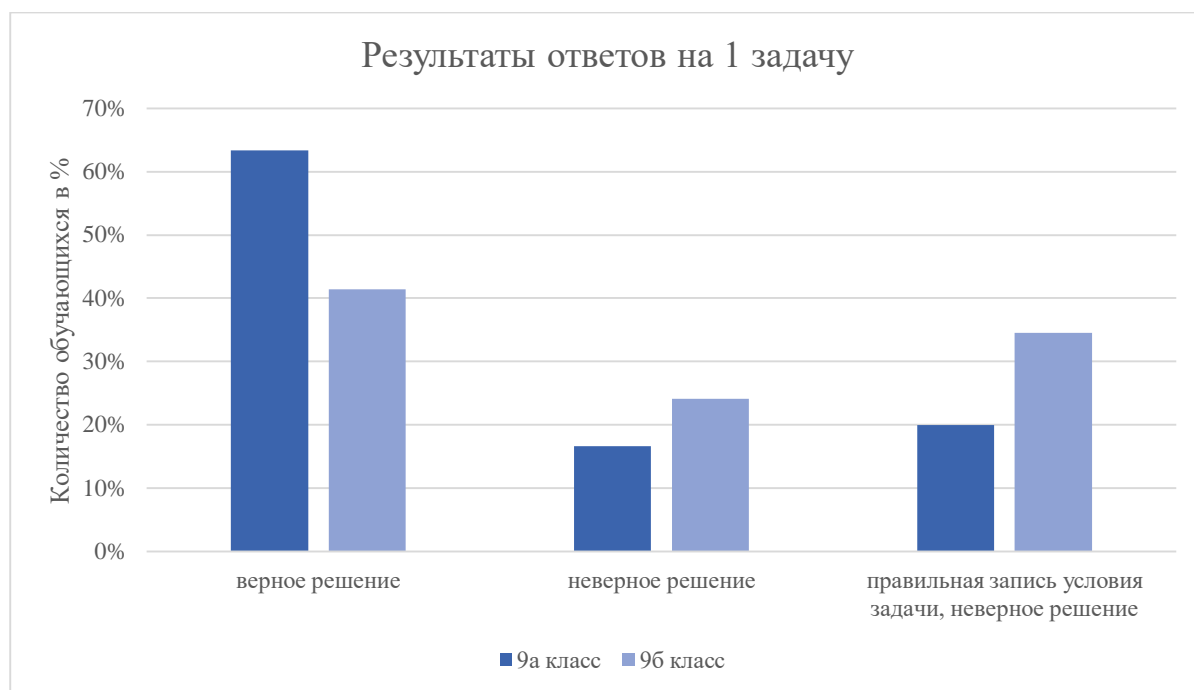


Рисунок 47 – Распределение верных и неверных решений на первую предложенную задачу, выполненную обучающимися 9 классов 2022 уч. года

Как видно из диаграммы большая часть обучающихся верно вычленяет информацию из текста заданий (9а класс –  $63\%+20\%=83\%$  верных записанных условий задачи; 9 б класс –  $41\%+34\%=75\%$  верных записанных условий задачи). После совместного анализа решений 2 и 3 задач у обучаемых возникли трудности только при решении задачи с тремя участками пути. Половина всех обучающихся совершили ошибку при выражении средней путевой скорости в 9 задаче, однако 30% учащихся, получив «странный» ответ перепроверили решение и нашли ошибку самостоятельно. С остальными проводилась работа по преодолению данного затруднения. Стоит отметить, что именно эти обучающиеся имеют отметку «удовлетворительно» по математике. Мы полагаем, что обучающимся, которые имеют недостаточные знания по математике сложно преодолеть



барьер, проявляющийся в неумении переносить знания из одной области знаний на другую.

На рисунке 48 приведены обобщённые результаты распределения обнаруженной типичной ошибки, связанной с неверным вычленением информации из текста условия задачи. По диаграмме видно, что учащиеся экспериментальной группы справились с записью условия задачи более успешно, чем обучающиеся контрольной группы.

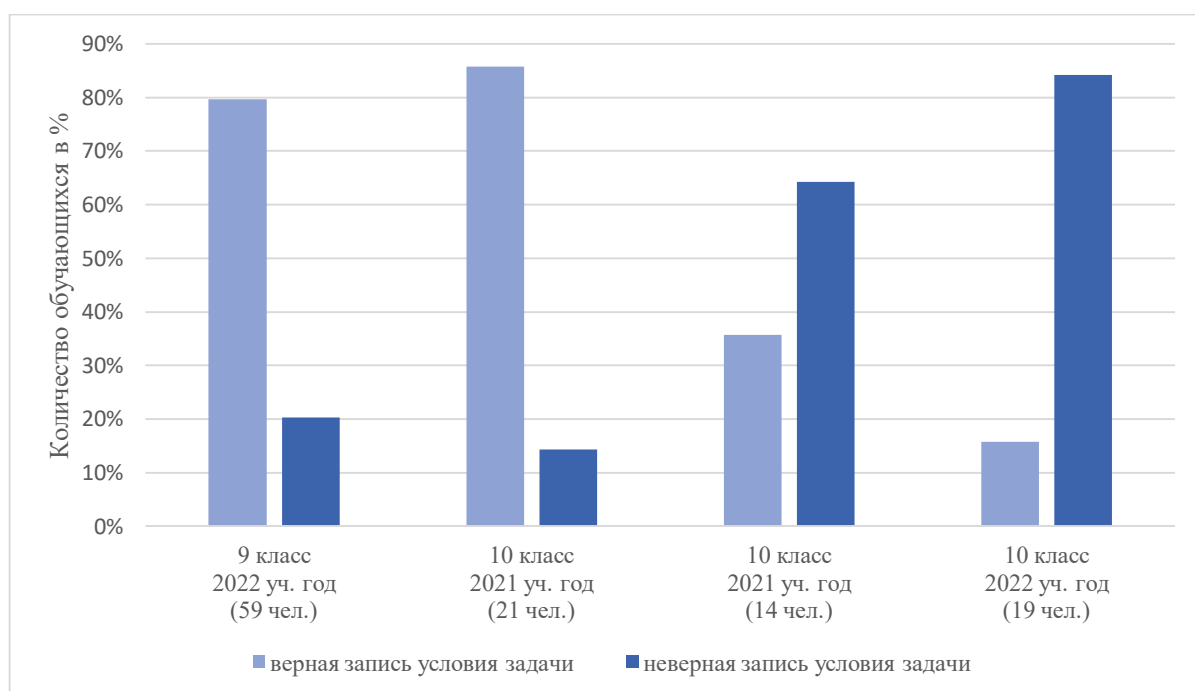


Рисунок 48 - Результаты распределения обнаруженной возможной ошибки при решении задач на тему «средняя путевая скорость»

Сравнивая результаты выполнения заданий алгоритма экспериментальной и контрольной группы, можно отметить более успешное выполнение и преодоление барьеров у обучаемых, с которыми проводилась работа до момента проведения диагностики по обнаружению познавательных барьеров. Данные учащиеся уже имеют опыт преодоления познавательных барьеров, также в процессе их обучения использовались элементы разработанной методики и комплекты заданий.

Данный алгоритм был апробирован на занятии у студентов 2 курса направление «Физика» института физики РГПУ им. А. И. Герцена. Студенты группы (9 человек) показали умение вычленять информацию из текста. Верное

решение задачи было у 5 обучающихся, еще 2 студента сделали неверные подсчеты, но ход решения у них был верным, и 2 студента записали верное условие, однако нашли среднее арифметическое значение скорости (рис. 49).

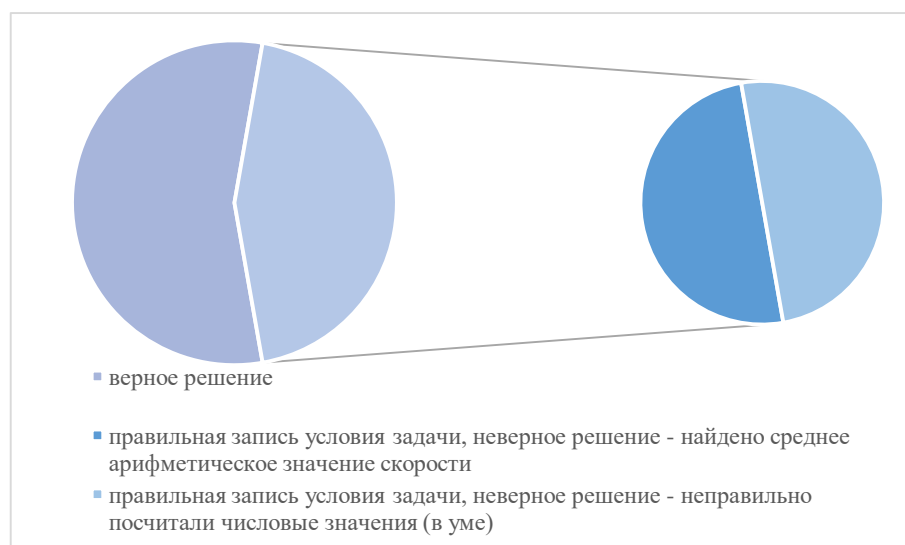


Рисунок 49 – Распределение верных и неверных решений на первую предложенную задачу, выполненную студентами 2 курса 2022 уч. года

Дальнейшее наблюдение за студентами показало, что затруднения при работе с многоуровневыми дробями возникло только у трех обучающихся, при этом два студента, получив неверный ответ, самостоятельно нашли ошибку без подсказок одногруппников или преподавателя. В целом студенты хорошо справились с заданием школьного уровня, однако даже у них возникали познавательные затруднения, что говорит об универсальности разработанного алгоритма и возможности построения подобных шагов для определения познавательных барьеров у обучаемых высших учебных заведений.

Проверка экспериментальной и контрольной группы была проведена по 20 возможным типовым ошибкам (ошибки, возникающие при неверном использовании модели материальная точка, при неверной работе с различными видами представления информации, при неверном понимании физического смысла понятий масса, сила, энергия и другие ошибки). Сравнение результатов проверки экспериментальной и контрольной группы осуществлялось по критерию Крамера-Уэлча ( $T_{эмп}=3,77 > T_{0,05}=1,96$ ). Анализ результатов проверки позволил зафиксировать уменьшение проявления типовых ошибок в экспериментальной

группе по сравнению с контрольной группой. Достоверность различий характеристик сравниваемых выборок составляет 95%.

Помимо диагностических работ велось наблюдение за школьниками на уроках и на внеучебных занятиях, которое показало, что обучаемые экспериментальной группы проявляют больше интереса к изучению физики. По мнению ученых о физическом понимании можно судить по умению решать задачи и мотивации к данной деятельности [42]. Физическое понимание выше, если уменьшается количество учащихся, не приступивших к решению задач, если увеличивается количество учащихся, которые доводят решение задачи до конца, если увеличивается количество запросов от учащихся к решению более сложных задач. 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), проявили желание и посетили открытую научно-популярную лекцию «Путешествие в удивительный мир черных дыр» (РГПУ им. А. И. Герцена).

Разработанные алгоритмы были апробированы на обучающихся 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 типичные ошибки? получилось ли реализовать у обучающихся индивидуальный маршрут при решении заданий, используя алгоритм во время обучения? «достраивались» 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 на основе собственных наблюдений за обучающимися данной школы составили собственные алгоритмы и апробировали их.

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. В приложении 4 приведены алгоритмы, составленные на основе проведенных диагностических работ магистрантами: Е. П. Сорокиной (ГБОУ СОШ №382 г. Санкт-Петербурга, 82 обучаемых), К. М. Тимочко (ГБОУ СОШ №50 г. Санкт-Петербурга, 45 обучаемых).

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 отдаем 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.

### **Выводы по третьей главе**

1. На констатирующем этапе педагогического исследования было выявлено, что причины регулярных ошибок обучающихся при изучении физики можно связать с наличием в сознании обучающихся познавательных барьеров. Показана взаимосвязь освоения учебных предметов естественнонаучного цикла.

2. На формирующем этапе была разработана методика, позволяющая диагностировать и преодолевать познавательные барьеры, возникающие у обучаемых в процессе обучения физике, а также разработаны комплекты заданий, позволяющих обнаружить познавательные барьеры у обучаемых 7-х и 8-х классов. Разработанные материалы были использованы при обучении школьников ГБОУ СОШ № 313, начиная с 2017 уч. года. В период 2020 и 2021 уч. год разработанные комплекты заданий были использованы при обучении параллели 7-х и 8-х классов, что позволило выявить какие познавательные барьеры преобладают в каждом из классов.

3. На контролирующем этапе было сделано обобщение полученных результатов исследования. Были проведены диагностики познавательных барьеров с использованием разработанных алгоритмов. При сравнении результатов, был сделан вывод, что предлагаемая методика оказывает положительное влияние на усвоение обучаемыми физических моделей, законов и закономерностей.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В современной методике обучения физике нельзя игнорировать явление познавательных барьеров, так как своевременное обнаружение и преодоление познавательных барьеров положительно влияет на успеваемость учащихся, на понимание ими учебного материала.

В ходе проведенного исследования получены следующие результаты и выводы.

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 [112].

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.

Основные выводы и результаты данной работы представлены в следующих публикациях:

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

1. Новикова 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.

2. Новикова 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.

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.

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>.

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>.

#### *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. 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.

*Работы в сборниках статей, журналах и материалах конференций*



8. Новикова 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.

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.

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.

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.

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.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Алмалиев А. Н. Анализ результатов ЕГЭ 2016 г. по физике на примере данных по Воронежской области / А. Н. Алмалиев, Т. В. Дубовицкая // Известия Воронежского государственного педагогического университета. – 2016. – № 4(273). – С. 169-175.
2. Аналитические и методические материалы [Электронный ресурс]; Сайт Федерального института педагогических измерений. – Москва, [2022]. – URL: <http://fipi.ru/ege-i-gve-11/analiticheskie-i-metodicheskie-materialy> (дата обращения: 11.07.2022). – Режим доступа: свободный.
3. Аналитические и методические материалы. Физика-2019 [Электронный ресурс]; Сайт Федерального института педагогических измерений. – Москва, [2022]. – URL: [http://doc.fipi.ru/ege/analiticheskie-i-metodicheskie-materialy/2019/fizika\\_2019.pdf](http://doc.fipi.ru/ege/analiticheskie-i-metodicheskie-materialy/2019/fizika_2019.pdf) (дата обращения: 11.07.2022). – Режим доступа: свободный.
4. Антонова Н. А. Текст физического содержания в формировании читательской грамотности / Н. А. Антонова // Актуальные проблемы развития общего и высшего образования: XVIII Межвузовский сборник научных трудов. – Челябинск: Общество с ограниченной ответственностью "Край Ра", 2022. – С. 43-48.
5. Ахтамова С. С. Формирование межпредметных связей физики и математики / С. С. Ахтамова // Человек и язык в коммуникативном пространстве: сборник научных статей. – 2022. – № 13(22). – С. 114-119.
6. Бабаев В. С. Задачи по физике с избыточными данными, связанными с границей применимости физических законов / В. С. Бабаев // Современное образование: содержание, технологии, качество. – 2022. – Т. 1. – С. 313-314.
7. Бакулин А. В. Ценностно-смысловые барьеры как категория психолого-дидактического анализа / А. В. Бакулин // Северо-кавказский психологический вестник. – 2009. – Т. 7. – № 2. – С. 11-16.

8. Белага В. В. Физика. 7 класс: учебник для общеобразовательных организаций / В. В. Белага, И. А. Ломаченков, Ю. А. Панебратцев. – Москва: Просвещение, 2013. – 144 с.
9. Белага В. В. Физика. 8 класс: учебник для общеобразовательных организаций / В. В. Белага, И. А. Ломаченков, Ю. А. Панебратцев. – Москва: Просвещение, 2017. – 159 с.
10. Белага В. В. Физика. 9 класс: учебник для общеобразовательных организаций / В. В. Белага, И. А. Ломаченков, Ю. А. Панебратцев. – Москва: Просвещение, 2011. – 176 с.
11. Белов Ф. А. Методические подходы к организации подготовки обучающихся к государственной итоговой аттестации (на примере ЕГЭ по физике) / Ф. А. Белов // Вестник Саратовского областного института развития образования. – 2020. – № 4(24). – С. 161-164.
12. Белохвостова О. И. Динамика стилей учебной деятельности студентов при преодолении психологических барьеров: диссертация на соискание ученой степени кандидата психологических наук: специальность: 19.00.07 – педагогическая психология: защищена 24.06.2003 / О. И. Белохвостова; Ленинградский государственный областной университет им. А. С. Пушкина; научный руководитель Казанская В. Г. – Санкт-Петербург, 2003. – 265 л.
13. Берн Э. Введение в психиатрию и психоанализ для непосвященных / Э. Берн; перевод А. И. Фет. – Издательство Эксмо. – 2017. – 379 с.
14. Боккин А. С. Преемственность изучения предметов естественно-научного цикла в начальной и средней школе / А. С. Боккин // Современные проблемы науки и образования. – 2020. – № 5. – С. 48.
15. Бочарникова А. В. Проблемы адаптации иностранных студентов в условиях образовательной среды лингвистического вуза / А. В. Бочарникова, Т. К. Потапова // Психологическая безопасность образовательной среды. – 2022. – С. 66-73.

16. Брехова А. В. Особенности дистанционного обучения при изучении графических дисциплин / А. В. Брехова // Вестник педагогических наук. – 2020. – № 3. – С. 82-87.

17. Бурганова И. Ф. Психологические барьеры в интеллектуальном творчестве: диссертация на соискание ученой степени кандидата психологических наук: специальность: 19.00.01 – Общая психология, история психологии / И. Ф. Бурганова; Казанский государственный университет; научный руководитель Попов Л.М. – Казань, 1999. – 185 л.

18. Вавилова А. К. Образовательные комиксы по химии как средство преодоления познавательных барьеров в очном и дистанционном обучении / А. К. Вавилова, Ю. Ю. Гавронская // Современные проблемы науки и образования. – 2020. – № 5. – С. 2.

19. Варфаламеева С. А. 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 им. А. И. Герцена. – 2017. – № 184. – С. 5-14.

20. Василевская Е. А. Проблема преодоления психологического барьера учебной деятельности в отечественной психологии / Е. А. Василевская, В. А. Манина // Вестник Удмуртского университета. Серия Философия. Психология. Педагогика. – 2017. – №2. – С. 182–188. URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/302218> (дата обращения: 02.04.2020). – Режим доступа: удаленный доступ для пользователей. – ЭБС Лань.

21. Воробьев А. А. Физика: Методические указания и контрольные задания для студентов-заочников инженерно-технических специальностей вузов (включая сельскохозяйственные вузы) / А. А. Воробьев, В. П. Иванов, В. Г. Кондакова и другие. – Москва: Издательство «Высшая школа», 1987. – 208 с.

22. Выготский Л. С. Мышление и речь / Л. С. Выготский; собрание сочинений в 6-ти т. – Том 2. – Москва: Педагогика, 1982. – 159 с.

23. Выготский Л. С. Педагогическая психология / Л. С. Выготский. – Москва: АСТ: Астрель: Люкс, 2008. – 671 с.
24. Выготский Л. С. Проблемы общей психологии / Л. С. Выготский; редактор В. В. Давыдов. – Москва: Педагогика, 1982. – 504 с.
25. Голякова В. А. Классификация учебно-познавательных барьеров, препятствующих продуктивному решению компетентностно-ориентированных профессиональных задач / В. А. Голякова // Современное педагогическое образование. – 2019. – № 6. – С. 142-147.
26. Гормин А. С. Обучение и воспитание одаренных подростков в парадигме барьерной педагогики: диссертация на соискание ученой степени доктора педагогических наук: специальность: 13.00.01 – общая педагогика, история педагогики и образования: защищена 12.11.2004 / А. С. Гормин; Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2004. – 428 л.
27. Гузикова М. О. Основы теории межкультурной коммуникации: [учеб. пособие] / М. О. Гузикова, П. Ю. Фофанова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет. — Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2015. — 124 с.
28. Давыдов В. В. Теория развивающего обучения / В. В. Давыдов. – Москва: ИНТОР, 1996. – 544с.
29. Денисова Т. Н. Урок повторение " Первоначальные сведения о веществе" / Т. Н. Денисова; [Мультиурок]. – Смоленск, [2014-2022]. – URL: <https://multiurok.ru/files/urok-povtorieniie-piervonachal-nyie-sviedieniia-ovieshchiestvie.html> (дата обращения: 15.09.2020). – Режим доступа: свободный.
30. 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.

31. 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> (дата обращения: 14.01.2023). – Режим доступа: свободный.

32. 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. – Санкт-Петербург: Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, 2019. – С. 165-168.

33. Казакова Ю. В. Понятия «инерция» и «инертность» в школьном курсе физики / Ю. В. Казакова // Физика в школе. – 2013. – №1. – С. 25-29.

34. Карпов В. В. Педагогическая психология: учебное пособие / В. В. Карпов, Г. А. Жукова. – Санкт-Петербург: ИЭО СПбУТУиЭ, 2011. – 285 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/63973> (дата обращения: 12.04.2020). – Режим доступа: удаленный доступ для пользователей. – ЭБС Лань.

35. Кедров Б. М. О творчестве в науке и технике: научно-популярные очерки для молодежи / Б. М. Кедров. – Москва: Молодая гвардия, 1987. – 192 с.

36. Кирюхина Н. В. Единый государственный экзамен по физике в Калужской области: анализ типичных ошибок и затруднений выпускников / Н. В. Кирюхина, М. С. Красин // Вестник Калужского университета. – 2020. – № 2(47). – С. 112-119.

37. Коджаспирова Г. М. Педагогический словарь / Г. М. Коджаспирова, А. Ю. Коджаспиров. – Москва: Академия, 2003. – 176 с. – URL: <http://didacts.ru/dictionary/1024/word/barer-smyslovoi> (дата обращения 01.04.2020). – Режим доступа: свободный.

38. Колтаков И. А. Методические проблемы и система СИ / И. А. Колтаков, И. В. Шарыпова // Физика в школе. – 2012. – №3. – с. 59-60.

39. Кондратьев А. 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.
40. Кондратьев А. С. Логические и интуитивные аспекты формирования понятия «температура» / А. С. Кондратьев, Л. А. Ларченкова, Т. С. Новикова // Физическое образование в ВУЗах. – 2016. – Т. 22. – № 1. – С. 85-96.
41. Кондратьев А. С. Методы решения физических задач / А. С. Кондратьев, Л. А. Ларченкова, А. В. Ляпцев. – Москва: Физматлит, 2012. – 312 с.
42. Кондратьев А. С. Парадоксальность физического мышления / А. С. Кондратьев, Е. В. Ситнова ; Российский гос. пед. ун-т им. А. И. Герцена. – Санкт-Петербург: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2007. – 279 с.
43. Кондратьев А. С. Современные технологии обучения физике: Учеб. Пособие / А. С. Кондратьев, Н. А. Прияткин. – Санкт-Петербург: Издательство Санкт-Петербургского университета, 2006. – 341 с.
44. Кондратьев М. Ю. Азбука социального психолога-практика / М. Ю. Кондратьев, В. А. Ильин. – Москва: ПЕР СЭ, 2007. – 464 с.
45. Коржуев А. В. Познавательные затруднения в учении школьников / А.В. Коржуев // Педагогика. – 2000. – № 1. – С. 27-32.
46. Костин А. А. Noves 1230 или "сухая вода" и ее применение / А. А. Костин, С. В. Пальмов // Форум молодых ученых. – 2018. – № 11-1(27). – С. 909-912.
47. Крушельницкий А. Н. Обзор представлений и классификации познавательных барьеров и misconceptions, возникающих при изучении физики / А. Н. Крушельницкий, В. В. Лаптев, Л. А. Ларченкова // Научное мнение. – 2020. – № 12. – С. 10-22.
48. Лаптев, В. В. Феномен психолого-познавательных барьеров и его значение в современном школьном обучении / В. В. Лаптев, Л. А. Ларченкова // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. – 2016. – № 182. – С. 5-18.

49. Ларченкова Л. А. Misconceptions при изучении физики как вид познавательных барьеров / Л. А. Ларченкова, А. Н. Крушельницкий // Формирование мышления в процессе обучения естественнонаучным, технологическим и математическим дисциплинам: материалы Всероссийской научно-практической конференции, приуроченной к юбилею Тамары Николаевны Шамало, Екатеринбург, 26–27 октября 2020 года. – Екатеринбург: Уральский государственный педагогический университет, 2020. – С. 139-144.

50. Ларченкова Л. А. 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> (дата обращения: 15.06.2022). – Режим доступа: свободный.

51. Ларченкова Л. А. Десять интерактивных лекций по методике обучения физике: учебно-методическое пособие по направлению "050100 – Педагогическое образование" / Л. А. Ларченкова; Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена. – Санкт-Петербург: Издательство РГПУ им. А. И. Герцена, 2012. – 191 с.

52. Ларченкова Л. А. Образовательный потенциал учебных физических задач в современной школе: диссертация на соискание ученой степени доктора педагогических наук: специальность 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (физика, уровень общего образования): защищена 09.10.2014 / Л. А. Ларченкова; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена"; научный консультант Кондратьев А. С. – Санкт-Петербург, 2014. – 387 л.

53. Ларченкова Л. А. Познавательные затруднения учащихся при обучении физике / Л. А. Ларченкова // Педагогическая нива. – 2013. – № 4. – С. 55-61.



54. Ларченкова Л. А. 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, 2021. – С. 271-278.

55. Лоцилов А. Н. Автоматизация общематематической подготовки будущего учителя математики и информатики с опорой на учебно-познавательный барьер: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата педагогических наук: специальность: 13.00.08 – теория и методика профессионального образования: защищена 8.07.2004 / Лоцилов А. Н.; Сочинский университет туризма и курортного дела; научный руководитель Тюнников Ю. С. – Сочи, 2004. – 24 с.

56. Макоторова Г. В. Помощь учителя школьникам в преодолении познавательных барьеров при решении исследовательских задач / Г. В. Макоторова // Отечественная и зарубежная педагогика. – 2019. – Т. 1. – № 3(60). – С. 138-150.

57. Малый академический словарь. Понятие «барьер» // Энциклопедиум — Москва: Институт русского языка Академии наук СССР Евгеньева А. П., [1957—1984]. – URL: [https://enc.biblioclub.ru/Termin/1212190\\_barer](https://enc.biblioclub.ru/Termin/1212190_barer) (дата обращения: 24.12.2017). – Режим доступа: свободный.

58. Маркова А. К. Психология труда учителя: Книга для учителя / А. К. Маркова. – Москва: Просвещение, 1993. – 192 с.

59. Молоток Е. В. Методические аспекты разработки заданий в тестовой форме и внедрение в практику преподавания дисциплины "физическая химия" / Е. В. Молоток, П. А. Галушков // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия Е. Педагогические науки. – 2018. – № 15. – С. 41-50.

60. Мукушев Б. Средняя скорость прямолинейного движения / Б. Мукушев. // Квант. – 2018. – №2. – С. 48-53.

61. Мякишев Г. Я. Физика. 10 класс: учебник для общеобразовательных организаций: базовый и углубленный уровни / Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев, Н. Н. Сотский; под ред. Парфентьевой Н. А. – Москва: Просвещение, 2019. – 432 с.
62. Мякишев Г. Я. Физика. 10 класс: учебник для общеобразовательных учреждений. – Москва: Просвещение, 2006. – 336 с.
63. Мякишев Г. Я. Физика. 11 класс: учебник для общеобразовательных организаций с приложением на электронном носителе: базовый и профильный уровни / Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев, В. М. Чаругин. – Москва: Просвещение, 2014. – 399 с.
64. Новиков Д. А. Статистические методы в педагогических исследованиях (типовые случаи) / Д. А. Новиков. – Москва: МЗ-Пресс, 2004. – 67 с.
65. Новикова Т. С. Диагностика и предупреждение типичных затруднений учащихся при изучении понятия "средняя скорость" на уроках физики / Т. С. Новикова // Современные тенденции в образовании и науке : сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 26 частях, Тамбов, 31 октября 2013 года. – Тамбов: ООО "Консалтинговая компания Юком", 2013. – С. 120-124.
66. Новикова 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. – Санкт-Петербург: Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, 2015. – С. 136-138.
67. Открытый банк заданий ЕГЭ [6C4F72] // Федеральный институт педагогических измерений. – Москва, [2022]. – URL: [http://ege.fipi.ru/os11/project/questions/question\\_view.php?qst=3D60A19F122EAF724F94C687515CFF67&md=qprint](http://ege.fipi.ru/os11/project/questions/question_view.php?qst=3D60A19F122EAF724F94C687515CFF67&md=qprint) (дата обращения 26.07.2020). – Режим доступа: свободный.

68. Открытый банк заданий ЕГЭ [9F8504] // Федеральный институт педагогических измерений. – Москва, [2022]. – URL: [http://ege.fipi.ru/os11/project/questions/question\\_view.php?qst=2B0F187C7ABDBDDB424CE64FAFEA4F8D&md=qprint](http://ege.fipi.ru/os11/project/questions/question_view.php?qst=2B0F187C7ABDBDDB424CE64FAFEA4F8D&md=qprint) (дата обращения 26.07.2020). – Режим доступа: свободный.

69. Открытый банк заданий ЕГЭ [B182F2] // Федеральный институт педагогических измерений. – Москва, [2022]. – URL: [http://ege.fipi.ru/os11/project/questions/question\\_view.php?qst=146F5655D97BA0A74133908B1F6302EE&md=qprint](http://ege.fipi.ru/os11/project/questions/question_view.php?qst=146F5655D97BA0A74133908B1F6302EE&md=qprint) (дата обращения 26.07.2020). – Режим доступа: свободный.

70. Открытый банк заданий ОГЭ // Федеральный институт педагогических измерений. – Москва, [2022]. – URL: [http://oge.fipi.ru/os/project/questions/question\\_view.php?qst=F8EAD3692BB5A6A7490B8543FE0D6844&md=qprint](http://oge.fipi.ru/os/project/questions/question_view.php?qst=F8EAD3692BB5A6A7490B8543FE0D6844&md=qprint) (дата обращения 26.11.2022). – Режим доступа: свободный.

71. Парыгин Б. Д. Социальная психология. Проблемы методологии, истории и теории / Б. Д. Парыгин. – Санкт-Петербург: ИГУП, 1999. – 592 с.

72. Перышкин А. В. Физика. 7 класс: учебник для общеобразовательных организаций / А. В. Перышкин. – Москва: Дрофа, 2004. – 192 с.

73. Перышкин А. В. Физика. 8 класс: учебник для общеобразовательных организаций / А. В. Перышкин. – Москва: Дрофа, 2013. – 237 с.

74. Перышкин А. В. Физика. 9 класс: учебник для общеобразовательных организаций / А. В. Перышкин. – Москва: Дрофа, 2012. – 256 с.

75. Пигарев А. Ю. Методические аспекты адаптивного обучения физике / А. Ю. Пигарев // Научно-педагогическое обозрение. – 2015. – № 3(9). – С. 62-68.

76. Пилипенко А. И. Познавательные барьеры в обучении физике и методические принципы их преодоления: диссертация на соискание ученой степени доктора педагогических наук: специальность: 13.00.02 – теория и методика преподавания физики / А. И. Пилипенко; Курский государственный

технический университет; научный консультант Пинский А. А. – Курск, 1997. – 242 л.

77. Плешаков А. А. Окружающий мир. Рабочая тетрадь. 1 класс: пособие для общеобразовательных организаций / А. А. Плешаков – Москва: Просвещение, 2013. – 83 с.

78. 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: Издательство Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена, 2022. – 168 с.

79. Попков В. А. Теория и практика высшего профессионального образования: учебное пособие / В. А. Попков, А. В. Коржуев. – Москва: Академический Проект, 2020. – 341 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/132679> (дата обращения: 02.04.2020). – Режим доступа: удаленный доступ для пользователей. – ЭБС Лань.

80. Проблемное обучение: прошлое, настоящее, будущее: коллективная монография: в 3 кн. / А. М. Матюшкин, А. А. Матюшкина, Е. В. Ковалевская и другие; редактор Е. В. Ковалевская. — Нижневартовск: Издательство Нижневартовского гуманитарного университета, 2010. – 300 с.

81. Пурышева Н. С. Физика. 10 класс. Базовый уровень. Учебник / Н. С. Пурышева, Н. Е. Важеевская, Д. А. Исаев. – Москва: Дрофа, 2014. – 272 с.

82. Пурышева Н. С. Физика. 11 класс. Базовый уровень. Учебник / Н. С. Пурышева, Н. Е. Важеевская, Д. А. Исаев и другие. – Москва: Дрофа, 2014. – 303 с.

83. Пурышева Н. С. Физика. 7 класс: учебник для общеобразовательных организаций / Н. С. Пурышева, Н. Е. Важеевская. – Москва: Дрофа, 2019. – 223 с.

84. Пурышева Н. С. Физика. 8 класс: учебник для общеобразовательных организаций / Н. С. Пурышева, Н. Е. Важеевская. – Москва: Дрофа, 2013. – 287 с.

85. Пурышева Н. С. Физика. 9 класс: учебник для общеобразовательных организаций / Н. С. Пурышева, Н. Е. Важеевская, В. М. Чаругин. – 6-е издание. – Москва: Дрофа, 2015. – 272 с.

86. Романовская Н. В. Развитие познавательной активности учащихся средствами игровых технологий на уроках физики / Н. В. Романовская // Новые технологии в образовании: Материалы XVI Международной научно-практической конференции, Таганрог, 08 января 2014 года / Центр научной мысли. – Таганрог: ООО "Издательство "Спутник+", 2014. – С. 69-73.

87. Рябинова Е. Н. Технология обучения на основе синергетического подхода / Е. Н. Рябинова // Известия Южного федерального университета. Педагогические науки. – 2009. – № 5. – С. 22-29.

88. Савченко Н. Е. Задачи по физике с анализом их решения / Н. Е. Савченко. – Москва: Просвещение, 2000. – 320 с.

89. Садовникова Н. О. Психотехнологии преодоления барьеров профессионального развития / Н.О. Садовникова. – Екатеринбург: Издательство ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2008. – 183 с.

90. Сайт С. П. Курдюмова. Научись учиться. [Электронный ресурс]; официальный сайт. – Москва, 2003-2021. – URL: <http://spkurdyumov.ru/education/nauchis-uchitsya/> (дата обращения: 10.06.2017). – Режим доступа: свободный.

91. Сайт Сергея Лисакова. Физический практикум. Материалы. [Электронный ресурс]. – [2015–2022]. – URL: [https://lisakov.com/files/phys/ege/08\\_9\\_td.pdf](https://lisakov.com/files/phys/ege/08_9_td.pdf) (дата обращения: 10.06.2022). – Режим доступа: свободный.

92. Сауров Ю. А. Типичные методологические ошибки при обучении физике / Ю. А. Сауров, В. Я. Синенко // Сибирский учитель. – 2017. – № 3(112). – С. 32-39.

93. Слюсарева Е. С. Психолого-педагогическое сопровождение субъектов инклюзивного образования: учебно-методическое пособие / Е. С. Слюсарева, В.

М. Акименко, В. В. Ершова; Психолого-педагогическое сопровождение субъектов инклюзивного образования. – Ставрополь: СГПИ, 2019. – 173 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/136138> (дата обращения: 02.04.2020). – Режим доступа: удаленный доступ для пользователей. – ЭБС Лань.

94. Соловова Н. В. Анализ «барьеров» в педагогической деятельности преподавателя вуза / Н. В. Соловова, О. Ю. Калмыкова, О. В. Лаврентьева // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Психолого-педагогические науки. – 2010. – №3(13). – С. 164-170.

95. Сорокина Д. Б. Основные подходы к пониманию феномена «барьеры общения» в психологической науке // Интернет-журнал «Мир науки». – 2017. – Том 5, №3. – С. 1-7. – URL: <http://mir-nauki.com/PDF/17PSMN317.pdf> (дата обращения: 12.07.2022). – Режим доступа: открытый доступ.

96. Степанчук О. М. Использование статистико-аналитических материалов отчетов о результатах ЕГЭ для повышения качества физического образования / О. М. Степанчук // Учебный год. – 2021. – № 4(66). – С. 29-32.

97. Студент как субъект саморазвития и отношения к учебно-профессиональной деятельности / В. Г. Маралов, О. А. Воронина, Е. П. Киселева и другие; под редакцией В. Г. Маралова. – Москва: Академический Проект, 2020. – 190 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/132400> (дата обращения: 12.04.2020). – Режим доступа: удаленный доступ для пользователей. – ЭБС Лань.

98. Тимошенко А. И. Самостоятельная учебная деятельность как средство преодоления познавательных барьеров студентов педагогического колледжа / А. И. Тимошенко, М. С. Дорофеева // Педагогический ИМИДЖ. – 2018. – № 3(40). – С. 133-140.

99. Ткачев А. П. О моделировании при изучении величин в начальных классах / А.П. Ткачев // Начальная школа 2006. – №11. – С. 81-83

100. Тюнников Ю. С. Коммуникативные барьеры как проектная основа формирования коммуникативной компетентности / Ю. С. Тюнников, Р. С.

Арефьев // Лингвориторическая парадигма: теоретические и прикладные аспекты. – 2007. – № 10. – С. 194-200.

101. Усольцев А. П. Управление процессами саморазвития учащихся при обучении физике: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора педагогических наук: специальность 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (по областям и уровням образования): защищена 16.04.2007 / Усольцев А. П.; Уральский государственный педагогический университет; научный консультант Шамало Т. Н. – Москва, 2007. – 40 с.

102. Федеральные государственные образовательные стандарты (Утверждены приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 31 мая 2021 г. № 287) [с изменениями от 18.07.2022] // Консультант Плюс: официальный сайт. – Москва, 1997- . – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_389560/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_389560/) (дата обращения: 10.09.2022). – Режим доступа: свободный.

103. Фейнберг Е. Л. Две культуры. Интуиция и логика в искусстве и науке / Е.Л. Фейнберг. – Москва: Наука, 1992. – 251 с.

104. Физика 10 класс. Урок 18. Основное уравнение МКТ. [Электронный ресурс]; Государственная образовательная платформа «Российская электронная школа». – Москва, [2022]. – URL: <https://resh.edu.ru/subject/lesson/6291/train/15506/> (дата обращения: 11.07.2021). – Режим доступа: свободный.

105. Физика. Аналитические и методические материалы. [Электронный ресурс]; Сайт Федерального института педагогических измерений. – Москва, [2022]. – URL: <https://fipi.ru/ege/analiticheskie-i-metodicheskie-materialy#!/tab/173737686-3> (дата обращения: 11.07.2018). – Режим доступа: свободный.

106. Фрейд З. Хрестоматия: хрестоматия: в 3 томах / З. Фрейд; перевод с немецкого А. М. Боковикова. – Москва: Когито-центр, [б. г.]. – Том 1. – 2016. – 363 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/109308> (дата обращения: 02.04.2020). — Режим доступа: удаленный доступ для пользователей. – ЭБС Лань.

107. Храмко В. В. Условия развития диалогичности мышления школьников при обучении физике / В. В. Храмко, А. П. Усольцев // Формирование мышления в процессе обучения естественнонаучным, технологическим и математическим дисциплинам: Материалы всероссийской научно-практической конференции, Екатеринбург, 01–02 апреля 2019 года. – Екатеринбург: Уральский государственный педагогический университет, 2019. – С. 165-168.

108. Черненко Н. В. Создание и преодоление учебно-познавательных барьеров в обучении младших школьников с признаками одарённости: метод. рекомендации. Изд. 2-е испр. и доп. / Н. В. Черненко. – Сочи: МБУ ДО ЦТРИГО г. Сочи, 2019. – 33 с.

109. Шакуров Р. Х. Барьер как категория и его роль в деятельности / Р.Х. Шакуров // Вопросы психологии. – 2001. – №1. – С. 3-18.

110. Шорохова И. С. Статистические методы анализа: [учебное пособие] / И. С. Шорохова, Н. В. Кисляк, О. С. Мариев; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет. – Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2015. – 300 с.

111. Штейн Б. М. Изучение электромагнитной индукции в средней школе: диссертация на соискание ученой степени кандидата педагогических наук: специальность: 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (физика, уровень общего образования): защищена 13.11.2003 / Б.М. Штейн; Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена; научный руководитель Бубликов С.В. – Санкт-Петербург, 2003. - 183 л.

112. 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.



113. Яковец Е. Е. Преодоление математических затруднений учащимися при обучении физике в основной школе: диссертация на соискание кандидата педагогических наук: специальность: 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (физика) / Е. Е. Яковец; Московский педагогический государственный университет, научный руководитель Одинцова Н.И. – Москва, 2007. – 174 л.

114. Hefter M. H. Digital training intervention on strategies for tackling physical misconceptions—Self-explanation matters / M. H. Hefter, B. Fromme, K. Berthold // *Applied Cognitive Psychology*. – 2022. – Т. 36. – №. 3. – P. 648-658.

115. Interactive Simulations for Science and Math [PhET] // University of Colorado Boulder. – Боулдер, [2022]. – URL: [https://phet.colorado.edu/sims/html/diffusion/latest/diffusion\\_en.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/diffusion/latest/diffusion_en.html) (дата обращения: 11.07.2022). – Режим доступа: свободный.

116. Kirya K. R. Conceptual understanding of force concepts in the Ugandan context: A thread assessing performance and misconceptions / K. R. Kirya, T. S. Nuru, L. L. Yadav // *Journal of Mathematics and Science Teacher*. – 2022. – Т. 2. – №. 1.

117. Kulgemeyer C. Misconceptions in Physics Explainer Videos and the Illusion of Understanding: an Experimental Study / C. Kulgemeyer, J. Wittwer // *Int J of Sci and Math Educ*. – 2022. – URL: <https://doi.org/10.1007/s10763-022-10265-7> (дата обращения: 12.09.2022). – Режим доступа: свободный.

118. Laptev V. Scope of Thesis Research in the Area of Physical Science Education / V. Laptev, L. Larchenkova // *Educational Studies*. Moscow. – 2016. – No 4. – P. 31-58.

119. Randall D. K. Five Easy Lessons. Strategies for Successful Physics Teaching / Randall D. Knight // Pearson Education, Inc., publishing as Addison Wesley. – San Francisco, 2004. - 330 p.

120. Soeharto S. et al. A review of students' common misconceptions in science and their diagnostic assessment tools / S. Soeharto // *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*. – 2019. – Т. 8. – №. 2. – С. 247-266.


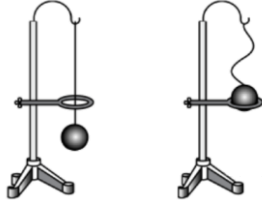
121. Soeharto S. Evaluating item difficulty patterns for assessing student misconceptions in science across physics, chemistry, and biology concepts / S. Soeharto, B. Csapó // *Heliyon*. – 2021. – T. 7. – №. 11. – P. e08352.

122. Zainuddin Preventing potential misconceptions of physics students through the application of the commit and expose beliefs, confront beliefs, accommodate the concept, extend, and reflection belief prevent potential misconceptions model / Zainuddin et al. // *AIP Conference Proceedings*. – AIP Publishing LLC, 2021. – T. 2331. – №. 1. – P. 030030.

**Задания для алгоритма, позволяющего обнаружить и преодолеть познавательные барьеры при обучении физике на примере изучения темы «средняя путевая скорость»**

1. Первую половину пути автомобиль ехал со скоростью 75 км/ч, а вторую половину пути – со скоростью 50 км/ч. Найдите среднюю скорость автомобиля на протяжении всего пути. Ответ дайте в км/ч.
2. Велосипедист ехал из одного города в другой. Первую половину времени он ехал со скоростью 12 км/ч, а вторую половину времени шел пешком со скоростью 4 км/ч. Определите среднюю скорость.
3. Велосипедист ехал из одного города в другой. Первую половину пути он ехал со скоростью 12 км/ч, а вторую половину пути шел пешком со скоростью 4 км/ч. Определите среднюю скорость.
4. Первый участок длиной 120 м лыжник прошел за 2 мин, а второй длиной 27 м он прошел за 1,5 мин. Найдите среднюю скорость движения лыжника на всем пути.
5. Автомобиль двигался 3,2 ч по шоссе со скоростью 90 км/ч, затем 1,5 ч по грунтовой дороге со скоростью 45 км/ч, наконец, 0,3 ч по проселочной дороге со скоростью 30 км/ч. Найдите среднюю скорость движения автомобиля на всем пути».
6. Путешественник переплыл море на яхте со скоростью 16 км/ч. Обратно он летел на самолете со скоростью 496 км/ч. Найдите среднюю скорость путешественника на протяжении всего пути. Ответ дайте в км/ч.
7. Поезд движется на подъеме со скоростью 10 м/с, а на спуске со скоростью 25 м/с. Определите среднюю скорость поезда на всем пути, если длина спуска в два раза больше длины подъема.
8. Поезд первую половину пути шел со скоростью в 1,5 раза большей, чем вторую половину пути. Средняя скорость поезда на всем пути 43,2 км/ч. Каковы скорости на первой и второй половинах пути?».
9. Первую треть трассы автомобиль ехал со скоростью 60 км/ч, вторую треть – со скоростью 120 км/ч, а последнюю – со скоростью 110 км/ч. Найдите среднюю скорость автомобиля на протяжении всего пути. Ответ дайте в км/ч.
10. Велосипедист ехал из одного пункта в другой. Первую половину пути он ехал со скоростью 12 км/ч. Далее половину оставшегося времени он ехал со скоростью 6 км/ч, после чего до конечного пункта он шел пешком со скоростью 4 км/ч. Определите среднюю скорость велосипедиста на всем пути».
11. Велосипедист ехал из одного пункта в другой. Первую треть пути он проехал со скоростью 18 км/ч. Далее половину оставшегося времени он ехал со скоростью 22 км/ч, после чего до конечного пункта он шел пешком со скоростью 5 км/ч. Определите среднюю скорость велосипедиста.


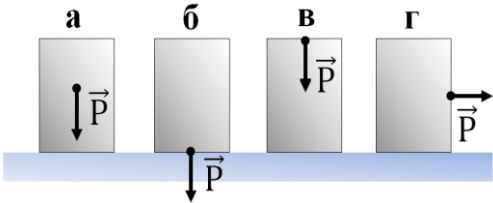
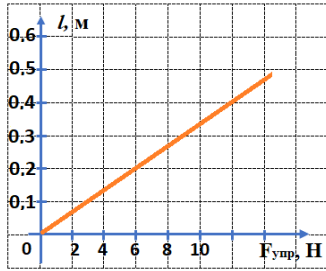
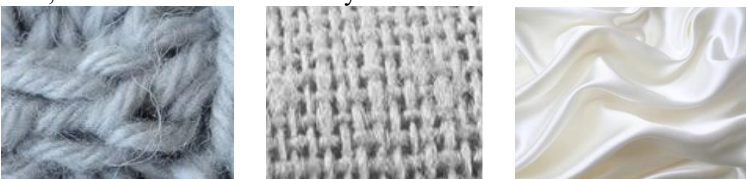
**Задания для диагностики познавательных барьеров при обучении физике у учащихся 7-х и 8-х классов.**

<i>7 класс</i>		
Тема	Номер задачи	Условие заданий
Сведения о веществе	1	<p>«Составьте кластер (схему) строения вещества:</p>  <p>Подсказка. Звенья кластера: молекулы, тело, атомы, вещество. Распредели их в соответствующем порядке» [3].</p>
	2	Что называют веществом? Напишите определение.
	3	<p>В процессе нагревания стальной шарик перестал пролезать сквозь металлическое кольцо (см. рисунок).</p>  <p>При этом:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>а) масса шарика увеличилась;</li> <li>б) объем шарика не изменился;</li> <li>с) увеличилось расстояние между молекулами стали.</li> </ul> <p>Запишите букву с выбранным ответом.</p>
	4	<p>Найдите в рассказе физические ошибки (выпишите их через запятую):          Встретились два друга семиклассника – Федя и Антон. «У нас в этом году физика началась, я столько уже знаю!», - похвастался Федя. «И я тоже знаю», - говорит Антон. Федя: «А ты знаешь, что мельчайшая частица вещества – это молекула?». Антон: «Знаю! А еще я знаю, что все молекулы состоят из атомов». Федя: «Антон, а ты знал, что чем меньше скорость движения молекул, тем выше температура данного тела?» Антон: «Да, что-то такое припоминаю! А ты слышал, что вещества могут находиться в трех агрегатных состояниях: жидком, твердом и газообразном?». Федя: «Конечно, слышал! Я даже знаю их свойства. Жидкости сохраняют форму, но меняют объем, а твердые тела не сохраняют ни формы, ни объема. Газы же меняют форму и объем». Антон: «Подожди, по-моему, ты что-то перепутал!» Федя: «Ничего я не перепутал! Я физику очень хорошо знаю!». Антон: «Ну, тогда ответь на мой вопрос: одинаково ли быстро протекает диффузия в газах, жидкостях и твердых телах? Но не торопись с ответом, подумай!». Федя: «А что тут думать, конечно же диффузия протекает одинаково во всех агрегатных состояниях, на то она и диффузия, друг!».</p>
	5	<p>К какому классу понятий относится диффузия?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>а) к физической величине;</li> <li>б) к физической единице измерения;</li> <li>с) к физическому явлению.</li> </ul> <p>Запишите букву с выбранным ответом.</p>
	6	Приведите примеры опытов, демонстрирующих диффузию в газах, жидкостях и твердых телах.
Механическое движение.	1	«Мотоциклист едет прямо по дороге. Какая из линий представляет движение кнопки, воткнувшейся в шину колеса мотоцикла?» [4]

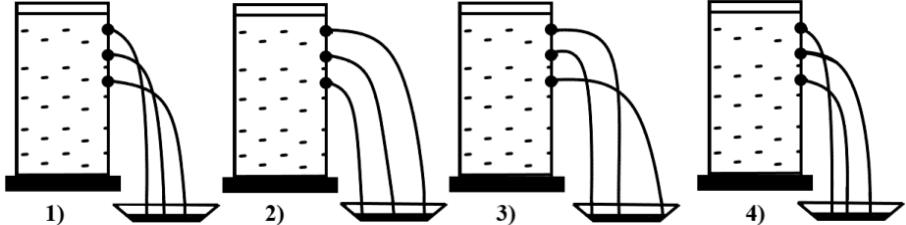
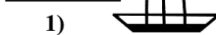


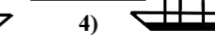
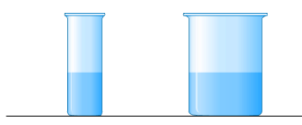
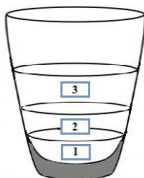
<sup>3</sup> Татаринова Л. А. Строение вещества. Молекула. Конспект урока // Корпорация. Российский учебник [Электронный ресурс]. URL: <https://rosuchebnik.ru/material/razrabotka-uroka-v-7-klasse-stroenie-veshchestva-molekula--7950/> (дата обращения: 30.11.2021).

<sup>4</sup> Урок 07. Механическое движение. - Физика. - 7 класс. – Российская электронная школа. - [Электронный ресурс]. URL: <https://resh.edu.ru/subject/lesson/1488/train/#168904> (дата обращения: 12.12.2021).

Взаимодействие тел		
	2	<p>Какие слова пропущены в определениях?  <i>Механическим движением тела называют изменение положения тела в пространстве с течением времени.</i>  <i>Движение называют равномерным, если тело за любые промежутки времени проходит равные пути.</i></p>
	3	<p>На рисунке изображен график зависимости пути от времени при равномерном движении тела. Найдите скорость тела?</p>
	4	<p>Черепаха продела путь (см. рисунок). Этот путь, выраженный в единицах СИ с учетом погрешности (погрешность измерений прими равной половине цены деления):</p> <p>а) <math>(23 \pm 1)</math> мм          б) <math>(0,230 \pm 0,005)</math> м          в) <math>(0,23 \pm 0,5)</math> м          г) <math>(2,3 \pm 0,5)</math> м</p>
	5	<p>При маневре автобуса пассажиры вдруг отклонились влево. Какой маневр совершил водитель автобуса? Какое явление объясняет отклонение пассажиров?</p>
	6	<p>Мальчик спрыгивает с неподвижного скейтборда со скоростью <math>1 \frac{\text{м}}{\text{с}}</math>. С какой скоростью и в каком направлении начнет двигаться скейтборд, если масса мальчика в 10 раз больше массы скейтборда?</p>
Масса. Плотность. Объем	1	<p>В мензурку налита вода (см. рисунок). Выберите верное значение объема воды, учитывая, что погрешность измерения равна половине цены деления шкалы.</p> <p>1) 90 мл          2) <math>(90 \pm 15)</math> мл          3) <math>(100 \pm 5)</math> мл          4) <math>(100 \pm 15)</math> мл</p>
	2	<p>Напишите определение массы, единицы измерения массы в Международной системе единиц (СИ).</p>
	3	<p>Три тела имеют одинаковый объем. Плотности веществ, из которых сделаны тела, соотносятся как <math>\rho_1 &lt; \rho_2 &lt; \rho_3</math>. Каково соотношение между массами этих тел?</p> <p>1) <math>m_1 = m_2 = m_3</math>          2) <math>m_1 &gt; m_2 &gt; m_3</math>          3) <math>m_1 &gt; m_2 &lt; m_3</math>          4) <math>m_1 &lt; m_2 &lt; m_3</math></p>
	4	<p>«На левую чашу весов положили конфету массой 10,5 г.</p>

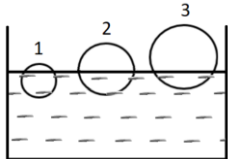

		 <p>Имеется набор гирь (их количество не ограничено): 10 г, 5 г, 5 г, 20 мг, 20 мг, 10 мг. Выберите, какие гирьки нужно положить на правую чашу весов, чтобы уравновесить конфету?» [5]</p> <p>a) <math>10г+10\cdot(20мг+20мг+10мг) = 10,5г</math>  b) <math>10г+20мг+20мг+10мг = 10,5г</math>  c) <math>10г+5г = 10,5г</math>  d) <math>10г+5\cdot 10мг = 10,5г</math></p>
	5	<p>При взаимодействии двух тележек скорость первой стала <math>0,2 \frac{м}{с}</math>, а второй — <math>0,6 \frac{м}{с}</math>. Определите, какая из тележек более инертна и во сколько раз.</p>
	6	<p>Сколько штук строительных кирпичей размером <math>250мм \times 120мм \times 65мм</math> привезли на стройку, если их общая масса составила 3,51 т? (плотность кирпича <math>1800 \frac{кг}{м^3}</math>).</p>
Силы в природе	1	<p>Мальчик и девочка тянут верёвку за противоположные концы. Девочка может тянуть с силой не более 50 Н, а мальчик — с силой 150 Н. Если ребята стоят на месте, то с какой силой тянет за веревку мальчик? Объясните ответ.</p>
	2	<p>Мальчик катается на велосипеде по прямой дороге с постоянной скоростью. Какое из приведённых утверждений является верным?</p> <p>a) Равнодействующая всех сил, приложенных к велосипеду с мальчиком равна нулю;  b) На мальчика с велосипедом действует только сила тяжести;  c) На мальчика с велосипедом не действуют силы;  d) Сила трения равна нулю.</p>
	3	<p>1. Определите, на каком из рисунков (а, б, в, г) дано правильное изображение веса тела.</p> 
	4	<p>На графике показана зависимость между силой упругости и удлинением пружины. Определите коэффициент жесткости пружины.</p> 
	5	<p>Рассмотрите внимательно изображения плетения ниток в ткани. Что произошло бы с тканью, если бы не трение? С каким из предложенных материалов легче работать при шитье, с каким сложнее? Почему?</p> 

<sup>5</sup> <https://www.yaklass.ru/p/fizika/7-klass/dvizhenie-i-vzaimodeistvie-tel-11864/vzaimodeistvie-tel-massa-tela-izmerenie-massy-tela-na-vesakh-11868/re-5db79dd8-3b90-4ede-aff2-fe5934083dd7>


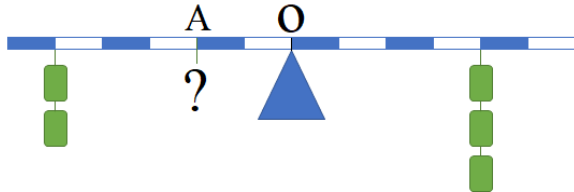
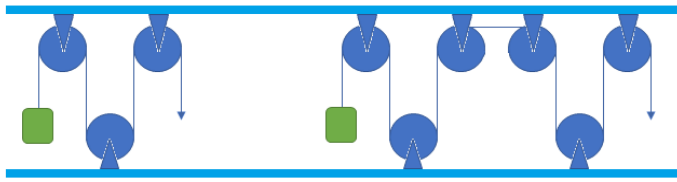
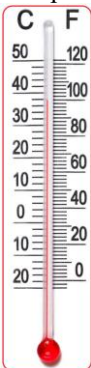
		Шерсть	Хлопок	Шелк
	6	С яблони падает яблоко массой 150 г. В момент падения найдите: а) силу тяжести, действующую на яблоко, б) вес яблока.		
Давление твердых тел, жидкостей и газов	1	<p>Открытый сосуд, в стенке которого на разных высотах проделали отверстия, заполнили водой. На каком рисунке правильно изображены струи вытекающей воды? Объясните ответ.</p>  <p>1)  2)  3)  4) </p>		
	2	<p>«Для того чтобы давление газа, содержащегося в определённом объёме, не изменялось при его охлаждении, необходимо:</p> <p>а) выпустить часть газа или уменьшить его объём          б) добавить некоторое количество газа или увеличить его объём          в) выпустить часть газа или увеличить его объём          г) добавить некоторое количество газа или уменьшить его объём» [6, с. 47]</p>		
	3	<p>Установите соответствия.</p> <p>А) Давление жидкости          Б) Давление твердого тела          В) Принцип сообщающихся сосудов          Г) Закон гидравлической машины</p> <p>1) <math>p = \frac{F}{S}</math>          2) <math>\frac{F_1}{F_2} = \frac{S_2}{S_1}</math>          3) <math>\frac{h_1}{h_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1}</math>          4) <math>p = \rho gh</math></p>		
	4	Гусеничный трактор весом 55 000 Н имеет опорную площадь обеих гусениц 15000 см <sup>2</sup> . Определите давление трактора на грунт.		
	5	<p>«Два одинаковых предмета были опущены в цилиндрические сосуды с основаниями различной площади. Гидростатическое давление, производимое на дно этих сосудов:</p>  <p>а) увеличится в обоих случаях одинаково          б) уменьшится в обоих случаях одинаково          в) значительно увеличится в узком сосуде          г) значительно увеличится в широком сосуде» [7]</p>		
	6	Определите по таблице плотностей какая жидкость налита в цилиндрический сосуд, если она производит давление 1323 Па, а высота её столба 10 см?		
Архимедова сила	1	<p>В емкость налили несмешивающиеся жидкости: вода, ртуть, керосин. В каком порядке снизу вверх они расположатся?</p> 		

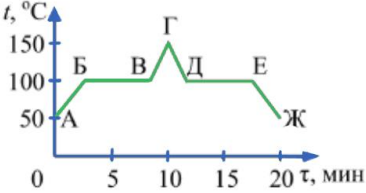
<sup>6</sup> Панебратцев, Белага, Ломаченков: Физика. 7 класс. Тетрадь-тренажёр. ФГОС

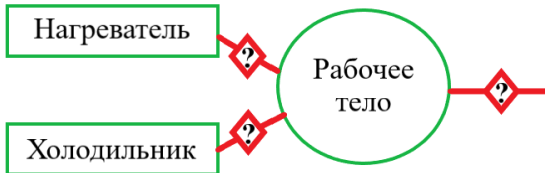
<sup>7</sup> Урок 20. Расчет давления жидкости на дно и стенки сосуда. - Физика. - 7 класс. - Российская электронная школа. - [Электронный ресурс]. URL: <https://resh.edu.ru/subject/lesson/1537/train/#206764> (дата обращения: 12.12.2021).

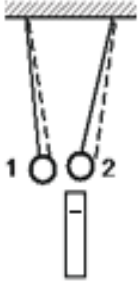
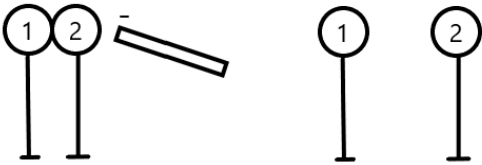
	2	Теплоход переходит из устья реки в соленое море. Как при этом изменится Архимедова сила?												
	3	Чему равна Архимедова сила, действующая на кусок мрамора объемом $60 \text{ см}^3$ , на треть погруженный в воду?												
	4	На поверхности воды плавают шары одинаковой массы. На какой шар действует наибольшая Архимедова сила? 												
	5	Отличается ли выталкивающая сила, действующая на воздушный шар от подъемной силы, действующей на этот же шар?												
	6	Рассчитать какую силу нужно приложить, чтобы удержать в воде чугунную отливку массой 20 кг.												
	Работа, мощность, энергия	1	Установите соответствия между физической величиной и её единицей. 8) Сила А) $\frac{\text{м}}{\text{с}}$ 9) Мощность Б) Н 10) Время В) Па 11) Работа Г) Дж 12) Скорость Д) с 13) Давление Е) $\frac{\text{Дж}}{\text{с}}$ 14) Энергия Ё) кг											
2		Выберите примеры, в которых совершается механическая работа: f) подъем камня с дна водоема; g) выполнение домашнего задания; h) автомобиль тянет прицеп; i) врач лечит больного; j) на нитке висит груз.												
3		Вычислите мощность насоса, подающего ежеминутно 1200 л воды на высоту 20 м.												
4		Расположите животных в следующем порядке: от животного, обладающего меньшей кинетической энергией до животного, обладающего наибольшей кинетической энергией при движении: 												
		<table border="1" data-bbox="533 1585 1485 1727"> <thead> <tr> <th>Животное</th> <th>Скорость (<math>\frac{\text{км}}{\text{ч}}</math>)</th> <th>Масса (кг)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Гепард</td> <td>130</td> <td>70</td> </tr> <tr> <td>Ленивец</td> <td>0,27</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>Слон</td> <td>40</td> <td>6000</td> </tr> </tbody> </table>	Животное	Скорость ( $\frac{\text{км}}{\text{ч}}$ )	Масса (кг)	Гепард	130	70	Ленивец	0,27	6	Слон	40	6000
Животное		Скорость ( $\frac{\text{км}}{\text{ч}}$ )	Масса (кг)											
Гепард	130	70												
Ленивец	0,27	6												
Слон	40	6000												
5	Энергия, которая определяется взаимным положением взаимодействующих тел или частей одного и того же тела, называется: e) кинетической энергией f) механической энергией g) потенциальной энергией h) джоулем													
6	На какую высоту нужно подбросить мяч массой 0,3 кг, чтобы он приобрёл потенциальную энергию 30 Дж относительно поверхности земли?													
Простые механизмы.	1	Посмотрите внимательно на картинку. Какие предметы (или составные части предметов) на иллюстрации можно отнести к простым механизмам? Напишите.												



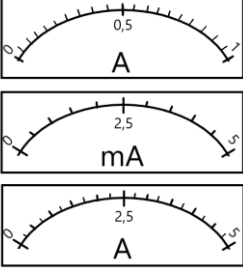
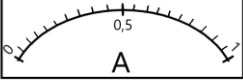
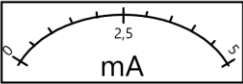
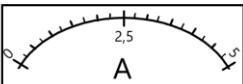
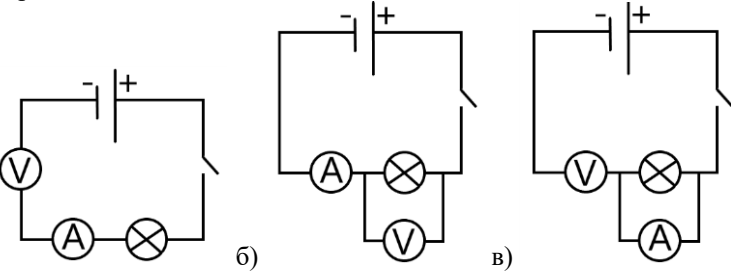
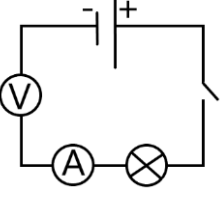
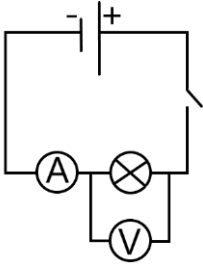
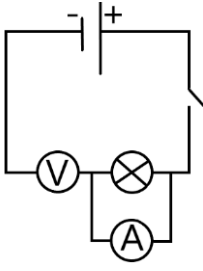
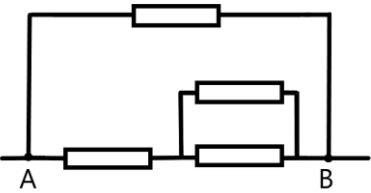
<p>КПД</p>		
	<p>2</p>	<p>Одно плечо рычага в 2 раза длиннее другого. Выберите верное(ые) утверждение(я).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Можно получить выигрыш одновременно в силе и расстоянии.</li> <li>b) Для равновесия к короткому плечу нужно подвесить в два раза большей массы груз, чем к длинному.</li> <li>c) Для равновесия к плечам нужно подвесить одинаковые по массе грузы.</li> <li>d) Подъем груза коротким плечом даст выигрыш в силе в 4 раза.</li> </ul>
	<p>3</p>	<p>На рисунке изображен рычаг, имеющий ось вращения в точке O. Один груз имеет массу 100 г, одно деление рычага равно 5 см, сколько грузов надо подвесить в точке A для того, чтобы рычаг был в равновесии?</p> 
	<p>4</p>	<p>У какой системы неподвижных блоков при подъеме равных грузов КПД больше, если силы трения в каждом блоке одинаковые?</p>  <p style="text-align: center;">а)    б)</p>
	<p>5</p>	<p>Груз равномерно поднимают с помощью подвижного блока. Отметьте верное(ые) утверждение(я).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Подвижный блок дает выигрыш в расстоянии в два раза.</li> <li>b) Подвижный блок дает выигрыш в работе.</li> <li>c) Подвижный блок дает выигрыш в силе в два раза.</li> <li>d) Потенциальная энергия груза увеличивается.</li> </ul>
	<p>6</p>	<p>Груз массой 1,8 кг равномерно переместили к вершине наклонной плоскости длиной 1,2 м и высотой 0,3 м. При этом была приложена сила 7,5 Н. Каков КПД установки?</p>
<p><b>8 класс</b></p>		
<p>Тепловые явления</p>	<p>1</p>	<p>Определите цену деления термометра в °С по данному рисунку. Укажите значение, которое показывает термометр в °С.</p> 

	2	На столе два стальных шара. Молекулы первого шара движутся в два раза быстрее, чем второго. Что можно сказать о температурах этих шаров? Поясните свой ответ.																											
	3	При какой температуре алюминиевая кружка, и деревянная будут казаться одинаково нагретыми?																											
	4	Составьте таблицу, расположив следующие понятия по категориям: температура, теплопроводность, градус Цельсия, излучение, Джоуль, конвекция, удельная теплоемкость вещества, калория.																											
	5	В один сосуд налили холодную воду, в другой сосуд налили столько же горячей воды. В каком стакане вода обладает большей внутренней энергией? Объясните свой ответ.																											
	6	До какой температуры остынут 2 л кипятка, отдав в окружающее пространство 120 ккал тепла? Удельная теплоёмкость воды $4200 \frac{\text{Дж}}{(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})}$ .																											
Количество теплоты. Изменение агрегатных состояний вещества	1	<p>На рисунке приведён график зависимости температуры <math>t</math> воды от времени <math>\tau</math> при нормальном атмосферном давлении. Какие из утверждений являются неверными?</p>  <p>а) В процессе БВ внутренняя энергия системы лёд-вода увеличивается.          б) В процессе АВ внутренняя энергия воды не изменяется.          в) Точка Ж соответствует жидкому состоянию воды.          г) Участок ДЕ соответствует процессу кристаллизации воды.          д) В процессе ЕЖ внутренняя энергия воды уменьшается.</p>																											
	2	<p>Вставьте пропущенные слова в тексте и ответьте на вопрос после:  <i>«Лёд довели до температуры плавления. При плавлении льда получаемая энергия тратится на _____. Далее образовавшуюся в процессе плавления воду довели до _____ и она превратилась в пар. При этом изменилось _____ молекул воды.»</i>            Какие переходы вещества не были рассмотрены в данном отрывке?</p>																											
	3	Воду в объеме 2 л, взятой при температуре 10 °С, смешали с водой при температуре 100 °С. Температура смеси оказалась равной 40 °С. Чему равна масса горячей воды? Теплообменом с окружающей средой пренебречь.																											
	4	<p>Определите в каком агрегатном состоянии находится спирт при температуре <math>-111^\circ\text{C}</math>, калий при температуре <math>60^\circ\text{C}</math> и серебро при температуре <math>964^\circ\text{C}</math>?</p> <table border="1" data-bbox="510 1288 989 2049"> <thead> <tr> <th>Вещество</th> <th>Температура плавления, °С</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Водород</td><td>-258</td></tr> <tr><td>Кислород</td><td>-219</td></tr> <tr><td>Азот</td><td>-210</td></tr> <tr><td>Спирт</td><td>-114</td></tr> <tr><td>Ртуть</td><td>-39</td></tr> <tr><td>Вода</td><td>0</td></tr> <tr><td>Калий</td><td>63</td></tr> <tr><td>Свинец</td><td>327</td></tr> <tr><td>Алюминий</td><td>660</td></tr> <tr><td>Серебро</td><td>962</td></tr> <tr><td>Золото</td><td>1063</td></tr> <tr><td>Медь</td><td>1085</td></tr> <tr><td>Железо</td><td>1539</td></tr> </tbody> </table>	Вещество	Температура плавления, °С	Водород	-258	Кислород	-219	Азот	-210	Спирт	-114	Ртуть	-39	Вода	0	Калий	63	Свинец	327	Алюминий	660	Серебро	962	Золото	1063	Медь	1085	Железо
Вещество	Температура плавления, °С																												
Водород	-258																												
Кислород	-219																												
Азот	-210																												
Спирт	-114																												
Ртуть	-39																												
Вода	0																												
Калий	63																												
Свинец	327																												
Алюминий	660																												
Серебро	962																												
Золото	1063																												
Медь	1085																												
Железо	1539																												


	5	Воздух в комнате объёмом $30 \text{ м}^3$ содержит $150 \text{ г}$ водяного пара. Чему равна абсолютная влажность воздуха? а) $30\%$ ; б) $5 \frac{\text{г}}{\text{м}^3}$ ; в) $0,05 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ ; г) $5\%$ .
	6	В калориметр, содержащий $250 \text{ г}$ воды при температуре $40 \text{ }^\circ\text{C}$ , кладут кусок льда при температуре $0 \text{ }^\circ\text{C}$ . Какая наименьшая масса льда нужна для того, чтобы температура содержимого калориметра стала равной $0 \text{ }^\circ\text{C}$ ?
Тепловые двигатели	1	На рисунке представлена незавершённая схема теплового двигателя. Укажите направление «стрелок» и подпишите у каждой «стрелки» буквенное обозначение: полученное количество теплоты ( $Q_1$ ), отданное количество теплоты ( $Q_2$ ), совершённая работа ( $A$ ). 
	2	Как расшифровывается КПД? <i>КПД – это ...</i> КПД теплового двигателя равен: а) отношению затраченной работы к энергии, полученной от нагревателя; б) отношению энергии, полученной от нагревателя, к полезной работе; в) отношению полезной работы к постоянной теплового двигателя; г) отношению полезной работы к энергии, полученной от нагревателя.
	3	Тепловой двигатель получил количество теплоты, равное $80 \text{ МДж}$ , и при этом выполнил полезную работу, равную $36 \text{ МДж}$ . Чему равно КПД теплового двигателя?
	4	Сколько нужно сжечь древесного угля, чтобы выделилось $510 \cdot 10^8 \text{ Дж}$ энергии. Удельная теплота сгорания древесного угля равна $34 \frac{\text{МДж}}{\text{кг}}$ .
	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.
	6	На сколько градусов нагреется кусок стали массой $50 \text{ г}$ , если он упадёт с высоты $25 \text{ м}$ на землю. Считай, что вся кинетическая энергия стали переходит во внутреннюю энергию. Удельная теплоёмкость стали равна $500 \frac{\text{Дж}}{(\text{кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C})}$ . При расчётах прими $g = 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$ .
Электрическое поле	1	Из приведенных веществ лучшим проводником является: а) резина; б) вода; в) алюминий; г) дерево.
	2	Какие из примеров ниже можно отнести к явлению электризации (подчеркните верны(е) ответы): <input type="checkbox"/> нагревание ладоней при их растирании друг о друга; <input type="checkbox"/> потрескивание и искры при снятии шерстяной одежды; <input type="checkbox"/> потрескивание и искры, возникающие при горении дров; <input type="checkbox"/> прилипание синтетической одежды при ходьбе.
	3	«К двум заряженным шарикам, подвешенным на изолирующих нитях, подносят отрицательно заряженную эбонитовую палочку. В результате положение шариков изменяется так, как показано на рисунке (пунктирными линиями указано первоначальное положение нитей).

		 <p>Это означает, что</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>оба шарика заряжены положительно</li> <li>оба шарика заряжены отрицательно</li> <li>первый шарик заряжен положительно, а второй – отрицательно</li> <li>первый шарик заряжен отрицательно, а второй – положительно» [8]</li> </ol>
4		<p>Как будет вести себя струйка воды, если к ней поднести стеклянную палочку, заряженную положительно?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>вода будет отклоняться в противоположную сторону от палочки;</li> <li>вода будет отклоняться в сторону палочки;</li> <li>вода не будет отклоняться, так как стеклянная палочка заряжается только отрицательно;</li> <li>вода станет заряжена отрицательно.</li> </ol>
5		<p>Заполните пропуски:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Если стеклянную палочку натереть листком бумаги, то палочка будет иметь _____ заряд, а лист бумаги _____ заряд.</li> <li>Если эбонитовую палочку натереть шерстью, то палочка будет иметь _____ заряд, а шерсть _____ заряд.</li> <li>Если один электроскоп зарядить положительно, а потом соединить его металлической палочкой с другим незаряженным электроскопом, то заряд _____ и оба электроскопа будут показывать _____ заряд, при этом второй электроскоп будет иметь _____ заряд.</li> <li>При электризации химический состав вещества _____, количество протонов _____, количество электронов _____.</li> <li>Положительным ионом называют атом с _____ электронов, а отрицательным ионом называют атом с _____ электронов.</li> </ul>
6		<p>Два незаряженных алюминиевых шара, закреплённых на изолирующих подставках, соприкасаются между собой. Справа от них поместили заряженную эбонитовую палочку и затем раздвинули шары. После удаления заряженного тела:</p>  <ol style="list-style-type: none"> <li>Шар 1 заряжен положительно, а шар 2 – отрицательно.</li> <li>Оба шара заряжены положительно.</li> <li>Оба шара заряжены отрицательно.</li> <li>Шар 1 заряжен отрицательно, а шар 2 – положительно.</li> <li>Шары остались незаряженными.</li> </ol>
Электрический ток.	1	Какой из амперметров позволит более точно определить силу тока в цепи, равную 3,5 мА?


<sup>8</sup> Открытый банк заданий ОГЭ // Федеральный институт педагогических измерений. – Москва, [2022]. – URL: [http://oge.fipi.ru/os/project/questions/question\\_view.php?qt=8FAD66251C57898A4CB888575CCC834C&md=qprint](http://oge.fipi.ru/os/project/questions/question_view.php?qt=8FAD66251C57898A4CB888575CCC834C&md=qprint) (дата обращения 26.11.2022).

Электрические цепи		 <p>a)           б)           в) </p>
2		Какую энергию расходует электрический утюг за 5 мин, если сопротивление его нагревательного элемента 100 Ом, а сила тока в нём 2 А?
3		<p>На каком рисунке правильно указано подключение приборов для измерения силы тока и напряжения?</p>  <p>a)  б)  в) </p>
4		Через поперечное сечение проводника за 2 минуты проходит электрический заряд, равный 60 Кл. Определите силу тока в этом проводнике?
5		<p>Выберите верное утверждение.</p> <p>а) Причиной сопротивления проводника электрическому току является взаимное притяжение движущихся электронов и ионов кристаллической решётки.</p> <p>б) Причиной сопротивления проводника электрическому току является различие в строении кристаллической решётки разных проводников.</p> <p>в) Причиной сопротивления проводника электрическому току является взаимное отталкивание движущихся электронов и ионов кристаллической решётки.</p> <p>г) Причиной сопротивления проводника электрическому току является повышение температуры проводника при прохождении по нему электрического тока.</p>
6		<p>Какое количество теплоты выделится на участке АВ цепи за 3 минуты при силе тока 2 А, если сопротивление одного резистора — 2 Ом?</p> 

## Дополнительные задания для диагностики и преодоления познавательных барьеров при обучении физике.

<b>7 класс. Тема: «Сведения о веществе»</b>									
<p>1. Выбери правильный вариант ответа. Молекула это — ... .</p> <p>a) самая большая частица вещества; b) мельчайшая частица вещества; c) более мелкая частица атома.</p>									
<p>2. Какое из нижеперечисленных свойств характерно для твёрдого тела?</p> <p>a) невозможно определить объём; b) легко сжимается; c) сохраняет объём.</p>									
<p>3. Чтобы вывинтить старый заржавевший винт, к его шляпке подносят нагретый паяльник, которым нагревают винт. Когда винт остывает, он легко вывинчивается. Как это можно объяснить?</p> <p>Выбери подходящий вариант ответа:</p> <p>a) винт сужается, что помогает его вывинтить; b) за счёт теплового расширения винт увеличивается и разрушает структуру ржавчины; c) винт превращается в жидкость.<sup>9</sup></p>									
<p>4. Что из перечисленного является физическим телом? Запишите ответ через запятую.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 2px;">- морс</td> <td style="width: 50%; padding: 2px;">- кофе</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">- вилка</td> <td style="padding: 2px;">- дождь</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">- камень</td> <td style="padding: 2px;">- бумага</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">- луна</td> <td style="padding: 2px;">- ураган</td> </tr> </table>		- морс	- кофе	- вилка	- дождь	- камень	- бумага	- луна	- ураган
- морс	- кофе								
- вилка	- дождь								
- камень	- бумага								
- луна	- ураган								
<p>5. Что из перечисленного является веществом? Запишите ответ через запятую.</p> <p>- бумага - дерево - медь - ручка - жгут - воздух - стекло.</p>									
<p>6. Найдите ошибки в тексте (запишите правильный текст): <i>Воздушный шарик с гелием внесли с мороза в теплое помещение и его объем при этом не изменился. При охлаждении стального шарика его объем увеличился, так как уменьшаются его частицы, из которых состоит шарик. Молекулы духов во флаконе отличаются от молекул духов в воздухе.</i></p>									
<p>7. Выберите верное утверждение.</p> <p>a) В любом веществе частицы движутся хаотично. b) Все тела состоят из структурных частиц. Между ними есть свободное пространство. c) Все тела состоят из молекул. Молекулы плотно расположены в веществе.</p>									
<p>8. При нагревании колбы с водой уровень воды в трубке поднимается. Выберите верное утверждение для объяснения этого явления.</p>									
									
<p>Нагревание колбы с водой</p> <p>a) В воде увеличивается число частиц. b) Увеличивается размер частиц воды.</p>									

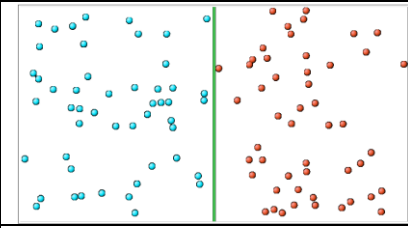
<sup>9</sup> Влияние нагревания на ржавчину – задание. Физика, 7 класс. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.yaklass.ru/p/fizika/7-klass/stroenie-veshchestva-11123/stroenie-veshchestva-molekuly-i-atomy-11332/re-f3f167a1-c14e-49e8-b016-de5e6d313934> (дата обращения: 25.12.2021)

c) Изменяется форма частиц воды. d) Увеличивается расстояние между частицами воды. <sup>10</sup>						
9. На рисунке изображен опыт с двумя свинцовыми цилиндрами. Два свинцовых цилиндра плотно прижали друг к другу ровными, только что срезанными поверхностями. Чем можно объяснить сцепление цилиндров? Почему опыт не получается, если цилиндры не отшлифовать перед опытом? 						
10. Составьте цепочку так, чтобы каждый последующий элемент входил в состав предыдущего. Тело, молекула, атом, вещество.						
11. Два куска мела не соединяются вместе даже при сильном сжатии, а два куска пластилина легко соединяются при незначительном сдавливании, потому что: a) молекулы пластичных веществ удаётся без труда сблизить на расстояние, на котором начинают проявляться силы межмолекулярного притяжения; b) у твёрдых тел отталкивание между молекулами всегда преобладает над притяжением; c) у пластичных и легкодеформируемых тел притяжение между молекулами всегда преобладает над отталкиванием.						
12. Изменилось ли количество молекул ртути в термометре, если термометр нагрели?						
13. При замерзании воды образуется лед, объем которого превышает объем воды. Можно ли сказать, что при замерзании изменяются размеры атомов водорода и кислорода, образующих молекулу воды? a) Нет, при замерзании воды увеличиваются размеры только атомов водорода. b) Да, при замерзании воды увеличиваются размеры как атомов водорода, так и атомов кислорода. c) Нет, при замерзании воды изменяется лишь характер связи между атомами водорода и кислорода.						
14. Заполните таблицу. В каком агрегатном состоянии при температуре 20°C находятся следующие вещества?						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">Газ</th> <th style="width: 33%;">Жидкость</th> <th style="width: 33%;">Твердое тело</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="height: 20px;"> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	Газ	Жидкость	Твердое тело			
Газ	Жидкость	Твердое тело				
Слова: мед, мел, сок, воздух, дым, ртуть, пластилин.						
15. Возможно ли сосуд заполнить наполовину газом? a) Нет, невозможно, так как газ занимает весь предоставленный объем. b) Да, возможно, если опыт проходит в нормальных условиях. c) Да, возможно, если сосуд прежде был герметичен.						
16. Придумайте вопросы, ответом на которые могут быть слова: атом, диффузия, твердое тело.						
17. Придумать и нарисовать небольшое сочинение, начало которого я вам предлагаю (можно выбрать любую тему): 4) Как молекула воды полетела в путешествие. На крыше старого дома висела сосулька. Внутри неё тесно, но дружно, прижавшись, друг к другу, жили частички воды, которые звались Молекулы. Наступили тёплые дни, стало пригревать солнышко и молекулы почувствовали, что они готовы отправляться путешествовать ... 5) Атомы в лагере. Наконец-то кончился учебный год, началось лето, пришли каникулы! Все молекулы поехали отдыхать в загородный лагерь. Но как назло, в начале смены шли дожди, и маленьким атомам было очень скучно ... 6) Путешествие молекулы... Как-то раз выбрызнула девочка из своих духов каплю и вылетели оттуда молекулы ... <sup>11</sup>						
18. Справа и слева находятся молекулы газа. Слева газ при температуре 20°, а справа газ при температуре в три раза больше. Как вы думаете, что произойдет с частицами, если убрать перегородку? Что произойдет со скоростями частиц?						

<sup>10</sup> Урок 04. Строение вещества. Молекулы и атомы. измерение размеров малых тел. – Физика. – 7 класс. – Российская электронная школа. – [Электронный ресурс]. URL: <https://resh.edu.ru/subject/lesson/1533/train/#206583> (дата обращения: 28.11.2021).

<sup>11</sup> Денисова Т. Н. Урок повторение «Первоначальные сведения о веществе» // Мультиурок [Электронный ресурс]. URL: <https://multiurok.ru/files/urok-povtorieniie-piervonachal-nyie-sviedeniia-o-vieshchiestvie.html> (дата обращения: 12.04.2020).





19. В какое место (на солнце, в тень, в холодильник) поставить банку с огурцами, чтобы они дольше оставались малосольными? Почему?

20. Найди лишнее слово и напиши почему считаешь его лишним:

- молния;
- диффузия;
- радуга;
- молекула;
- дождь.

**7 класс. Тема: «Механическое движение. Взаимодействие тел»**

1. Переведите скорость в указанные единицы измерения.

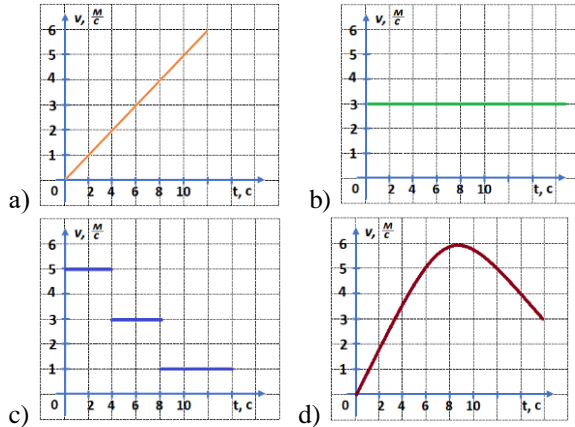
- a)  $36 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = \square \frac{\text{м}}{\text{с}}$
- b)  $1830 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = \square \frac{\text{м}}{\text{мин}}$
- c)  $120 \frac{\text{см}}{\text{мин}} = \square \frac{\text{м}}{\text{с}}$
- d)  $3 \cdot 10^5 \frac{\text{км}}{\text{с}} = \square \frac{\text{м}}{\text{с}}$

2. Расположите приведенные ниже скорости в порядке их возрастания.

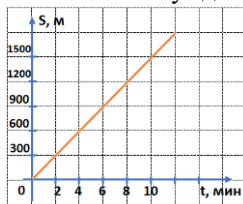
- a)  $0,4 \frac{\text{км}}{\text{мин}}$
- b)  $0,015 \frac{\text{км}}{\text{с}}$
- c)  $600 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$
- d)  $6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

3. В течение 10 минут автомобиль ехал со скоростью 54 км/ч, а затем треть часа ехал со скоростью 36 км/ч. Чему равна средняя скорость на всем пути?

4. Какой из графиков отображает зависимость скорости от времени при равномерном прямолинейном движении?



5. По графику зависимости пути от времени определите скорость равномерного движения в  $\frac{\text{м}}{\text{с}}$ . Вычислите путь в км за 12 минут движения тела при постоянной скорости.



6. Какие из приведенных ниже величин являются векторными?

- a) скорость
- b) путь
- c) масса
- d) инерция

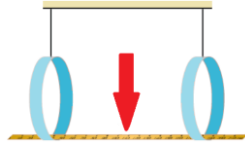


7. Велосипедист отправился из пункта А в пункт Б. На рисунке изображены путь и перемещение. Укажите какая линия является путем, а какая перемещением?



8. На остановке несколько пассажиров вышли из троллейбуса. Троллейбус отъезжает от остановки. Какое из утверждений верно?
- Пассажиры на остановке неподвижны, троллейбус движется.
  - Троллейбус неподвижен, двигаются пассажиры на остановке.
  - Пассажиры на остановке и троллейбус не движутся.
  - Нет верного утверждения.

9. По деревянной линейке, подвешенной на бумажных кольцах, ударили в направлении, указанном стрелкой. Что произошло?



- Порвались бумажные кольца, линейка осталась целой.
  - Ничего не произойдет.
  - Сломалась деревянная линейка.
10. Мальчик, стоящий на одной тележке, тянет за веревку другую точно такую же тележку с грузом. Тележка с грузом движется медленнее тележки, на которой стоит мальчик. Выберите верное утверждение.
- Массы мальчика и груза равны.
  - Масса мальчика больше, чем масса груза.
  - Масса мальчика меньше, чем масса груза.

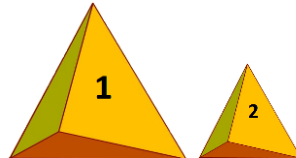
**7 класс. Тема: «Масса. Плотность. Объем»**

1. Преобразуйте указанные единицы.

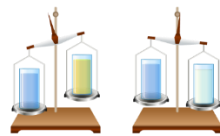
- $14,7 \text{ дм}^3 = \square \text{ м}^3$
- $158 \text{ см}^3 = \square \text{ м}^3$
- $65 \text{ мл} = \square \text{ м}^3$

2. Брусоч А изготовлен из меди, а брусок Б — из алюминия. У обоих брусков равные массы и равные площади поперечных разрезов. Длина какого бруска больше — А или Б?

3. У обоих тел равные массы. У какого тела плотность больше?



4. С помощью весов мальчик определил, что стакан, заполненный водой, имеет большую массу, чем тот же стакан, заполненный керосином, но меньшую, чем молоко. В каком из нижеприведённых соотношений находятся плотности этих жидкостей?<sup>12</sup>

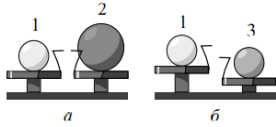


- $\rho_{\text{в}} < \rho_{\text{мол}} < \rho_{\text{кер}}$
- $\rho_{\text{мол}} > \rho_{\text{в}} > \rho_{\text{кер}}$
- $\rho_{\text{мол}} < \rho_{\text{в}} < \rho_{\text{кер}}$
- $\rho_{\text{в}} > \rho_{\text{мол}} > \rho_{\text{кер}}$

5. Шар 1 последовательно взвешивают на рычажных весах с шаром 2 и шаром 3 (рис. а и б). Для объёмов шаров справедливо соотношение  $V_1 = V_3 < V_2$ .<sup>13</sup>

<sup>12</sup> Урок 10. Плотность и масса. Определение плотности твёрдого тела с помощью весов и измерительного цилиндра – Физика. – 7 класс. – Российская электронная школа. – [Электронный ресурс]. URL: <https://resh.edu.ru/subject/lesson/2601/train/#190378> (дата обращения: 28.11.2021).

<sup>13</sup> Из демонстрационного варианта контрольных измерительных материалов для проведения в 2017 году основного государственного экзамена по физике.



Минимальную среднюю плотность имеет(-ют) шар(-ы)

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 1 и 2

6. Найдите ошибки в тексте, запишите их через запятую.

*Плотность одного и того же вещества в твёрдом, жидком и газообразном состояниях одинакова. Плотность вещества зависит от внешних условий. Зная массу тела и плотность вещества, из которого это тело состоит, его объём можно найти по формуле:*

$$V = m \cdot \rho$$

*Если же нам известны плотность и объём, массу тела можно найти по формуле:*

$$m = \rho \cdot V$$

7. Плотность платины  $21\,500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ . Это означает, что (выберите верные утверждения):

- a)  $1 \text{ м}^3$  платины имеет массу  $21\,500 \text{ кг}$ ;
- b)  $1 \text{ см}^3$  платины имеет массу  $21,5 \text{ кг}$ ;
- c)  $2,5 \text{ дм}^3$  платины имеет массу  $53,75 \text{ кг}$ ;
- d) один килограмм платины занимает объём  $2,15 \text{ м}^3$ .

8. Известно, что шарик изготовлен из меди. Определите, является ли данный шарик полым внутри, если его объём равен  $0,0003 \text{ м}^3$  и масса равна  $2,67 \text{ кг}$ .

- a) Шарик не полый.
- b) Невозможно определить.
- c) Шарик полый.

9. Алюминиевая деталь имеет массу  $675 \text{ г}$ . Каков ее объём? (плотность алюминия составляет  $2700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ ).

10. Какую массу имеет стеклянная пластинка объёмом  $4 \text{ дм}^3$  (плотность стекла  $2500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ ).

### 7 класс. Тема: «Силы в природе»

1. Найдите ошибки в тексте (выделите в тексте ошибки).

Притяжение всех тел Вселенной друг к другу называют тяготением. Установлено, что силы притяжения между телами тем больше, чем меньше массы этих тел. Известно также, что силы притяжения между телами увеличиваются, если увеличивается расстояние между ними.

2. Мальчик и девочка тянут верёвку за противоположные концы. Девочка может тянуть с силой не более  $50 \text{ Н}$ , а мальчик — с силой  $150 \text{ Н}$ . Если ребята стоят на месте, то с какой силой каждый тянет за верёвку?

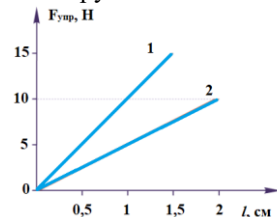
- a) мальчик с силой  $150 \text{ Н}$ , а девочка с силой  $50 \text{ Н}$ ;
- b) девочка с силой  $150 \text{ Н}$ , а мальчик с силой  $50 \text{ Н}$ ;
- c) оба тянут с силой, равной  $50 \text{ Н}$ ;
- d) оба тянут с силой, равной  $150 \text{ Н}$ .

3. Где больше будет сила тяжести, действующая на тело на поверхности Земли:

- a) сила тяжести везде одинакова на поверхности Земли;
- b) на полюсах;
- c) на экваторе;
- d) на Южном тропике.

4. На пружину подвешена гиря, масса которой равна  $500 \text{ г}$ . Определите значение силы упругости пружины и коэффициент жесткости пружины, если пружина растянулась на  $2 \text{ см}$ .

5. На рисунке приведены графики зависимости силы упругости от деформации для двух пружин. У какой пружины больше коэффициент жесткости пружины?



6. Как изменится сила упругости при уменьшении удлинения пружины в четыре раза?

- a) уменьшится в 4 раза;
- b) останется неизменной;

- с) увеличится в 4 раза;  
 д) увеличится в 2 раза.

7. Впишите в текст пропущенные слова.<sup>14</sup>

Вес тела следует отличать от силы \_\_\_\_\_. Сила \_\_\_\_\_ возникает вследствие взаимодействия тела и \_\_\_\_\_, а вес — в результате взаимодействия тела с \_\_\_\_\_ или \_\_\_\_\_.

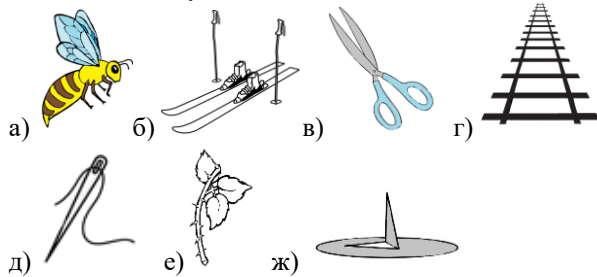
8. Силу трения скольжения двух одинаковых металлических пластин пытаются уменьшить, постепенно полирую обе соприкасающиеся поверхности. В начале эксперимента сила трения уменьшалась, но затем начала увеличиваться. Как можно объяснить результат эксперимента?

9. Каким способом можно измерить силу трения скольжения бруска о шероховатую поверхность? Опишите последовательность действий.

10. Тело покоится на плоскости. Действует ли на него сила трения?

**7 класс. Тема: «Давление твердых тел, жидкостей и газов»**

1. Внимательно посмотрите на рисунки и распределите картинки по группам: «Способы увеличения давления» и «Способы уменьшения давления».



Способы увеличения давления	Способы уменьшения давления

2. Вычислите давление, производимое коньками на лед, если масса стоящего на коньках человека равна 60 кг, ширина лезвия коньков равна 5 мм, а длина той части лезвия, которая опирается на лед, составляет 18 см.

3. Столб воды в сообщающихся сосудах высотой 8,6 см уравнивает столб дизельного топлива высотой 10 см. Определить плотность дизельного топлива, если плотность воды  $1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ .

4. Площадь большего поршня 200 см<sup>2</sup>. Какова площадь малого поршня гидравлической машины, если она дает выигрыш в силе в 10 раз?

5. Столбик воды, находящийся в шприце, не может самопроизвольно выливаться. Это происходит потому, что:

- давление воздуха в шприце над водой больше атмосферного;
- вес воды равен нулю;
- давление воздуха в шприце над водой равно атмосферному;
- давление воздуха в шприце над водой меньше атмосферного.

6. Переведите значение атмосферного давления из мм. рт. ст. в паскали.

- 900 мм рт. ст. = \_\_\_;
- 700 мм рт. ст. = \_\_\_;
- 800 мм рт. ст. = \_\_\_;
- 760 мм рт. ст. = \_\_\_;
- 710 мм рт. ст. = \_\_\_.

7. Почему сжатые газы содержат в специальных баллонах? Почему в ходе перевозки баллоны с газом следует беречь от падений и ударов?

8. Какие опыты проиллюстрированы на рисунке 1 и 2. Напишите название и суть опыта.

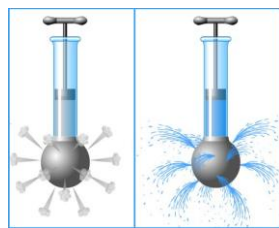


Рис. 1

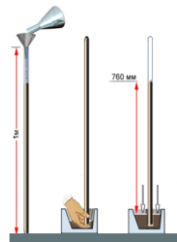
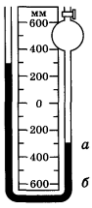


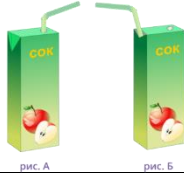
Рис. 2

<sup>14</sup> Урок 15. Вес тела. Невесомость – Физика. – 7 класс. – Российская электронная школа. – [Электронный ресурс]. URL: <https://resh.edu.ru/subject/lesson/2599/train/#206694> (дата обращения: 28.11.2021).

9. Чему равно давление на ртуть на уровнях а и б, если атмосферное давление нормальное?<sup>15</sup>



10. Сок можно выпить из герметичного пакета, проткнув его трубочкой (рис. А). Этот же пакет с соком можно открыть, разрезав пакет ножницами, и выпить сок, вставив трубочку в получившееся отверстие (рис. Б). В каком случае при питье будет происходить деформация пакета?<sup>16</sup>



- a) В случае А
- b) В случае Б
- c) В обоих случаях
- d) Деформации не будет ни в одном случае

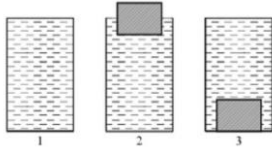
7 класс. Тема: «Архимедова сила»

1. По какой формуле можно вычислить подъемную силу шара?

- a)  $mg$
- b)  $F_A - F_{тяж}$
- c)  $\rho_{ж}gV_T$
- d)  $kx$

2. В стакане, наполненном до краёв водой, плавает кусок льда. Перельётся ли вода через край, когда лёд растает? Что произойдёт, если в стакане находится не вода, а: 1) жидкость более плотная (например, очень солёная вода), 2) жидкость менее плотная (например, керосин)?<sup>17</sup>

3. Три одинаковых сосуда до краёв наполнены водой (см. рисунок). В одном плавает кусок дерева, а в другом лежит металлический брусок такого же объёма. В каком сосуде наибольшее количество воды, а в каком — наименьшее? Объясните ответ.

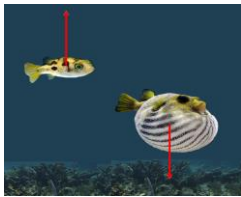


4. В воду погружены медный и алюминиевые шары одинакового объёма. Выталкивающая сила:

- a) на алюминиевый шар меньше;
- b) на медный шар меньше;
- c) одинакова для обоих брусков.

5. Стакан с водой стоит на весах. Подошел Петя и опустил палец в воду, не касаясь стенок. Изменились ли показания весов?

6. Внимательно посмотрите на картинку. Левая рыбка выпустила воздух и всплывает, а правая набрала воздух и тонет. Если есть ошибка, то напишите и объясните ее.

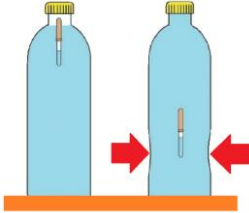


7. На рисунке изображен опыт «Картезианский водолаз». Объясните почему пипетка тонет при нажатии закрытой пластиковой бутылки с водой.

<sup>15</sup> Сборник задач по физике. 7-9 классы: пособие для учащихся общеобразовательных учреждений / Лукашик В.И., Иванова Е. В. – 25-е издание. – М.: Просвещение, 2011. – 240 с.

<sup>16</sup> Урок 23. Вес воздуха. Атмосферное давление. Измерение атмосферного давления. Опыт Торричелли – Физика. – 7 класс. – Российская электронная школа. – [Электронный ресурс]. URL: <https://resh.edu.ru/subject/lesson/1535/train/#206804> (дата обращения: 28.11.2021).

<sup>17</sup> Шкатулка качественных задач по физике. Архимедова сила – [Электронный ресурс]. URL: <https://iralebedeva.ru/physic20.html> (дата обращения: 20.11.2021).



8. Каков объем мраморной плиты, если в воде на нее действует выталкивающая сила 8000 Н? Изменится ли ответ, если плита будет из железа?

9. Вес тела в воздухе равен 25 кН, а в воде — 15 кН. Каков объем тела?

10. Медный шар в воздухе весит 1,96 Н, а в воде 1,47 Н. Сплошной этот шар или полый?

**7 класс. Тема: «Работа, мощность, энергия»**

1. Впишите пропущенные слова:  
Камень падает с крыши дома, в момент удара о землю камень обладает \_\_\_\_\_. Камень подобрал мальчик и забросил его обратно на крышу, при этом его \_\_\_\_\_ энергия увеличилась.  
Тележка движется по инерции, работа равна \_\_\_\_\_, после 12 минут движения мощность тележки равна \_\_\_\_\_.

2. Три шара одинаковых размеров, свинцовый, стальной и деревянный, подняты на одинаковую высоту над столом. Какой шар обладает максимальной потенциальной энергией?  
а) свинцовый;  
б) стальной;  
в) деревянный;  
г) потенциальная энергия всех шаров одинакова.

3. Энергия — это ...  
Продолжите определение.  
Энергия измеряется в ...?

4. Из формулы  $\rho = \frac{m}{V}$  выразите  $m$ . И подставьте в формулу для потенциальной энергии.  
 $m =$    $E =$


5. Бегущая со скоростью  $9 \frac{m}{c}$  собака массой 14 кг изменила скорость бега до  $28,8 \frac{km}{ч}$ . На сколько изменилась её кинетическая энергия?

6. Выразите килоджоули в джоулях.  
а)  $0,007 \text{ кДж} = \square \text{ Дж}$ ;  
б)  $3 \cdot 10^3 \text{ кДж} = \square \text{ Дж}$ ;  
в)  $0,5 \cdot 10^{-2} \text{ кДж} = \square \text{ Дж}$ ;  
г)  $20,05 \text{ кДж} = \square \text{ Дж}$ .

7. Впечатайте единицы измерения(полностью):  
а)  $1 \text{ ватт} = 1 \text{ Вт} = \frac{1 \square}{1 \square}$ ;  
б) Запишите словами мВт:  
  
в) Переведите в Вт:  
 $0,6 \text{ МВт} = \square \text{ Вт}$

8. Рассчитайте мощность человека при ходьбе, если за 60 минут он делает 4200 шагов и за каждый шаг совершает 40 Дж работы?

9. Взгляните на рисунки. На каждом из них символически изображены две физические величины: механическая работа и время её выполнения. Разберитесь, в чём эта символичность и сравните мощности персонажей. <sup>18</sup>



<sup>18</sup> Тема 05. Работа и энергия. Физика.ру. – [Электронный ресурс]. URL: <http://www.fizika.ru/zadachki/index.php?theme=5&id=5410> (дата обращения: 20.11.2021).

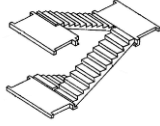
10. Камень брошен вертикально вверх. Какие превращения энергии при этом происходят?

**7 класс. Тема: «Простые механизмы. КПД»**

1. Установите, к какому виду простых механизмов относятся различные устройства.

1) рычаг; 2) наклонная плоскость; 3) ворот; 4) винт.

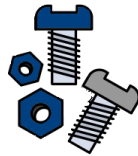
A)



Б)



С)

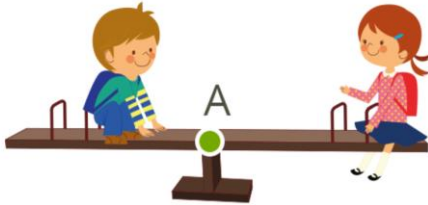


Д)



2. Какие простые механизмы используются в конструкции велосипеда?

3. Маша сидит на расстоянии 3 метров от точки опоры качелей А, а Саша — на расстоянии 1,2 м. Сколько весит Саша, если Маша весит 192 Н, а качели находятся в равновесии?



4. Оцените выигрыш в силе рычага, если плечи сил равны 9 см и 2 см.

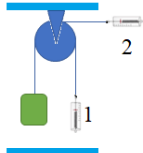
- a) 9
- b) 2
- c) 4,5
- d) 0,22

5. Напишите единицы измерения у каждой физической величины:

- a) Сила – ;
- b) КПД – ;
- c) Мощность – ;
- d) Работа – .

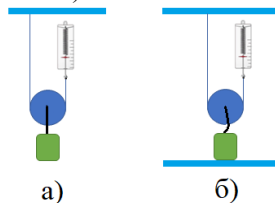
6. Какую по величине силу нужно приложить к системе из подвижного и неподвижного блока, чтобы удержать груз весом 700 Н?

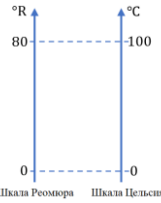
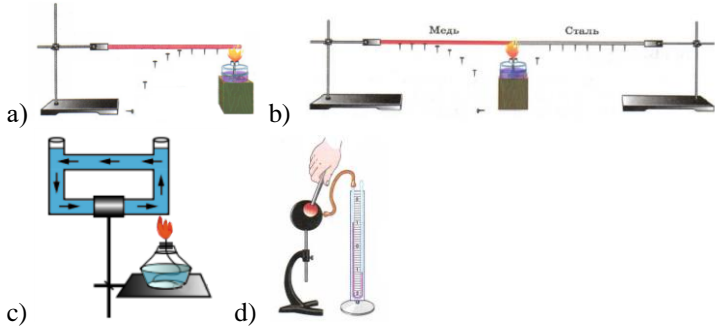
7. Какие должны быть показания динамометра в положениях 1 и 2, если груз не движется?



- a) В положении 1 динамометр покажет большее значение.
- b) В положении 2 динамометр покажет большее значение.
- c) Оба динамометра покажут одно значение.
- d) Невозможно определить.

8. Вес груза 5 Н, вес подвижного блока 1,1 Н. Какое значение показывает динамометр в обоих случаях (рис. а и б).



9.	С помощью неподвижного блока груз массой 50 кг поднимают на высоту 3 м. Определите совершенную при этом работу, если КПД 96%. <sup>19</sup>
10.	Впишите в текст пропущенные слова. <sup>20</sup> Уже древним учёным было известно правило, применяемое ко всем механизмам, – «_____ правило» механики: «Во сколько раз _____ в силе, во столько раз _____ в расстоянии».
<b>8 класс. Тема: «Тепловые явления»</b>	
1.	В тесной или в просторной обуви зимой больше мерзнут ноги? Почему?
2.	Скольким градусам Реомюра соответствует 18 °С?
	
3.	Внимательно посмотрите на опыты. Найдите изображения с физической ошибкой, напишите и объясните свой ответ.
	
4.	На упаковке мороженого написано: <i>Энергетическая ценность 205 ккал</i> . Переведите данное значение в кДж.
5.	Удельная теплоемкость серебра $250 \frac{\text{Дж}}{(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})}$ . Это означает, что для нагревания:
a)	серебра массой 250 кг на 1 °С требуется 1 Дж;
b)	серебра массой 1 кг на 250 °С требуется 1 Дж;
c)	серебра массой 1 кг на 1 °С требуется 250 Дж;
d)	серебра массой 250 кг на 250 °С требуется 1 Дж.
Выберите верный вариант.	
6.	Установите соответствие.
A) Теплопроводность	1) Образование ветра
Б) Излучение	2) Нагрев воздуха рядом с костром
В) Конвекция	3) Нагрев дна тарелки с горячим супом
7.	Какой из приведенных ниже процессов или явлений, главным образом, обеспечивается теплопроводностью:
a)	нагревание крыши дома в солнечный день;
b)	нагревание выхлопной трубы у заведенного автомобиля;
c)	обдув вентилятором людей в помещении;
d)	теплый дым из печной трубы.
8.	Удельная теплоёмкость воды равна $4200 \frac{\text{Дж}}{(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})}$ . Это означает, что для охлаждения воды $m = 1$ кг на 1 °С необходимо количество теплоты, равное: _____ Дж.
9.	На сколько градусов нагреется 3 кг керосина, если ему сообщить 630 кДж теплоты? Удельная теплоёмкость керосина $2100 \frac{\text{Дж}}{(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})}$ .
10.	Какое количество теплоты получит человек выпив стакан чая массой 250 г и температурой 56,5°С. (Температуру человека, считайте 36,5°С, удельная теплоемкость воды $4200 \frac{\text{Дж}}{(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})}$ ).
<b>8 класс. Тема: «Количество теплоты. Изменение агрегатных состояний вещества»</b>	

<sup>19</sup> Сборник задач по физике. 7-9 классы / авт.-сост. Е. Г. Московкина, В.А. Волков. - 10-е изд., эл. - 1 файл pdf: 225 с. - Москва: ВАКО, 2021. URL.: <https://books.google.ru/books?id=CwQqEAAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=ru#v=onepage&q&f=false> (дата обращения: 28.12.2021).

<sup>20</sup> Урок 32. Блоки и система блоков. «Золотое правило» механики. Коэффициент полезного действия. Определение коэффициента полезного действия наклонной плоскости – Физика. – 7 класс. – Российская электронная школа. – [Электронный ресурс]. URL: <https://resh.edu.ru/subject/lesson/2962/train/#206920> (дата обращения: 28.11.2021).



1. Выберите, какие вещества находятся в одном агрегатном состоянии при нормальных условиях? а) никель; б) ртуть; в) вода; г) гелий.																		
2. Одинаковая ли температура кипения воды у подножия или на вершине горы Эльбрус?																		
3. Ниже приведена таблица значений температуры вещества в зависимости от времени нагревания. Мощность нагревателя постоянна. В начальный момент вещество находилось в твёрдом состоянии. <sup>21</sup>																		
<table border="1"> <tr> <td>Время, мин.</td> <td>0</td> <td>5</td> <td>10</td> <td>15</td> <td>20</td> <td>25</td> <td>30</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>Температура, °С</td> <td>20</td> <td>150</td> <td>300</td> <td>300</td> <td>300</td> <td>300</td> <td>350</td> <td>400</td> </tr> </table>	Время, мин.	0	5	10	15	20	25	30	35	Температура, °С	20	150	300	300	300	300	350	400
Время, мин.	0	5	10	15	20	25	30	35										
Температура, °С	20	150	300	300	300	300	350	400										
Из предложенного перечня утверждений выберите два правильных. Укажите их номера. а) Температура плавления вещества равна 300 °С. б) Удельная теплоёмкость вещества в твёрдом состоянии равна удельной теплоёмкости в жидком состоянии. в) В интервале времени от 15 до 20 мин. часть вещества находилась в твёрдом состоянии, часть – в жидком состоянии. г) В интервале времени 10–25 мин. внутренняя энергия вещества уменьшалась. е) Можно утверждать, что в момент времени 10 мин. вещество полностью находилось в твёрдом состоянии.																		
4. Удельная теплота плавления золота $67 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$ . Это значит, что для плавления золота... а) массой 67 кг на 1 °С требуется 1 кДж энергии; б) массой 1 кг на 67 °С требуется 1 кДж энергии; в) массой 1 кг, взятого при температуре плавления, требуется 67 кДж энергии г) массой 1 кг на 67 °С требуется 67 кДж энергии																		
5. Как при плавлении изменяется температура аморфных тел? Приведите два примера аморфного тела.																		
6. Посмотрите на график зависимости температуры $t$ от времени $\tau$ для некоторого вещества. Что происходило с веществом на каждом участке графика, если первоначально оно было в газообразном состоянии?																		
7. На рисунке представлены графики зависимости температуры $t$ от времени $\tau$ для двух тел одинаковой массы. В начальный момент времени тела находились в твердом состоянии. У какого тела выше температура плавления? У какого тела больше удельная теплота плавления? Одинаковы ли удельные теплоемкости тел?																		
8. Постройте график зависимости температуры $t$ от времени $\tau$ для ртути при нормальном атмосферном давлении. Первоначально вещество находилось в твердом состоянии, после чего его стали нагревать до образования пара.																		
9. В стеклянную чашку массой 220 г с серебряной ложкой массой 50 г наливают 200 г чая при температуре 80 °С. Какая температура установится в результате теплообмена, если чашка и ложка имели температуру 25 °С? Потерями тепла пренебречь.																		
10. Какое вещество поглощает большее количество энергии в процессе парообразования при температуре кипения: натрий массой 146 г или калий массой 138 г? Во сколько раз? (Удельная теплота парообразования: натрий – $L_1 = 4220000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$ ; калий – $L_2 = 2080000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$ ). <sup>22</sup>																		
<b>8 класс. Тема: «Тепловые двигатели»</b>																		
1. Напишите из каких тактов состоит цикл двигателя внутреннего сгорания.																		
2. Опишите принцип работы холодильной установки.																		

<sup>21</sup> Открытый банк заданий ОГЭ // Федеральный институт педагогических измерений. – Москва, [2022]. – URL: [http://oge.fipi.ru/os/project/questions/question\\_view.php?qt=82817F43D54484D34471ECA4D02C45AC&md=qprint](http://oge.fipi.ru/os/project/questions/question_view.php?qt=82817F43D54484D34471ECA4D02C45AC&md=qprint) (дата обращения 26.11.2022).

<sup>22</sup> Сравни количество теплоты разных веществ. ЯКласс. – [Электронный ресурс]. URL: <https://www.yaklass.ru/p/fizika/8-klass/izmenenie-sostoiianiia-veshchestva-141552/kipenie-temperatura-kipeniia-udelnaia-teplota-paroobrazovaniia-141553/re-45b50cb5-5457-4a77-8e4f-7d34856ce21e> (дата обращения 26.11.2022).



3.	Два бруска одинаковых размеров имеют одинаковую комнатную температуру. Удельные теплоёмкости брусков и их плотности также одинаковы. Брусок 1 имеет большую теплопроводность, чем брусок 2. Какой из этих брусков быстрее охладится на улице зимой? Ответ поясните.		
4.	Сколько граммов бензина надо сжечь, чтобы изменить температуру воды массой 1,5 кг на 60 °С?		
5.	Автобус за 16 часов работы расходует 104 литра топлива. Сколько литров топлива израсходует автобус за 5 часов работы?		
6.	Ниже приведена таблица удельной теплоты сгорания ( $q$ ) различных видов топлива. <sup>23</sup>		
	Топливо	$q, \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$	Топливо
	Порох	$0,38 \cdot 10^7$	Древесный уголь
	Дрова сухие	$1,0 \cdot 10^7$	Природный газ
	Торф	$1,4 \cdot 10^7$	Нефть
	Антрацит	$3,0 \cdot 10^7$	Бензин
	Каменный уголь	$2,7 \cdot 10^7$	Керосин
	Спирт	$2,7 \cdot 10^7$	Водород
	Из предложенного перечня утверждений выберите <i>два</i> правильных. Укажите их номера.		
	1) Зимой воздух в деревянном доме нагревается быстрее, если печь топить древесным углём, а не сухими дровами.		
	2) При полном сгорании 5 кг нефти выделяется меньшее количество теплоты, чем при полном сгорании 6 кг древесного угля.		
	3) В двух одинаковых сосудах нагревали воду одинаковой массы, используя в качестве топлива в одном случае спирт, а в другом случае керосин такой же массы, как и спирт. При полном сгорании спирта температура воды выше, чем при полном сгорании керосина. Считать, что потери энергии на нагревание воздуха отсутствуют.		
	4) При полном сгорании 5 кг антрацита выделяется такое же количество теплоты, как и при полном сгорании 15 кг сухих дров.		
	5) Удельная теплота сгорания жидкого топлива в основном меньше, чем твёрдого.		
7.	Найдите работу, совершенную тепловым двигателем, если нагреватель отдаёт 25 кДж энергии, а холодильнику передаётся 15 кДж?		
8.	Какое количество получил тепловой двигатель за 50 минут, если его полезная мощность равна 2,2 кВт, а КПД 15%?		
9.	Какую работу совершает машина с КПД 40%, если от нагревателя поступает количество теплоты 20 КДж?		
10.	Определи, сколько вспышек горючей смеси происходит за 1 с в каждом цилиндре четырёхтактного двигателя, вал которого совершает 796 оборотов за 1 мин?		
<b>8 класс. Тема: «Электрическое поле»</b>			
1.	Можно ли на концах стеклянной палочки получить одновременно два разноимённых заряда?		
2.	Какая частица имеет самую маленькую массу:		
	а) протон;		
	б) электрон;		
	в) нейтрон;		
	г) нуклон.		
3.	Как будут взаимодействовать три заряда одинаковые по знаку и по значению, но расположенных на разном расстоянии друг от друга? <sup>24</sup>		
	а. Все три заряда одинаково взаимодействуют друг с другом		
	б. Чем ближе заряды, тем сильнее взаимодействие		
	в. Чем дальше заряды, тем сильнее взаимодействие		
	г. Взаимодействия между зарядами не будет		

<sup>23</sup> Открытый банк заданий ОГЭ // Федеральный институт педагогических измерений. – Москва, [2022]. – URL: [http://oge.fipi.ru/os/project/questions/question\\_view.php?qt=7CBE67B00946A9B648017A45234EADB6&md=qprint](http://oge.fipi.ru/os/project/questions/question_view.php?qt=7CBE67B00946A9B648017A45234EADB6&md=qprint) (дата обращения 02.12.2022).

<sup>24</sup> Урок 13. Обобщение по теме «Электрическое поле» – Физика. – 8 класс. – Российская электронная школа. – [Электронный ресурс]. URL: <https://resh.edu.ru/subject/lesson/2592/train/#207146> (дата обращения: 28.11.2021).

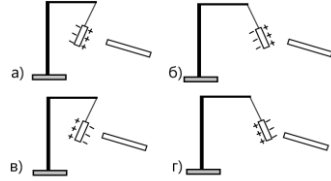
4. Расставьте данные понятия по категориям:  
 МАССА, ЭЛЕКТРОМЕТР, КУЛОН, ЭЛЕКТРИЗАЦИЯ, НЬЮТОН, ЗАРЯД, ЭЛЕКТРОСКОП, СИЛА.

- А) Физическая величина: \_\_\_\_\_.  
 Б) Прибор: \_\_\_\_\_.  
 В) Физическое явление: \_\_\_\_\_.  
 Г) Единица физической величины: \_\_\_\_\_.

5. Какие процессы являются видом электризации:

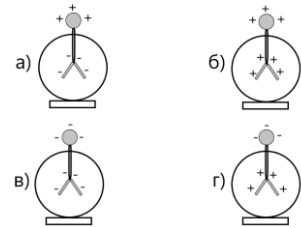
- а) трение;  
 б) смачивание;  
 в) соприкосновение;  
 г) удар;  
 д) нагревание.

6. К незаряженной лёгкой металлической гильзе, подвешенной на шёлковой нити, поднесли, не касаясь, положительно заряженную стеклянную палочку. На каком рисунке правильно показаны поведение гильзы и распределение зарядов на ней?

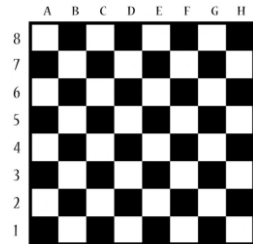


7. Два одинаковых металлических шарика, заряженных положительными зарядами  $q_1$  и  $q_2$ , привели в соприкосновение. При этом заряд второго шарика увеличился в 2 раза и стал равен  $q'_2 = 10$  нКл. Чему был равен заряд первого шарика  $q_1$  до соприкосновения?

8. Отрицательно заряженную эбонитовую палочку поднесли, не касаясь, к шару незаряженного электроскопа. В результате листочки электроскопа разошлись на некоторый угол. Распределение заряда в электроскопе при поднесении палочки правильно показано на рисунке:



9. Известно, что электрическое поле, созданное заряженным телом, одинаково в клетках H2, F4, D2. В какой клетке находится заряженное тело?



10. Два одинаковых металлических шарика зарядили разноимёнными зарядами, которые равны  $-14q$  и  $22q$ . После этого шарика привели в соприкосновение, а потом развели в разные стороны. Чему стал равен заряд каждого шарика?

## Разработанные алгоритмы магистрантами 2 курса института физики

РГПУ им. А. И. Герцена

На рисунке 1 представлен фрагмент алгоритма, разработанного магистрантом 2 курса РГПУ им. А. И. Герцена Е. П. Сорокиной. Алгоритм подготовлен по теме «Количество теплоты».

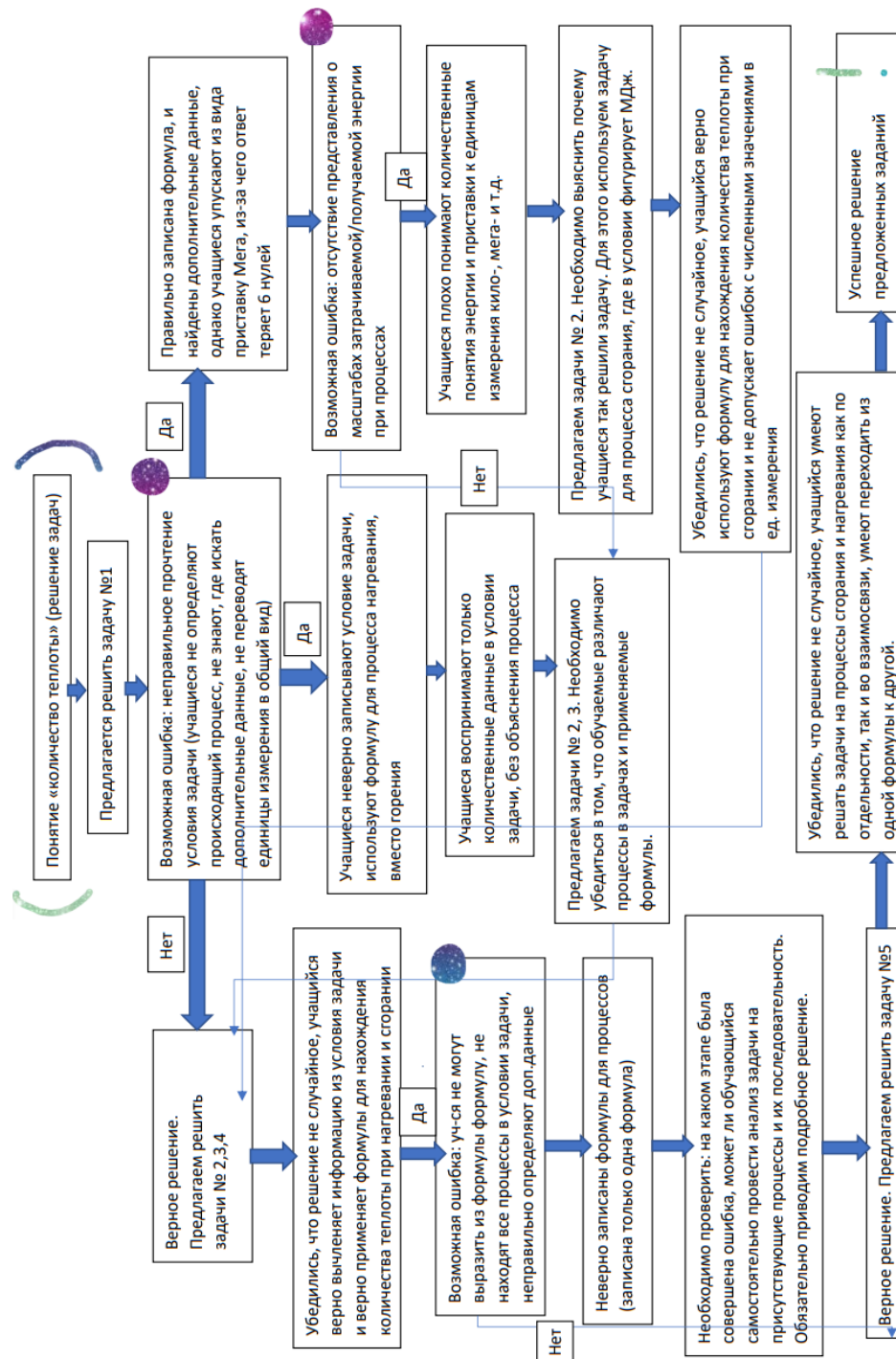


Рис. 1. Алгоритм обнаружения и преодоления познавательных барьеров на примере решения задач по теме «Количество теплоты»

На рисунке 2 представлены задания к данному алгоритму.

<b>Количество теплоты</b>	
1.	Какое количество теплоты выделится при сгорании керосина массой 300 г?
2.	Заряд пороха в патроне пулемета имеет массу 3.2 г. Теплота сгорания пороха равна 3.8 МДж/кг. Сколько выделяется тепла при каждом выстреле?
3.	В железный котёл массой 5 кг налита вода массой 10 кг. Какое количество теплоты нужно передать котлу с водой для изменения их температуры от 10°C до 100°C?
4.	На сколько градусов изменилась температура чугуновой детали массой 12 кг, если при остывании она отдала 648000 Дж теплоты?
5.	Начальная температура двух литров воды составляет 20°C. До какой температуры можно было бы нагреть эту воду при сжигании 10 г спирта? (Считать, что теплота сгорания спирта целиком пошла на нагревание воды).

Рис. 2. Задания по теме «Количество теплоты»

Алгоритм по преодолению возможных ошибок был составлен на основе результатов, полученных при проведении контрольной работы на тему «Тепловые явления». Учитель Е. П. Сорокина выделила некоторые ошибки и возможные причины их возникновения, представленные в таблице 1.

Таблица 1.

№	Пример ошибки из работ учащихся	Возможные причины ошибки
1	Не дано объяснение механизма осуществления теплопередачи.	Нет сформированного понимания о видах теплопередачи и механизмах их осуществления.
2	Неверно дано определение понятия температуры.	Непонятен физический смысл определения, нет представления о движении молекул в теле и зависимости скорости этого движения и температуры.
3	Неверно выполненные расчеты (например, пропущен множитель $10^5$ )	Несформированная математическая грамотность. Непонимание значения удельной теплоты сгорания при решении задачи и физического смысла данной величины.

Еще один пример разработанного фрагмента алгоритма представлен на рисунке 3 по теме «Кинематика». Автор алгоритма магистрант 2 курса института физики РГПУ им. А. И. Герцена К. М. Тимочко. В задания вошли темы: средняя скорость, прямолинейное движение с постоянным ускорением, относительность движения. Ниже представлены задания:

1. Трактор преодолел расстояние 250 км, двигаясь со скоростью 25 км/ч. За какое время он проедет 400 км, двигаясь с той же скоростью?
2. За 30 с автомобиль снизил скорость с 10 м/с до 4 м/с. Постройте график  $v(t)$  и определите перемещение.
3. Велосипедист, стартовав с места с ускорением 0,2 м/с<sup>2</sup>, преодолел путь за 40 с. Определите путь.
4. Определите ускорение машины, если при начальной скорости 30 км/ч тормозной путь составил 20 м.

5. За время  $t_1$  катер преодолел расстояние  $S$  между пристанями. Обрато катер, двигаясь с той же по величине скоростью  $v'_1$  относительно реки, прошел за время  $t_2$  меньшее, чем  $t_1$ . Изобразите чертеж задачи, определите скорость реки относительно катера при движении катера по течению.

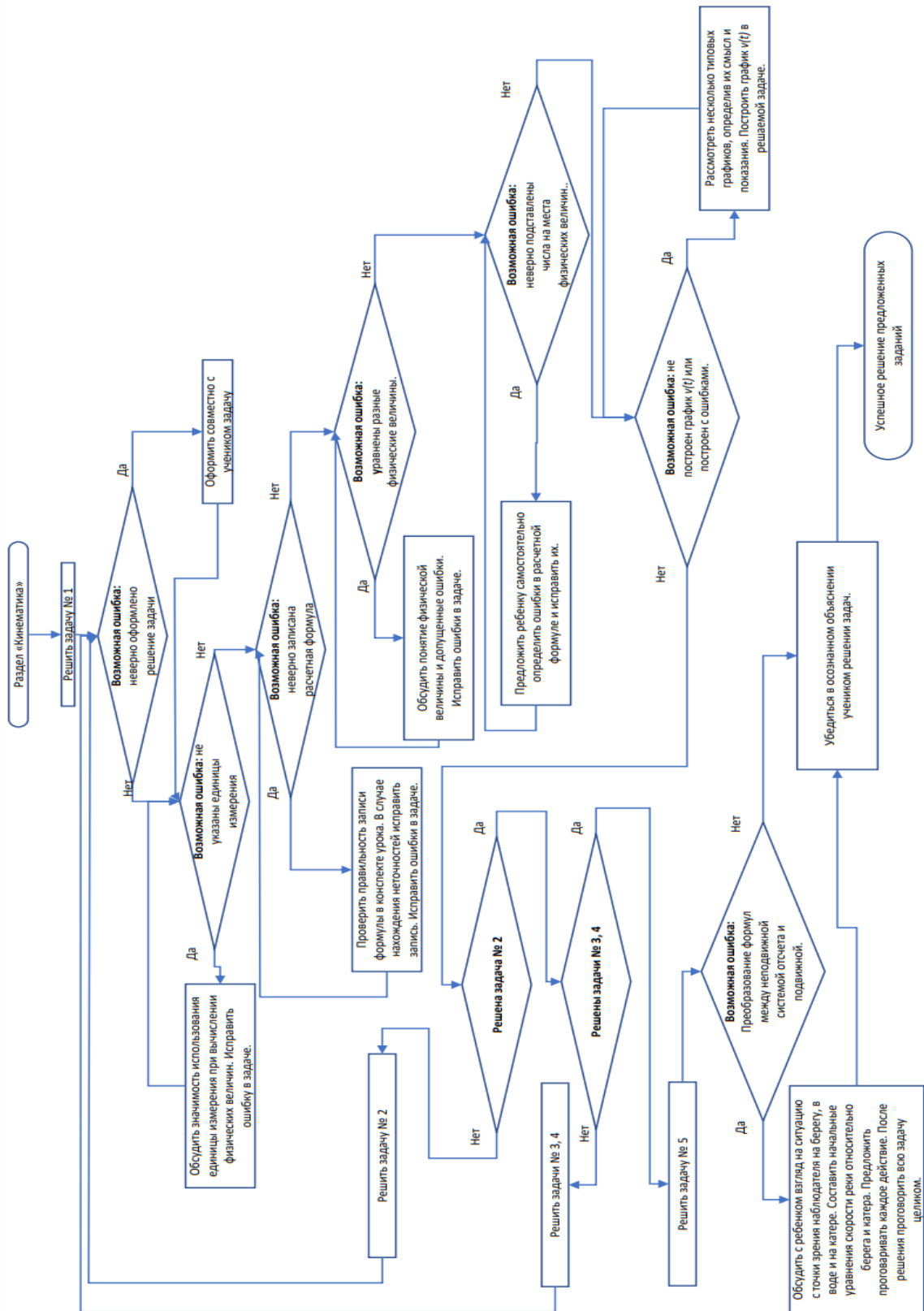


Рис. 3. Алгоритм обнаружения и преодоления познавательных барьеров на примере решения задач по теме «Кинематика»