

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. В.П. АСТАФЬЕВА»**  
(КГПУ им. В.П. Астафьева)

Институт математики, физики и информатики (ИМФИ)

Кафедра информатики и информационных технологий в  
образовании (ИиИТО)

**Раткова Карина Владимировна**

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**  
**ПРИМЕНЕНИЕ ВИРТУАЛЬНЫХ СИМУЛЯТОРОВ**  
**И ИНТЕРАКТИВНЫХ ЗАДАНИЙ**  
**ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ В СТАРШЕЙ ШКОЛЕ**

Направление подготовки: 44.03.05 Педагогическое образование  
Профиль образовательной программы: Физика и информатика

**ДОПУСКАЮ К ЗАЩИТЕ**



Зав. кафедрой ИиИТО  
д-р пед. наук., проф.

Н.И. Пак

Руководитель  
канд. пед. наук, доц. каф. ИиИТО

П.С. Ломаско

Обучающийся  
К.В. Раткова

Дата защиты « 21 » июня 2019

Оценка отлично

Красноярск  
2019

## Оглавление

Введение.....	3
ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ЦИФРОВЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ДИДАКТИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ УРОКОВ ФИЗИКИ В СТАРШЕЙ ШКОЛЕ.....	7
1.1. Виды и особенности современных цифровых средств для дидактической поддержки уроков.....	7
1.2. Возможные педагогические эффекты и преимущества использования современных цифровых средств в образовательном процессе.....	15
ГЛАВА 2. ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВИРТУАЛЬНЫХ СИМУЛЯТОРОВ И ИНТЕРАКТИВНЫХ ЗАДАНИЙ ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ В СТАРШЕЙ ШКОЛЕ .....	30
2.1. Виртуальные симуляторы и средств реализации интерактивных задания для дидактической поддержки обучения физике в старших классах .....	30
2.2. Методические рекомендации по использованию цифровых средств при обучении физике в школе .....	55
Заключение .....	61
Список использованной литературы .....	63

## Введение

Использование компьютера в качестве эффективного средства обучения существенно расширяет возможности педагогических технологий, повышает мотивацию обучающихся к освоению школьного курса физики. Преподавание физики, в силу особенностей самого предмета, представляет собой благоприятную почву для применения современных информационных технологий.

Применение современных цифровых средств обучения в образовательном процессе позволяет организовать интерактивный диалог с обучающимися, активизировать их мыслительную и познавательную деятельность. Вопросам использования интерактивных средств при обучении посвящены исследования Е.А. Бондаренко, А.А. Журина, Г.М. Коджаспировой, И.В. Роберт. Отмечается, что применение этих средств позволяет персонифицировать образовательный процесс, применять разнообразные способы предъявления осваиваемого материала, повысить познавательный интерес.

Следует отметить, что значительный вклад в развитие теоретических основ использования интерактивных средств в учебном процессе по физике внесли работы таких авторов как Ю.А. Воронин, Р.В. Майер, Е.В. Оспенникова, А.В. Смирнов, Н.К. Ханнанов. В этих исследованиях раскрывались возможности цифровых средств при организации интерактивного управления учебно–познавательной деятельностью обучающихся. Рассматривались также вопросы использования компьютерных средств для моделирования физических явлений и процессов, проведения экспериментальных работ, исследований на основе применения виртуальных моделей.

Применение компьютерных интерактивных средств в комплексе с учебным физическим экспериментом позволяет на более высоком уровне реализовать учебно–познавательную деятельность обучающихся. Кроме того, их комплексное использование позволяет расширить представления

обучающихся о современных методах научного исследования, чему посвящены работы Е.Ю. Левченко, О.Е. Данилова, Н.А. Оспенниковой.

На современном этапе развития науки и техники школы стали оснащаться такими техническими средствами обучения, как интерактивная доска, документальная камера, цифровые лаборатории и др. Совместное использование этих цифровых средств в комплексе с демонстрационным и лабораторным оборудованием школьного кабинета физики предоставляет новые дидактические возможности, которые в настоящее время раскрыты недостаточно.

Ввиду обстоятельств, продиктованных современными условиями, необходимо увеличивать наглядность, доступность и в то же время эффективный объем предоставляемой ученикам в рамках обучения информации, что представляется практически невыполнимой задачей без привлечения современных технологий, особенно в преподавании точных наук. С помощью виртуальных симуляторов и интерактивных заданий вполне возможно решить эти и многие другие проблемы.

Применение в процессе обучения современных цифровых средств позволяет обеспечить наибольшую наглядность материала, возможность получения доступа к любому разделу изучаемого курса, возможность проверки усвоенных знаний посредством тестирования, оптимизировать проведение занятий, практических и лабораторных занятий по дисциплине, особенно объяснение нового материала, использовать вместо оригинала компьютерные, интерактивные имитационные модели объекта учебного процесса и проводить наблюдение процесса извне, осуществлять повторно передачи учебного материала, повысить развивающий потенциал занятий.

Решения на базе применения виртуальных симуляторов и интерактивных заданий помогают использовать выделенное для проведения обучения время максимально эффективно и увеличить эффективность образования в целом.

**Проблема исследования** заключается в поиске и обосновании возможностей применения виртуальных симуляторов и интерактивных

заданий при обучении абстрактным разделам физики в старшей школе с учетом актуальных задач цифровизации среднего общего образования.

**Цель исследования** – разработать комплект цифровых средств дидактической поддержки процесса обучения физике в старшей школе (в рамках раздела «Молекулярная физика и термодинамика»), демонстрирующий применение возможностей виртуальных симуляторов и интерактивных заданий для достижения образовательных результатов учебной программы.

**Объект исследования:** процесс обучения физике в старшей школе по темам раздела «Молекулярная физика и термодинамика».

**Предмет исследования:** виртуальные симуляторы и интерактивные задания как средства дидактической поддержки.

**Основными задачами** исследования являются следующие:

1. Проанализировать теоретические основы использования современных цифровых средств для дидактической поддержки уроков физики в старшей школе.

2. Описать возможные педагогические эффекты и преимущества использования современных цифровых средств в образовательном процессе.

3. Провести отбор и анализ современных виртуальных симуляторов и средств реализации интерактивных задания для дидактической поддержки обучения физике в старших классах.

4. Разработать комплект для дидактической поддержки уроков физики в старшей школе, включающий виртуальные симуляторы, интерактивные задания и авторские материалы.

5. Описать методические рекомендации по использованию разработанного комплекта.

**Область применения полученных результатов.** В работе описаны примеры и рекомендации по применению виртуальных симуляторов и интерактивных заданий при обучении физике в старшей школе по темам раздела «Молекулярная физика и термодинамика». Что может быть использовано в качестве руководства для создания аналогичных средств. А разработанный комплект может быть использован учителями физики для

проведения уроков в старших классах во время изучения тем «Молекулярно-кинетическая теория», «Газовые законы», «Состояния вещества», «Средняя кинетическая энергия молекул. Абсолютная температура», «Первый закон термодинамики», «Внутренняя энергия».

# ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ЦИФРОВЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ДИДАКТИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ УРОКОВ ФИЗИКИ В СТАРШЕЙ ШКОЛЕ

## 1.1. Виды и особенности современных цифровых средств для дидактической поддержки уроков

Технический прогресс оказывает значительное влияние на развитие сферы образования, что подтверждается целенаправленным оснащением общеобразовательных учреждений страны в различные годы новым учебным оборудованием и цифровыми средствами [23]. Ученые-методисты (С.Е. Каменецкий, А.А. Покровский, Т.Н. Шамало, В.Ф. Шилов и др.) выделяли в качестве основных следующие направления применения цифровых средств в обучении физике:

- предъявление аудиовизуальной информации, связанной с физическим содержанием урока;
- контроль знаний и умений учащихся по предмету;
- использование этих средств в учебном физическом эксперименте.

Современные средства, такие как персональный компьютер, интерактивная доска, цифровые лаборатории и другие, имеют бесспорные преимущества перед техническими средствами предыдущего поколения, особенно в качестве и динамике передачи изображения и звука, в скорости осуществления обратной связи между субъектами обучения. Обоснованное использование их дидактических возможностей повышает эффективность уроков физики при условии, если учитель обладает соответствующими знаниями и профессиональной подготовкой по применению этих цифровых технических средств[33].

Внедрение компьютерных средств в учебный процесс способствует совершенствованию организации педагогической деятельности и процесса обучения[13].

Основными видами компьютерных средств учебного назначения являются те, что указаны на рис. 1:



Рис. 1. Основные виды компьютерных средств учебного назначения

Сервисные программные средства общего назначения применяются для автоматизации рутинных вычислений, оформления учебной документации, обработки данных экспериментальных исследований. Они могут быть использованы при проведении лабораторных, практических занятий, при организации самостоятельной и проектной работы школьников [28].

Программные средства для контроля и измерения уровня знаний обучающихся нашли наиболее широкое применение ввиду относительной легкости их создания. Существует целый ряд инструментальных систем-оболочек, с помощью которых преподаватель, даже не знакомый с основами программирования, в состоянии скомпоновать перечни вопросов и возможных ответов по той или иной учебной теме. Как правило, задачей обучаемого является выбор одного правильного ответа из ряда предлагаемых ответов. Такие программы позволяют разгрузить учителя от рутинной работы по выдаче индивидуальных контрольных заданий и проверке правильности их

выполнения, что особенно актуально в условиях массового образования. Появляется возможность многократного и более частого контроля знаний, в том числе и самоконтроля, что стимулирует повторение и, соответственно, закрепление учебного материала [26].

Электронные тренажеры предназначены для отработки практических умений и навыков. Такие средства особенно эффективны для обучения действиям в условиях сложных и даже чрезвычайных ситуаций при отработке противоаварийных действий. Использование реальных установок для тренировок нежелательно по целому ряду причин (перерывы в электроснабжении, возможность создания аварийных ситуаций, повышенная опасность и т.п.). Кроме этого, электронные тренажеры используются для отработки умений и навыков решения задач. В этом случае они обеспечивают получение краткой информации по теории, тренировку на различных уровнях самостоятельности, контроль и самоконтроль [25].

Программные средства для математического и имитационного моделирования позволяют расширить границы экспериментальных и теоретических исследований, дополнить физический эксперимент вычислительным экспериментом. В одних случаях моделируются объекты исследования, в других - измерительные установки. Такие средства позволяют сократить затраты на приобретение дорогостоящего лабораторного оборудования, снижается уровень безопасности работ в учебных лабораториях. К моделирующим программным средствам можно также отнести предметно-ориентированные программные среды, обеспечивающие возможность оперирования моделями-объектами определенного класса [24].

Информационно-поисковые справочные программные системы предназначены для ввода, хранения и предъявления педагогам и обучаемым разнообразной информации. К числу подобных систем могут быть отнесены различные гипертекстовые и гипермедиа программы, обеспечивающие иерархическую организацию материала и быстрый поиск информации по тем или иным признакам. Большое распространение получили также всевозможные базы данных. Системы управления базами данных

обеспечивают возможность поиска и сортировки информации. Базы данных могут использоваться в учебном процессе для организации предъявления содержания учебного материала и его анализа. Учебные базы данных рекомендуются для самостоятельной работы учащихся с целью поиска и анализа необходимой информации.

Автоматизированные обучающие системы представляют собой обучающие программы сравнительно небольшого объема, обеспечивающие знакомство учащихся с теоретическим материалом, тренировку и контроль уровня знаний.

Электронные учебники являются основными электронными средствами обучения. Такие учебники создаются на высоком научном и методическом уровне и должны полностью соответствовать составляющей дисциплины образовательного стандарта специальностей и направлений, определяемой дидактическими единицами стандарта и программой. Кроме этого, электронные учебники должны обеспечивать непрерывность и полноту дидактического цикла процесса обучения при условии осуществления интерактивной обратной связи.

Одним из основных свойств электронных учебников, является то, что его редукция к «бумажному» варианту всегда приводит к потере специфических дидактических свойств, присущих электронным учебникам.

Экспертные обучающие системы реализуются на базе идей и технологий искусственного интеллекта. Такие системы моделируют деятельность экспертов при решении достаточно сложных задач. Экспертные обучающие системы способны приобретать новые знания, обеспечивать ответ на запрос обучаемого и решение задач из определенной предметной области. При этом экспертные обучающие системы обеспечивает пояснение стратегии и тактики решения задач в ходе диалоговой поддержки процесса решения.

К сожалению, при работе с экспертными обучающими системами не реализуются такие звенья дидактического цикла процесса обучения, как организация применения учащимися полученных первичных знаний и получение обратной связи (контроль действий учащихся) [1]. При работе с

экспертными обучающими системами обучаемым не приходится самим искать решение, соответственно, не реализуется и такое звено дидактического цикла, как получение обратной связи.

Интеллектуальные обучающие системы относятся к системам наиболее высокого уровня и также реализуются на базе идей искусственного интеллекта. Интеллектуальные обучающие системы могут осуществлять управление на всех этапах решения учебной задачи, начиная от ее постановки и поиска принципа решения и заканчивая оценкой оптимальности решения, с учетом особенностей деятельности обучаемых [6]. Такие системы обеспечивают диалоговое взаимодействие, как правило, на языке, близком к естественному.

При этом в ходе диалога могут обсуждаться не только правильность тех или иных действий, но и стратегия поиска решения, планирования действий, приемы контроля и т.д. В интеллектуальных обучающих системах на основе модели обучаемого осуществляется рефлексивное управление обучением. Как отмечает Л.Г. Зверева [9], отличительным признаком интеллектуальных обучающих система является то, что они не содержат основных и вспомогательных обучающих воздействий в готовом виде, а генерируют их.

Средства автоматизации профессиональной деятельности (пакеты прикладных программ, CALS-системы и т.п.) рассматриваются в составе электронных средств обучения не только как предмет изучения, но и как средство обучения при решении профессионально-ориентированных задач [16].

По своему методическому назначению электронные средства обучения можно подразделить на следующие виды, что на рис.2.



Рис. 2. Виды электронных средств обучения по их методическому назначению

Обучающие программные средства, методическое назначение которых – сообщение суммы знаний и навыков учебной и практической деятельности и обеспечение необходимого уровня усвоения, устанавливаемого обратной связью, реализуемой средствами программы.

Программные средства (системы) – тренажёры, предназначенные для отработки умений, навыков учебной деятельности, осуществления

самоподготовки. Они обычно используются при повторении или закреплении ранее пройденного материала.

Программы, предназначенные для контроля (самоконтроля) уровня овладения учебным материалом, – контролирующие программные средства.

Информационно-поисковые, информационно-справочные программные средства, предоставляющие возможность выбора и вывода необходимой пользователю информации [10]. Их методическое назначение – формирование умений и навыков по систематизации информации.

Имитационные программные средства (системы), предоставляющие определенный аспект реальности для изучения его основных структурных или функциональных характеристик с помощью некоторого ограниченного числа параметров.

Моделирующие программные средства произвольной композиции, предоставляющие в распоряжение обучаемого основные элементы и типы функций для моделирования определенной реальности [14]. Они предназначены для создания модели объекта, явления, процесса или ситуации (как реальных, так и «виртуальных») с целью их изучения, исследования.

Демонстрационные программные средства, обеспечивающие наглядное представление учебного материала, визуализацию изучаемых явлений, процессов и взаимосвязей между объектами.

Учебно-игровые программные средства, предназначенные для «проигрывания» учебных ситуаций (например, с целью формирования умений принимать оптимальное решение или выработки оптимальной стратегии действия).

Виртуальные симуляторы, представляющие собой программные комплексы, которые позволяют проводить физические опыты на компьютере без непосредственного контакта с реальной лабораторной установкой или стендом. В виртуальных тренажерах динамика процессов реализуется посредством компьютерной анимации – комплекса методов отображения каких-либо объектов во времени. Процессы формирования понятий при помощи анализа, сравнения, выделения существенных признаков и других

логических операций воспроизводятся специалистом, разрабатывающим анимацию, в образной форме, и интерактивно выводятся на дисплей компьютера в строго определенных последовательностях. Мультимедийная учебно-научная лаборатория, как правило, сочетает в себе имитационную динамическую модель оборудования и программную оболочку, включающую методическое сопровождение лабораторной работы. Ссылаясь на А.К. Жаркенова [11], динамическая модель формируется из совокупности элементов управления, позволяющих регулировать конкретные входные параметры и считывать выходные параметры опыта, тем самым имитируя протекание физических процессов. Рис. 3 демонстрирует области применения виртуальных симуляторов в обучении.

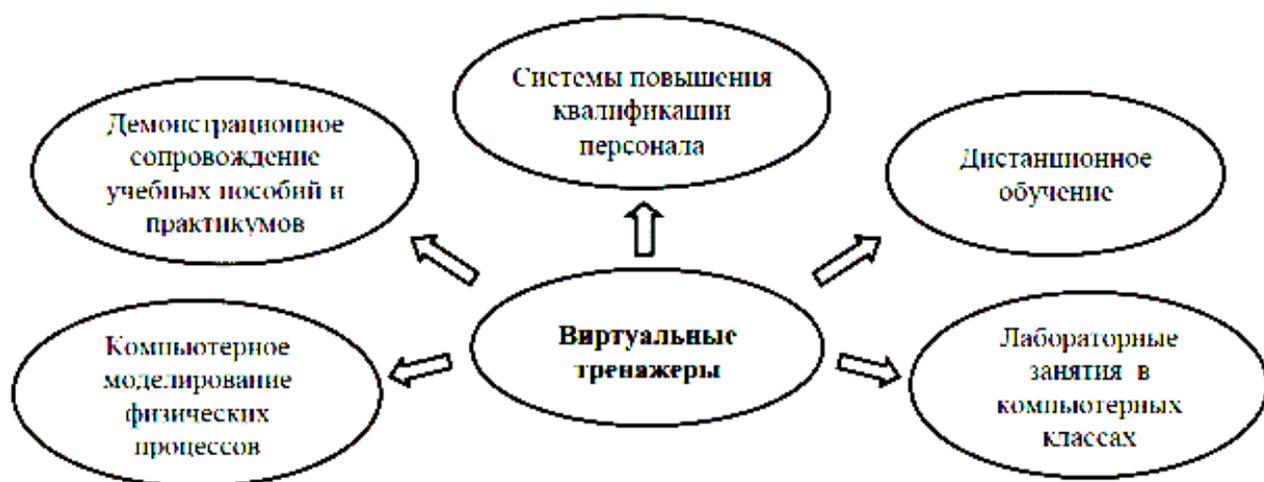


Рис. 3. Области применения виртуальных тренажеров

Интерактивные задания, предполагающие наличие обратной связи с учеником по мере выполнения им заданий, а также возможность коррекции собственных действий по мере выполнения заданий. Это могут быть, например, последовательности вопросов с развернутыми подсказками, помощью, причем по мере продвижения ученика происходит накопление опыта и обучение. Это могут быть практикумы, предполагающие возможность совершения практических (квази-практических) действий и корректировки своей работы по мере накопления опыта или понимания.

Интерактивный рабочий лист, так называемое, цифровое средство организации учителем учебной деятельности обучающихся с помощью облачных сервисов и веб-инструментов. С точки зрения П.С. Грицанского [15], современному учителю такой инструмент является необходимым, так как важно на один виртуальный рабочий лист по заданной теме размещать видео, изображения, учебные задания, тесты. Причём сделать их интерактивными, получать обратную связь от учащихся.

Досуговые программные средства, используемые для организации деятельности обучаемых во внеклассной, внешкольной работе, имеющие целью развитие внимания, реакции, памяти и т.д. [36].

Информатизация образования представляет собой область научно-практической деятельности человека, направленной на применение технологий и средств сбора, хранения, обработки и распространения информации, обеспечивающее систематизацию имеющихся и формирование новых знаний в сфере образования для достижения психолого-педагогических целей обучения и воспитания [31].

Важно понимать, что информатизация образования обеспечивает достижение двух стратегических целей. Первая из них заключается в повышении эффективности всех видов образовательной деятельности на основе использования информационных и телекоммуникационных технологий. Вторая - в повышении качества подготовки специалистов с новым типом мышления, соответствующим требованиям информационного общества.

## **1.2. Возможные педагогические эффекты и преимущества использования современных цифровых средств в образовательном процессе**

Одной из важнейших задач цифровизации современного образования является использование современных компьютерных технологий в учебном процессе. Процесс цифровизации учебного процесса создаёт предпосылки для широкого внедрения в педагогическую практику

компьютерных технологий. Учитывая современные тенденции в развитии компьютерных технологий, учителя должны ставить перед собой цель повысить уровень эффективности уроков. Особенностью организации учебного процесса с применением компьютерных средств является то, что центром деятельности становится обучающий, который исходя из своих индивидуальных способностей и интересов, выстраивает процесс познания [5].

Определение современной эпохи как «цифровой» является общепризнанным. Цифровые технологии (такие как «просто Интернет» и Интернет вещей, 3D-моделирование, разнообразные мобильные приложения) вышли далеко за пределы промышленных производств и офисов и стали фактом повседневной жизни миллионов людей. Россия в этом плане не исключение.

В настоящее время активно ведутся работы в рамках масштабного проекта «Цифровое образование», предполагающего обеспечение образовательных организаций наиболее современными, высокопроизводительными компьютерными и сетевыми средствами. В то же время на практике процесс цифровизации образования, во всяком случае, в России, проходит крайне противоречиво.

С одной стороны, налицо огромное разнообразие цифровых средств и «образовательных продуктов», навязываемых школе со стороны их производителей и государства, испытывающего надежду на то, что введение компьютерных технологий в образовании позволит заметно удешевить его путем перевода значительной части образовательного процесса в дистанционный режим, избавления от дорогостоящих бумажных учебников, замены «натуральных» практикумов – виртуальными.

С другой стороны, сама школа, которая со свойственным ей консерватизмом по-прежнему реализует традиционные подходы в образовательном процессе.

С третьей стороны — сами дети («дети-чипы», «цифровое» или «планшетное» поколение», «поколения Y и Z»), которые гораздо свободнее

ориентируются в цифровом мире, чем их учителя и родители, и поэтому все меньше готовы воспринимать «доцифровой» образовательный процесс всерьез [3].

Изменения, произошедшие в сфере образования, опираясь на [19] Козлову Н.Ш., в результате активного и систематического использования цифровых информационных технологий таковы:

1) Изменение структуры представления учебного материала в виде гипертекстового, гипермедийного формата в связи с изменением форматов представления учебной информации, в том числе и в педагогической продукции, функционирующей на базе ЦИТ (электронный контент учебно-методического обеспечения; информационные ресурсы Интернет; открытые дистанционные курсы МООС (massiveopenonlinecourses); средства автоматизации контрольно-измерительных процессов и оценки качества образования; интеллектуальные информационные системы образовательного назначения; периферийные средства и устройства лабораторного оборудования, сопрягаемого с компьютером и прочее).

Использование всего этого многообразия электронного образовательного продукта позволяет значительно увеличить объем учебного материала, расширив как тематику, так и спектр его представления, облегчая поиск, интерпретацию, выбор нужного содержательного аспекта [27].

2) Изменение парадигмы информационного взаимодействия между субъектами образовательного процесса (обучающий, обучающийся и интерактивный информационный ресурс), которое расширяет методические возможности за счет обеспечения:

- незамедлительной обратной связи между пользователем и интерактивным источником учебной информации;
- предоставления любых объемов аудиовизуальной информации;
- автоматизации контроля и самоконтроля результатов образовательной деятельности;

– моделирования изучаемых объектов, процессов явлений, представленных на экране;

– управления представленными на экране виртуальными объектами, процессами.

3) Расширение спектра видов учебной деятельности (поиск, обработка, формализация, продуцирование, тиражирование учебной информации) происходящее за счет осуществления информационной деятельности, информационного взаимодействия между субъектами образовательного процесса с интерактивным информационным ресурсом, возникновения новых организационных форм и методов обучения адекватно современным научно-исследовательским методам познания изучаемых закономерностей, как реально протекающих, так и виртуально.

4) Появление принципиально новых средств обучения, функционирующих на базе ИКТ (системы автоматизации контроля результатов обучения и организационного управления образовательным процессом, интеллектуальные информационные системы, профессионально ориентированные социальные сети, интерактивные электронные учебники; инструментальные средства и системы разработки авторских электронных ресурсов), существенно повышающее мотивацию обучения и обеспечивающее самостоятельность при решении учебных задач.

5) Интеллектуализация процесса обучения (обеспечение информационного интерактивного взаимодействия между субъектами процесса обучения с интерактивным информационным ресурсом многовариантным причинно-следственным анализом данных (информации) обо всех аспектах данного процесса с последующей обработкой, визуализацией, получением и сохранением результатов для их предоставления и совместного использования всеми субъектами образовательного процесса), которая обеспечивает:

– свободу поиска информации для расширения кругозора, для изучения или исследования объектов, процессов, явлений, учебных сюжетов;

– создание экранных пространственных конструкций адекватно мысленной абстрактной интерпретации и конструирование моделей объектов, процессов (как реальных, так и виртуальных);

– осуществление взаимодействия с объектами или участие в процессах, находящих свое отображение на экране, реализация которых в реальности невозможна, но целесообразна с учебно–методической точки зрения;

– предоставление: инструмента исследования абстрактных образов и понятий; инструмента моделирования изучаемых объектов, явлений, как реальных, так и виртуальных; инструмента имитации на экране реальных объектов или процессов; инструмента проектирования предметного мира адекватно определенному содержательно–методическому подходу;

– исследование особенностей учебных объектов, процессов в различных аспектах на основе различных концептуальных подходов, в различных режимах учебной деятельности, на основе которых обучающийся строит свои предположения, создает гипотезы, делает выводы;

– осуществление управления различными виртуальными объектами, процессами при информационной деятельности и информационном взаимодействии [17].

В.М. Киселев выделял два типа компьютерного обучения [16]:

Для первого характерно непосредственное взаимодействие учащихся с компьютером. Компьютер определяет то задание, которое предъявляется обучаемым, оценивает правильность и оказывает необходимую помощь. Здесь обучение протекает, как правило, без учителя.

Второй тип характеризуется взаимодействием с компьютером не обучаемого, а педагога. Компьютер помогает учителю в управлении учебным процессом, например, выдает результаты выполнения учащимися контрольных заданий с учетом допущенных ошибок и затраченного времени; также данные могут накапливаться, и компьютер может сравнивать показатели различных учащихся по решению одних и тех же заданий или показатели одного учащегося за определенный промежуток времени. Он также

может давать рекомендации о целесообразности применения конкретных обучающих воздействий к тем или иным обучаемым. Обычно этот тип компьютерного обучения используется, когда нельзя снабдить каждого учащегося персональным компьютером и он выступает в рамках традиционного обучения как одно из средств обучения наряду с учебниками, программными пособиями. В учебном процессе компьютер может быть использован на всех этапах урока. При объяснении нового материала, закреплении, повторении, контроле.

Стремление использовать компьютерных программных средств в учебном процессе, как пишет Б.Я.Советов [28], продиктовано следующими социальными, педагогическими и технологическими причинами:

- сформирован социальный заказ на включение такой деятельности в систему образования;
- педагогические причины обусловлены необходимостью поиска новых средств для повышения эффективности обучения;
- компьютер значительно расширяет возможности передачи учебной информации, позволяет усилить мотивацию учения и активно вовлечь учащихся в учебный процесс.

Интерактивные средства обучения позволяют построить учебный материал в виде иерархической интернет-сети составляющих, позволяют создать, структурировать и связать между собой разные составляющие содержания образования, которые возможно будут не только в форме текста, но и в форме неподвижных и передвигающихся объектов при решении задач на скорость, при выводе формул. Это дает создателям содержания образования не малые возможности организации педагогического процесса на качественно новейшем уровне [21]. Интерактивные средства обучения дают возможность учителю для достижения дидактических целей применять как конкретные виды учебной работы, так и любой их комплект, т.е. проектировать обучающую среду.

Направленные на учителя инструментальные средства позволяют ему оперативно обновлять содержание автоматизированных учебных и контролирующих программ в соответствии с новыми знаниями. Известно, что обучаемый с 1-го раза запоминает только лишь четвертую часть услышанного и третью часть увиденного, при комбинированном воздействии на слух и зрение - половину, а при вовлечении учащегося в активные действия (например, при использовании ИСО, доля усвоенного может составить 75%) [2].

Как пишет Захарова Т.В., [8] современный преподаватель может использовать информационные ресурсы Интернет по следующим направлениям, изображенным на рис. 4:

1) самообразование, изучение опыта коллег в других городах и странах. Подготовка к тематическим семинарам по методике в рамках внутриучрежденческого повышения квалификации. Косвенно это повышает общий уровень подготовки преподавателей;

2) подготовка конспектов и дидактических материалов по новым темам и новым курсам, углубление содержания традиционных курсов;

3) внеклассная работа учащихся при подготовке рефератов, докладов по индивидуальным творческим заданиям;

4) тестирование знаний обучаемых по отдельным предметам или разделам курсов. В том числе тестирование по тестам централизованного тестирования.



Рис. 4. Направления использования информационных ресурсов Интернет педагогом

Сегодня роль интерактивных средств обучения в системе образования разделилась на две направленности. В первой интерактивные средства обучения являются инструментарием для решения некоторых педагогических задач в рамках традиционных форм образования и методов обучения, формированию репродуктивных навыков по запоминанию и воспроизведению. Во второй охватывают более активную роль и обеспечивают возможности высочайшего уровня: создаются обстоятельства для самостоятельной проработки учебного материала, возможности поиска информации; способность к рефлексии, сопоставлениям, синтезу и анализу, выявлению связей и нахождению путей решения комплексных проблем, планированию и групповому взаимодействию, вероятность автоматического контролирования и более беспристрастное оценивание знаний и умений [29].

Применение компьютерных программных средств в учебном процессе позволяет учителю не только разнообразить традиционные формы обучения, но и решать самые разные задачи: повышать мотивацию и наглядность в обучении, дифференцировать работу учащихся при выполнении ими тренировочных упражнений, облегчать мониторинг знаний и умений обучающихся.

Анализ и обобщение опыта ученых [4, 8, 7, 12, 18, 22 и др.] позволяют сделать следующий вывод: комплексное использование современных цифровых средств обучения способствует одновременному выполнению нескольких дидактических функций: интерактивная, информационная, управленческая.

Реализация информационной функции обеспечивает передачу учебной информации в аудиовизуальной форме, позволяет формировать наглядное представление о явлении или процессе, повышает информационную плотность учебных занятий, активизирует процесс восприятия материала учащимися, их внимание, создает эмоциональное отношение к учебной информации. Это, в свою очередь, как пишет В.П. Тихомиров в [30], способствует развитию у обучаемых познавательного интереса к исследовательской деятельности.

Интерактивная функция цифровых средств обучения заключается в организации интерактивного взаимодействия учащихся между собой, учителем и техническими средствами обучения, при помощи которых обеспечиваются разнообразные способы ведения учебного диалога, выбора вариантов учебного материала и режима работы с обучающимися [37]. Реализация этой функции может быть направлена на повышение уровня учебной мотивации учащихся, развитие экспериментальных и исследовательских умений в процессе взаимодействия обучаемого с педагогом и информационной средой, активизацию их самостоятельной исследовательской деятельности.

Как пишет О.Г. Надеева в [20], управленческая функция интерактивных средств образования предоставляет возможность не только активизировать внимание учащихся, но и подготовить их к изучению учебного материала, а также осуществить обратную связь с целью контроля и коррекции полученных знаний. Реализация этой функции в обучении позволяет управлять психологическими процессами (ощущение, восприятие, осмысление, запоминание), что положительно влияет на усвоение учащимися

учебной информации и способствует повышению уровня мотивации к исследовательской деятельности.

Следует отметить, что применение цифровых средств будет эффективным, если учитель максимально учитывает эти функции в учебном процессе [32]. Это, в свою очередь, возможно при оптимальном сочетании аппаратного и программного обеспечения цифровых средств обучения и создании учителем условий для активизации учебно-познавательной деятельности учащихся на уроке.

В процессе отбора виртуальных симуляторов и дидактических интерактивных пособий необходимо опираться на их специфические особенности и четко реализовать указанные функции в решении образовательных задач урока. В связи с этим технические средства обучения являются многофункциональным инструментом учебного процесса. Их использование в сочетании с различными компьютерными программами расширяет дидактические возможности применения этих средств в учебном процессе [35].

Таким образом, образовательный процесс, построенный на использовании цифровых средств, требует от преподавателя способности проектировать и использовать, в зависимости от стоящей перед ним педагогической задачи, многообразие форм, методов обучения и конкретных учебных заданий, обеспечивающих переход:

- от простого к сложному и от сложного к простому;
- от общего к частному и от частного к общему;
- от образа к знаковой системе и от знаковой системы к образу;
- от индивидуального к групповому и от группового к индивидуальному;
- от работы с внешней поддержкой к самостоятельному выполнению заданий и от самостоятельного выполнения заданий к оказанию поддержки другим обучающимся;
- от аудиовизуально–кинестетического имитатора к реальным объектам и от реальных объектов к их умозрительным моделям;

- от учебных заданий к производственным и от производственных заданий к их рефлексивному осмыслению в учебной деятельности.

Применение на уроках физики разработанных методических приемов комплексного использования интерактивных устройств и компьютерных программ (различного назначения) позволит учителю повысить интерес учащихся и уровень их мотивации к учебно-познавательной, творческой деятельности, обеспечит более глубокое понимание учебного материала и формировать исследовательские умения [34].

И.В. Роберт [26] сравнила характеристики основных компонент традиционной педагогической науки и педагогической науки в условиях информатизации образования.

Содержание традиционной педагогической науки – теория образования, в том числе обучения, которая занимается изучением процесса обучения, которая занимается изучением процесса обучения как управляемого процесса, цель которого – сообщение суммы знаний, выработка умений и навыков учебной деятельности, умственное развитие обучаемого. Содержание педагогической науки в условиях информатизации образования – система знаний о процессах обучения, воспитания и просвещения в условиях реализации возможностей ИКТ при обеспечении психолого-педагогических, социально-культурных и здоровьесберегающих условий их использования в целях развития личности, ее социализации и самореализации в современном «цифровом» обществе глобальной массовой сетевой коммуникации.

Объект «цифровой» дидактики – процесс образования, реализованный в информационно-образовательном пространстве при интеграции субъективных возможностей обучающегося и результатов педагогического воздействия, обеспечивающего раскрытие, развитие и реализацию интеллектуального потенциала обучающегося, направленного на достижение образовательных целей, соответствующих современному уровню развития «цифрового» общества. Объектом же традиционной дидактики является процесс обучения как взаимодействие объективного и субъективного,

социального опыта и возможностей самого обучаемого, превращающееся в знания, умения и навыки, а также в умственное развитие и общую культуру.

Предмет «цифровой» дидактики – процесс образования взятый в целом:

- содержание образования, реализованное в учебно–методическом обеспечении образовательного процесса, представленном в виде интерактивного контента, соответствующего современному уровню образования науки, технологии, социума и уровню интеллектуального развития обучающегося, устанавливаемому средствами автоматизации педагогического тестирования;
- социально–культурная роль образовательного процесса, реализованная на базе использования распределенного информационного ресурса, в том числе и сетевого;
- педагогическая продукция, функционирующая на базе ИКТ, удовлетворяющая стандартам педагогико–эргономического качества;
- организационные формы и методы обучения, ориентированные на самостоятельное приобретение обучающимся знаний, адекватно современным научно–исследовательским методам познания природных закономерностей;
- средства и системы автоматизации организационного управления образовательным процессом, его планирования, мониторинга его качества.

Предмет дидактики – это процесс образования, взятый в целом:

- содержание образования, которое реализовано в учебных планах, программах, учебниках;
- средства обучения;
- организационные формы, методы обучения;
- воспитательная роль учебного процесса;
- условия, которые благоприятствуют активному учебному творческому труду и умственному развитию обучаемого.

Цель традиционного процесса обучения – установление наиболее благоприятного взаимодействия основных компонент обучения для максимальной эффективности усвоения знаний и умственного развития обучаемого.

Целями процесса «цифрового» обучения являются:

- подготовка обучающегося к самостоятельному приобретению знаний, к осуществлению разнообразных видов информационной деятельности по поиску, сбору, обработке, передаче, продуцированию, формализации учебной информации, моделированию учебных ситуаций, использованию информации на базе ИКТ;
- формирование компетенций в области осуществления учебно-информационного сетевого взаимодействия между обучающим(ими) на базе ИКТ;
- формирование компетенций в области применения экспериментально-исследовательских методов познания изучаемых закономерностей;
- предоставление обучающему инструмента, реализованного на базе ИКТ, для исследования изучаемых объектов, явлений, процессов предметных областей, для конструирования моделей объектов, процессов, для формирования гипотез, их проверки с целью «открытия» изучаемых закономерностей;
- социализация обучающегося в условиях «виртуального мира», в котором индивидом осуществляется самоидентификация и самопредставление.

Характеристика стиля преподавания в цифровом обучении отражается в том, что присутствуют:

- обеспечение педагогического воздействия, обеспечивающего условия для развития и реализации интеллектуального потенциала обучающегося при:
- самостоятельном выборе траектории обучения, режима учебной деятельности, организационных форм и методов обучения;

- самопредставлении и самореализации индивида в «виртуальном мире»; осуществлении самостоятельной информационной деятельности по поиску, извлечению, обработке, представлению, формализации, продуцированию учебной деятельности.

Задачами традиционной дидактики являются:

- определение структуры, объема и содержания образования;
- определение эффективных способов вооружения обучаемых знаниями, умениями и навыками;
- выявление, раскрытие тех закономерностей процесса обучения, которые способствуют эффективному усвоению учебного материала.

Задачи «цифровой» дидактики заключаются в:

- определении структуры, объема, содержания образования, представленного аудиовизуальным интерактивным контентом, удовлетворяющим стандартам педагогико-эргономического качества и соответствующим социально-культурному и научно-техническому уровню развития обучающегося;
- выявлении возможностей, способностей обучающегося к познанию закономерностей объективной реальности в здоровьесберегающих условиях использования ИКТ;
- раскрытии, развитии и реализации закономерностей образовательного процесса, способствующих эффективности безопасности образования в условиях использования ИКТ;
- создании педагогических моделей замещения реальной коммуникации, осуществляемой в процессе учебной деятельности, на виртуальную.

Результаты традиционного педагогического воздействия:

- приобретении знаний, умений, навыков как отражение запланированных обучающимся, уровень которых в подавляющем большинстве ниже запланированных, в лучшем случае – равноценен;
- воспитании индивида в соответствии с поставленными целями и задачами.

Результатами педагогического воздействия в цифровом обучении являются:

- активация самостоятельной интеллектуальной деятельности обучающегося, развитие его возможностей и реализация способностей к познанию, к творческой инициативе, постоянное их совершенствование;
- приобретение компетенций в области использования ИКТ для самостоятельного представления, извлечения, формализации, информации;
- овладение способностью и опытом совершать «открытие» изучаемой закономерности;
- овладение общими методами познания, адекватно современным достижениям научнотехнического прогресса и стратегии усвоения учебного материала;
- развитие культуры учебной деятельности у обучающегося адекватно современному уровню «цифрового» общения.

Таким образом, использование цифровых средств в учебном процессе позволяет сделать уроки содержательнее, интереснее, эмоциональнее и эффективнее, а также сделать процесс усвоения знаний учащимися более интересным и наглядным, улучшить мотивацию учащихся, привить интерес к предмету, повысить качество знаний.

## **ГЛАВА 2. ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВИРТУАЛЬНЫХ СИМУЛЯТОРОВ И ИНТЕРАКТИВНЫХ ЗАДАНИЙ ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ В СТАРШЕЙ ШКОЛЕ**

### **2.1. Виртуальные симуляторы и средств реализации интерактивных задания для дидактической поддержки обучения физике в старших классах**

Для того чтобы учителю разработать цифровые дидактические средства, в первую очередь необходимо провести их анализ. Основными параметрами для анализа являются ответы на следующие вопросы:

- На каких платформах можно использовать (Windows, Linux, MacOS, Android, iOS и др.)?
- В каких вариантах можно использовать (в исходном виде, встраивать в комплексные средства)?
- Каковы технические требования для использования (нужно ли устанавливать дополнительное ПО, доступ к Интернет)?
- Есть ли ограничения при использовании ресурсов библиотеки?

Рассмотрим возможные варианты обеспечения уроков физики цифровыми средствами на примере таких тем, как «Газовые законы», «Тепловые двигатели», «Состояние вещества», «Первый закон термодинамики», «Внутренняя энергия». Были выбраны именно эти темы, так как именно на этих уроках так требуется наглядность, которую зачастую не достичь без цифровых средств обучения.

Одним из наиболее распространённых цифровых средств для обеспечения принципов наглядности при изучении тем, связанных с газовыми законами, температурой, энергией и молекулярным строением веществ являются виртуальные лаборатории.

Рассмотрим библиотеку виртуальных симуляций физических экспериментов Phet Interaktive Simulations, которая предназначена для таких платформ как Windows, Linux, MacOS. Симуляции можно использовать как в исходном виде, так и встраивать в комплексные средства.

Технические требования для использования: нужно установить фреймворк Java и иметь доступ к Интернету.

На рис.5 представлен внешний вид симулятора под названием «Свойства газа».

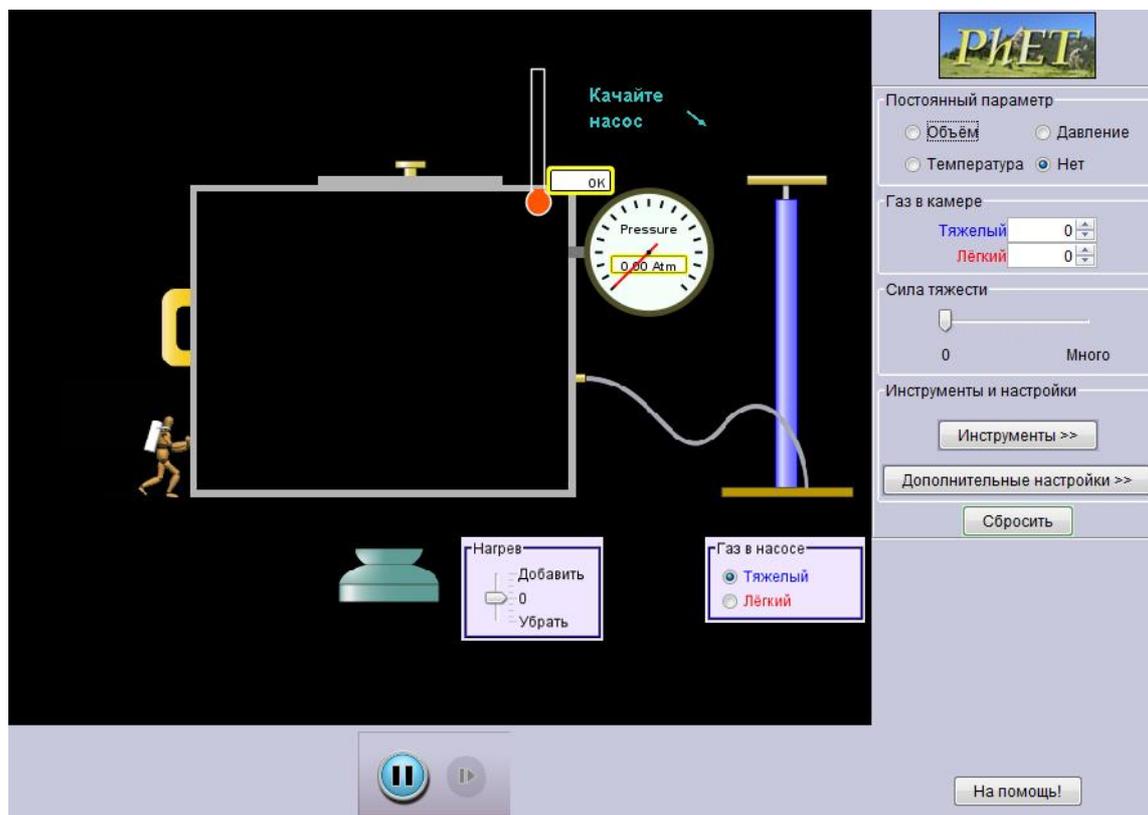


Рис. 5. Внешний вид симулятора «Свойства газа»

Данное средство позволяет продемонстрировать поведение молекул газа при изменении температуры, объема, их количества и скорости движения, что изображено на рис.6.

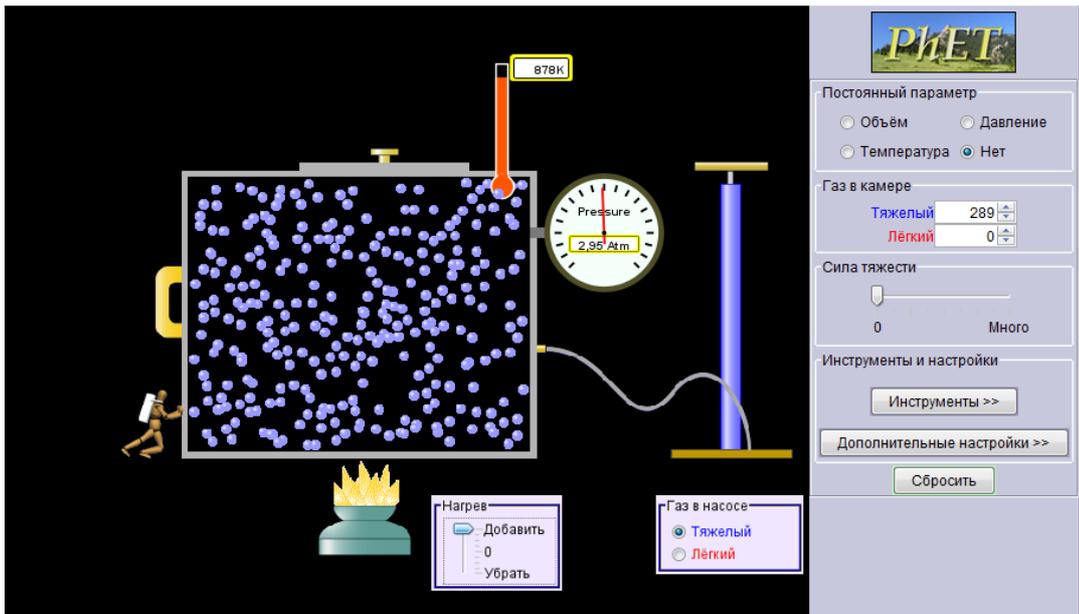


Рис. 6. Возможности симулятора «Свойства газа»

На рис.7 представлен виртуальный симулятор, который можно использовать в ходе изучения темы «Состояние вещества».

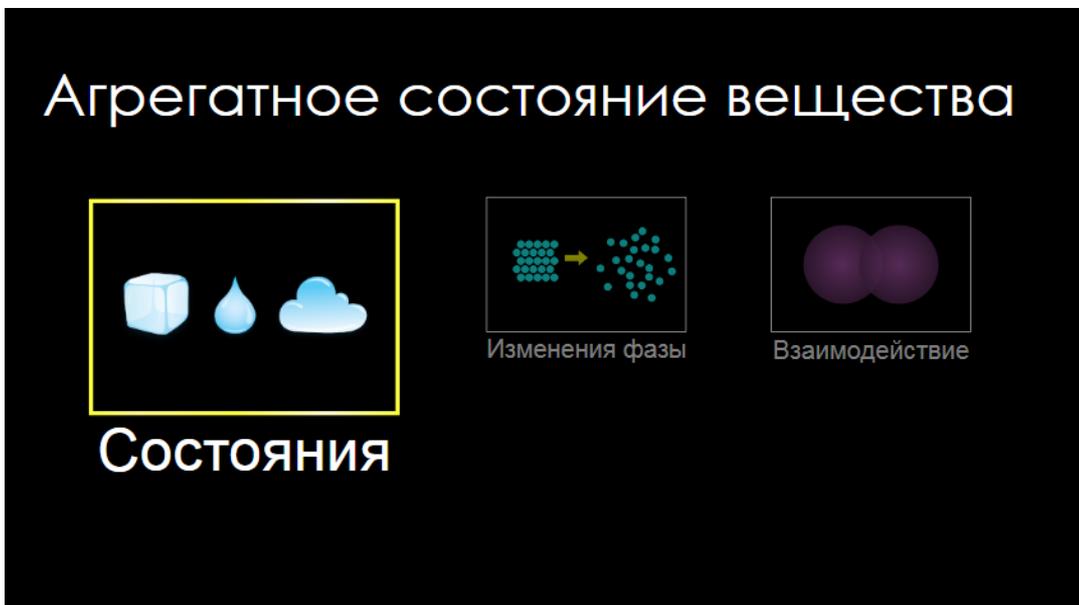


Рис. 7. Внешний вид симулятора «Состояние вещества»

Использование симулятора применяется для наглядности при объяснении различия агрегатных состояний жидких, твердых и газообразных веществ, а также для того, чтобы показать, как меняется движений молекул в

различных состояниях вещества при изменении температуры, что изображено на рис.8.

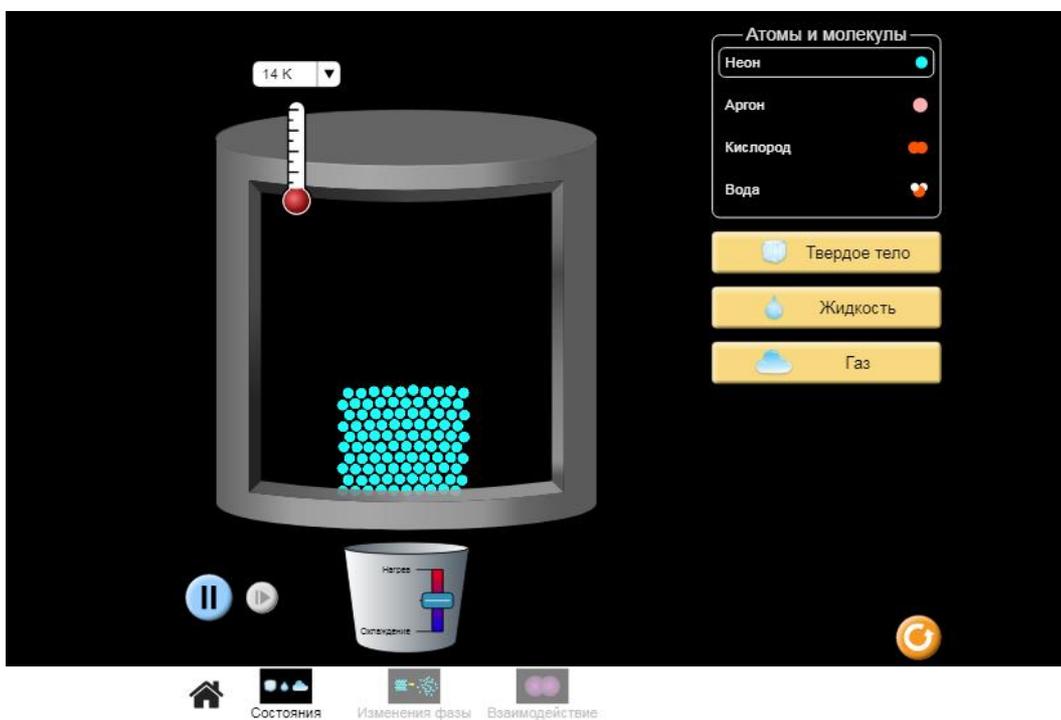


Рис. 8. Возможности симулятора «Состояние вещества»

Симулятор «Поверхностное натяжение» демонстрирует такие свойства жидкости как смачивание (рис. 9) и капиллярное явление (рис.10).

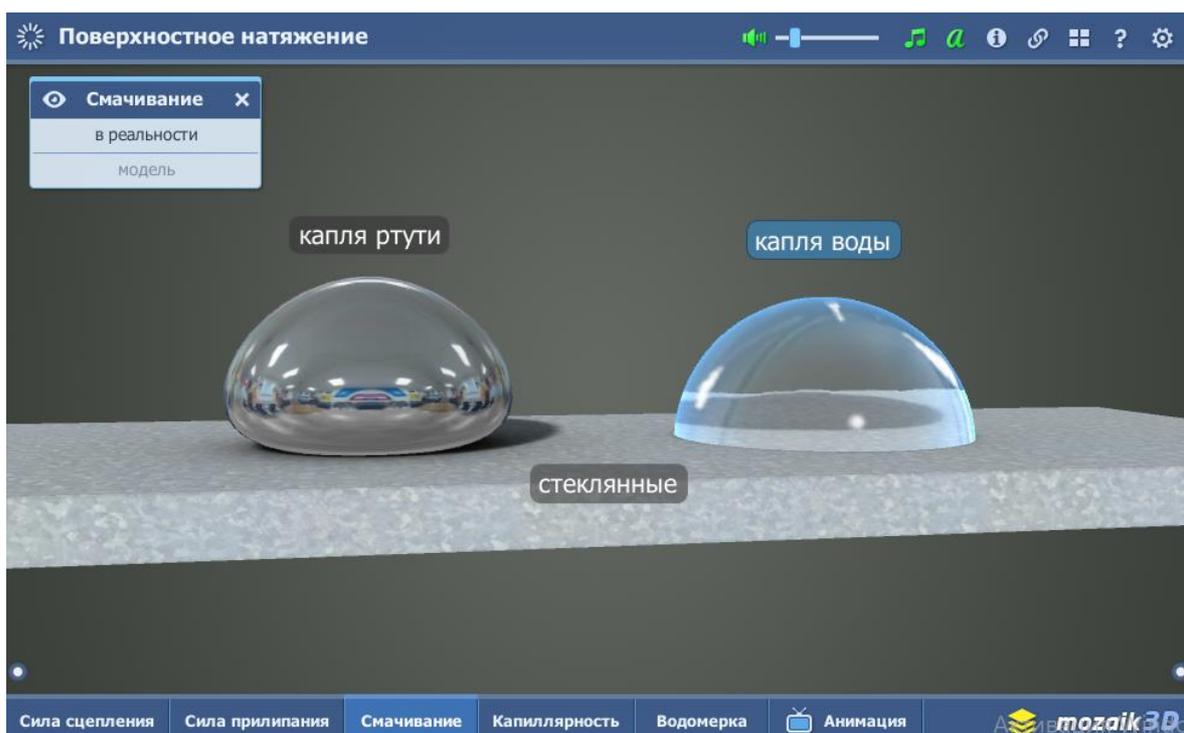


Рис.9. Демонстрация явления смачивания

в симуляторе «Поверхностное натяжение»

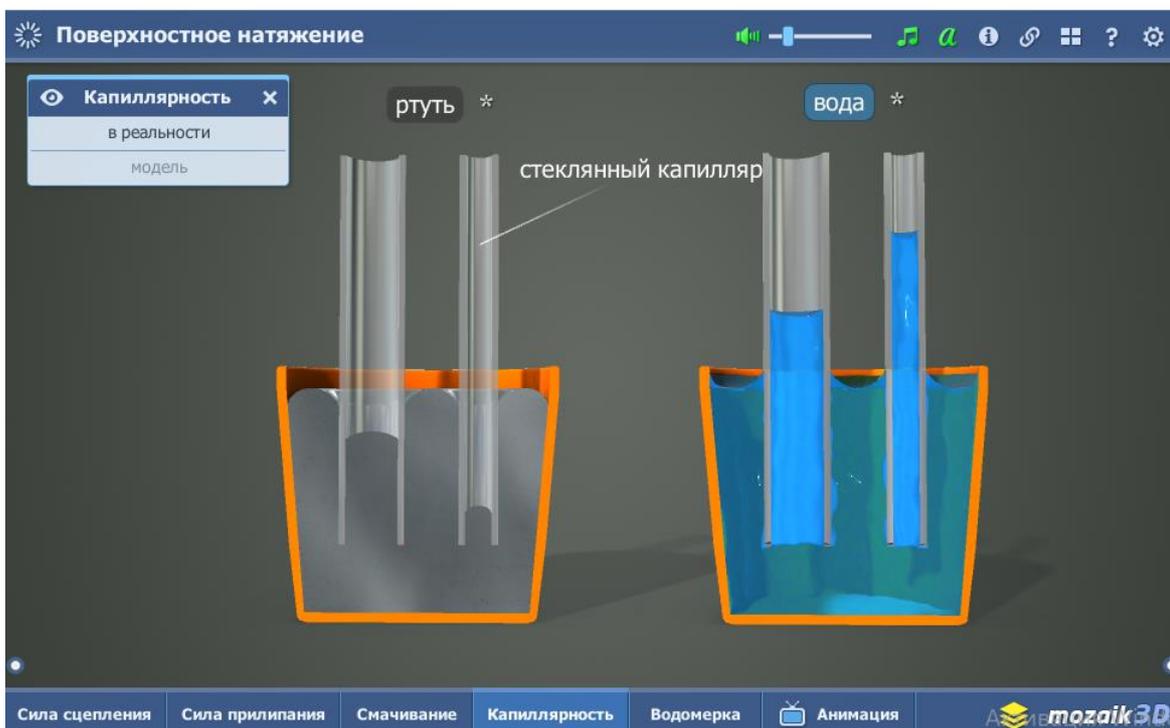


Рис.10. Демонстрация явления капиллярности  
в симуляторе «Поверхностное натяжение»

В симулятор встроено обучающее видео, изображенное на рис.11, в котором наглядно подается теоретический материал.

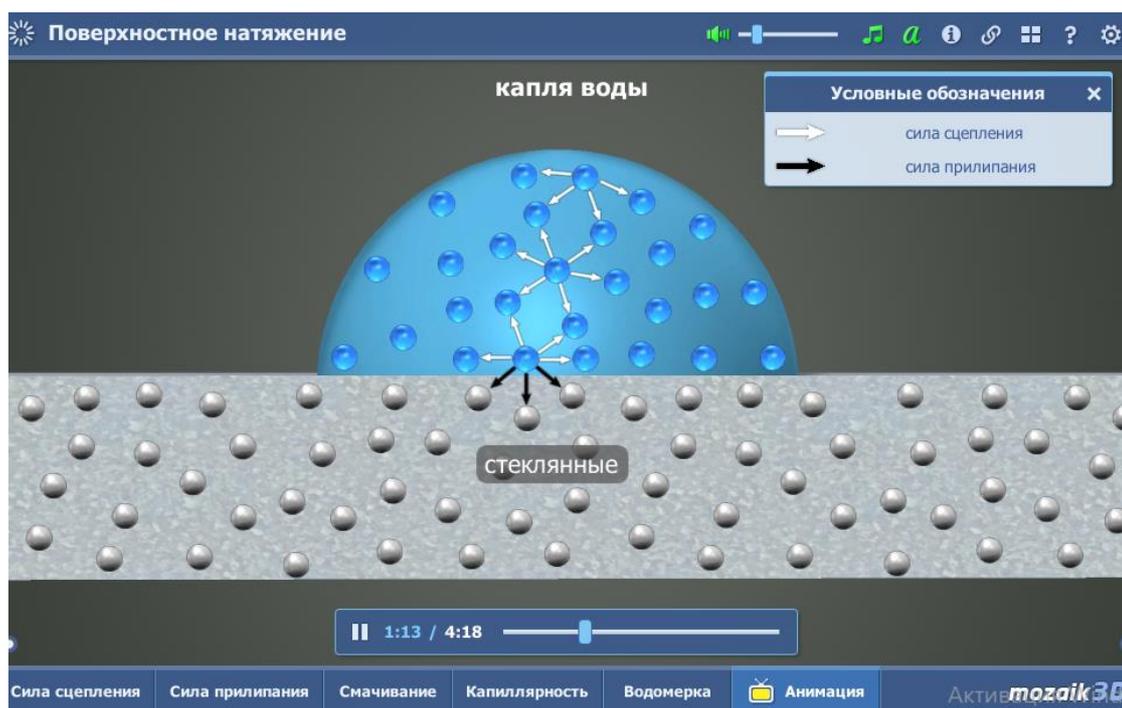


Рис.11.Обучающая анимация в симуляторе «Поверхностное натяжение»

Симулятор «Айсберги», изображенный на рис.12 и рис.13, заинтересует любого учащегося своей реалистичной графикой.

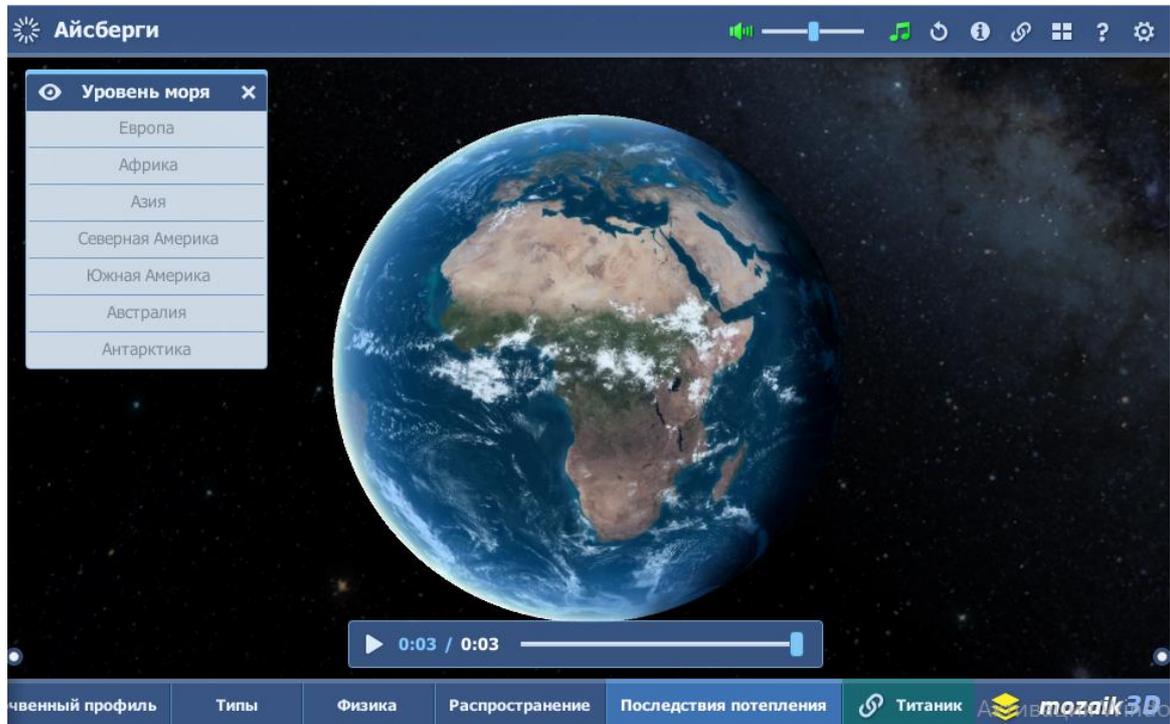


Рис.12. Последствия потепления, представленные в симуляторе «Айсберги»

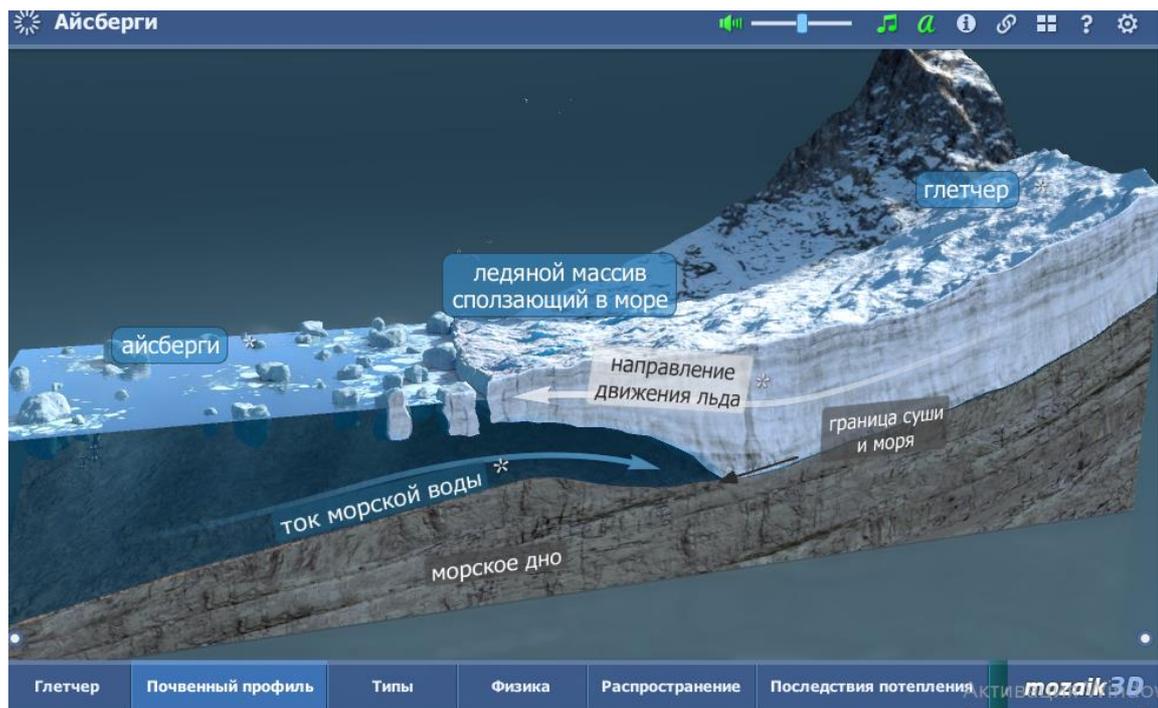


Рис.13.Почвенный профиль, представленный в симуляторе «Айсберги»

Симулятор «Испарение и кипение», представленный на рис.14, помогает ответить учащимся на вопросы: «Что происходит в жидкости в процессе кипения и испарения? От чего зависит точка кипения жидкости?»

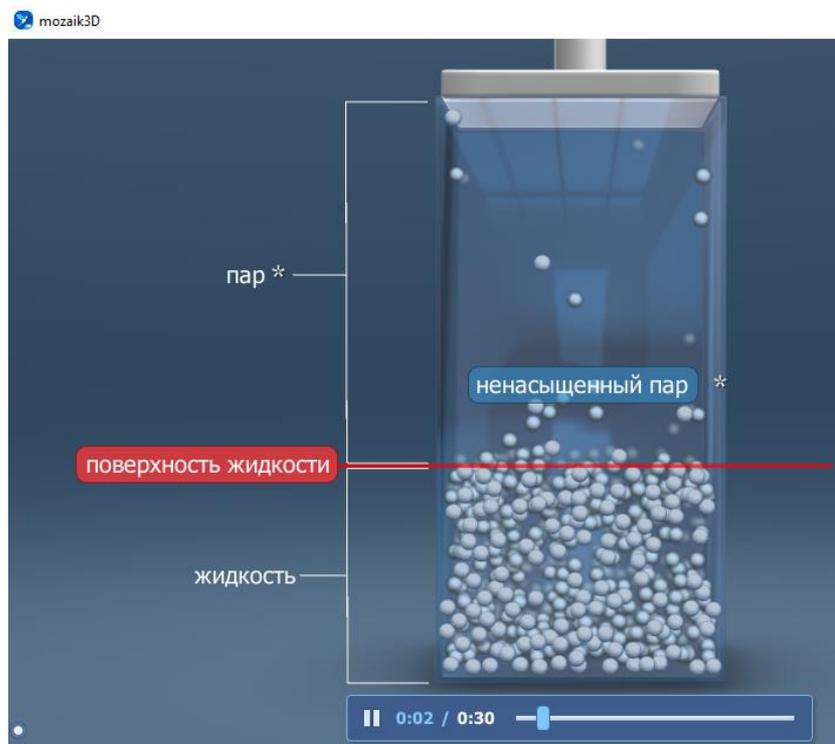


Рис.14. Внешний вид симулятора «Испарение и кипение»

Рассмотрим библиотеку 3D-сцен, представленную ресурсом Mozaik Education, используется на таких платформах как Windows, Android, iOS. Симуляции можно использовать в исходном виде, а также встраивать в комплексные средства: для иллюстрирования на уроках и совместной классной работы с учащимися, для учебы в домашней обстановке на ПК и планшете.

Технические требования для использования: нужно иметь доступ к Интернету.

Одной из таких моделей является 3D-модель «Диаграмма газовых процессов», изображенную на рис.15, которую можно применить для объяснения нового материала по теме «Газовые законы». Приложение включает в себя диаграмму зависимости объема, давления и температуры, с помощью которой можно показать, что происходит с этих параметров, когда

один из них является постоянным. Данное интерактивное средство также включает теоретический материал по теме.

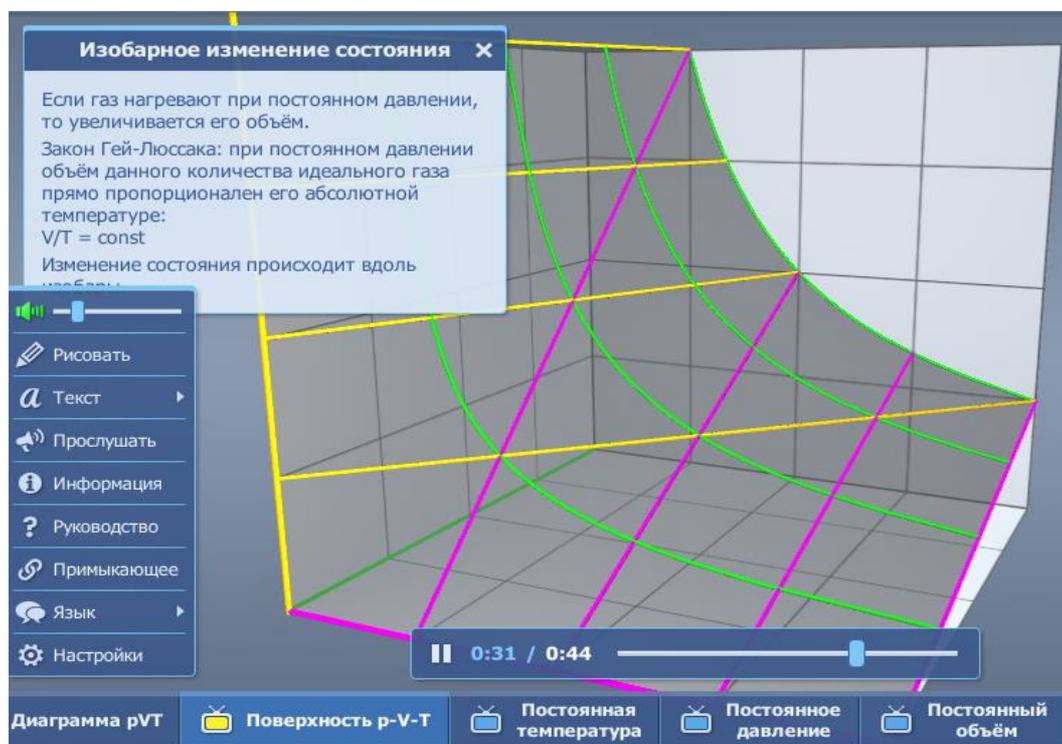


Рис. 15. Внешний вид 3D-модели «Диаграмма газовых процессов»

«Российская электронная школа» – это интерактивные уроки по всему школьному курсу с 1 по 11 класс от лучших учителей страны, созданные для того, чтобы у каждого ребёнка была возможность получить бесплатное качественное общее образование.

Интерактивные уроки «Российской электронной школы» строятся на основе специально разработанных авторских программ, успешно прошедших независимую экспертизу. Эти уроки полностью соответствуют федеральным государственным образовательным стандартам (ФГОС) и примерной основной образовательной программе общего образования.

На сайте Российской Электронной Школы имеется разработка к уроку физики по теме «Газовые законы» для изучения нового материала: обучающее видео, представленное на рис.16, в котором рассказано о понятии температура и о каждом изопроцессе.

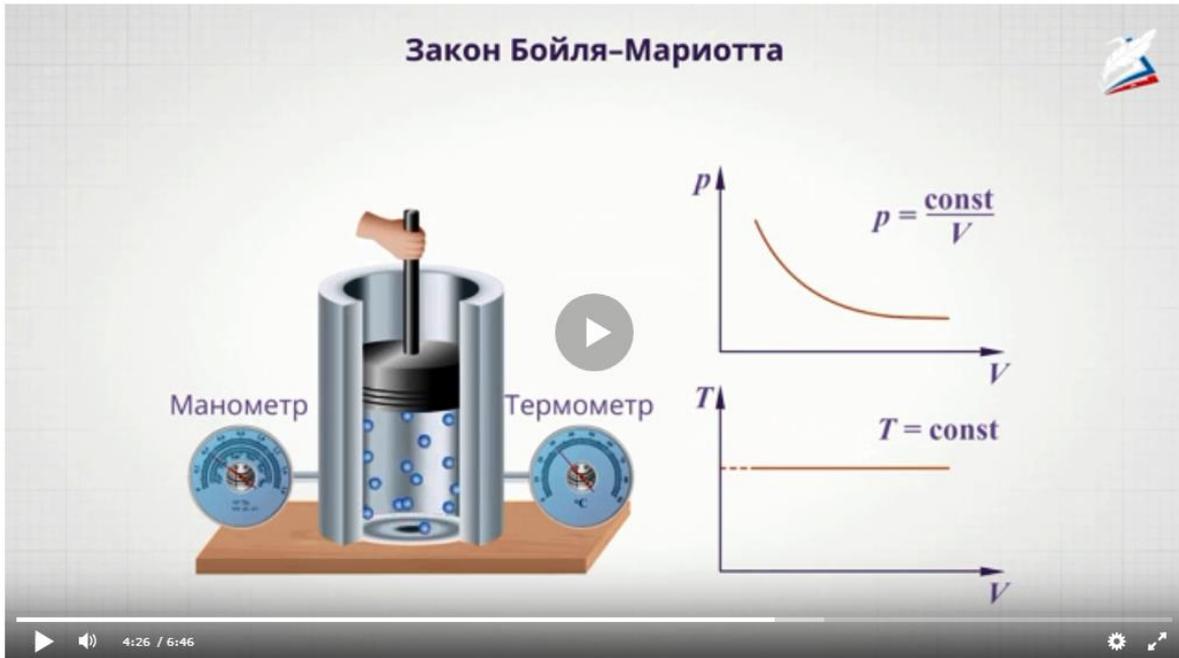


Рис. 16. Обучающее видео

Также разработка включает материалы для закрепления, в которых нужно выбрать правильный ответ, что демонстрирует рис.22, заполнить пропуски - рис.17 и рис.20, заполнить таблицу –рис.18, установить соответствие, как на рис.19 и рис.21.

### Изобарный процесс

Заполните пропуск в тексте.

Подсказка
?

Процесс изменения состояния термодинамической системы данной массы при \_\_\_\_\_ называют изобарным.

постоянном давлении
постоянной температуре
постоянном объёме

Сбросить ответы
Сохранить и перейти к следующему

Рис. 17. Задание на закрепление: заполнение пропусков в тексте

### Газовые законы

Заполните таблицу.

Подсказка ?

Закон	Изопроцесс	Формула
		$\frac{V}{T} = const$
	Изотермический	
Шарля		

Гей-Люссака
Изобарный
Бойля-Мариотта
 $pV = const$ 
Изохорный
 $\frac{p}{T} = const$

Рис. 18. Задание на закрепление: заполнение таблицы

### Физические величины

Установите соответствие между физическими величинами и их единицами измерения.

Подсказка ?

Молярная масса ○

Концентрация молекул ○

Давление ○

Температура ○

Объем ○

$\frac{кг}{моль}$  ○

Па ○

$м^3$  ○

$\frac{1}{м^3}$  ○

К ○

Рис. 19. Задание на закрепление: установление соответствия между физическими величинами и их единицами измерения

### Газовые законы

Заполните пропуски в тексте, выбрав правильные варианты ответа из выпадающего меню. 

Подсказка

В сосуде под поршнем находится газ. При его изотермическом расширении давление газа на стенки сосуда  , температура  , объём газа .

**Рис.20. Задание на закрепления:заполнение пропусков в тексте с выбором правильного варианта ответа из выпадающего меню**

### Измерительные приборы

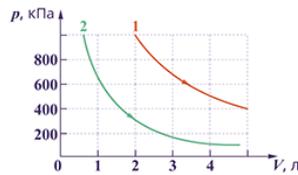
Установите соответствие между физическими величинами и приборами для их измерения. 

Подсказка

<span style="border: 1px solid #00b050; border-radius: 15px; padding: 5px; display: inline-block;">Динамометр </span>	<span style="border: 1px solid #00b050; border-radius: 15px; padding: 5px; display: inline-block;">Термометр </span>
<span style="border: 1px solid #00b050; border-radius: 15px; padding: 5px; display: inline-block;">Давление </span>	<span style="border: 1px solid #00b050; border-radius: 15px; padding: 5px; display: inline-block;">Манометр </span>
<span style="border: 1px solid #00b050; border-radius: 15px; padding: 5px; display: inline-block;">Калориметр </span>	
<span style="border: 1px solid #00b050; border-radius: 15px; padding: 5px; display: inline-block;">Температура </span>	

**Рис. 21. Задания на закрепление: установление соответствия между физическими величинами и приборами для их измерения**

На рисунке приведены графики двух изотермических процессов, проводимых с одной и той же массой газа. На основании графиков выберите верные утверждения о процессах, происходящих с газом.



Подсказка

- Процесс 2 идёт при более высокой температуре
- В процессе 1 объём увеличивается
- Оба процесса идут при одной и той же температуре
- Процесс 1 идёт при более высокой температуре
- Никаких выводов по графику сделать нельзя

Рис.22. Задание на закрепление: выбор верного утверждения о процессах

Также, чтобы повторить изученные термины, на портале представлено задание, изображенное на рис.23.

Выделите мышкой 4 слова, которые относятся к теме урока.



1. То, из чего состоит молекула.
2. Масса моля вещества.
3. Упрощённая модель реального газа.
4. Учёный, открывший взаимосвязь между давлением и температурой при постоянном объёме.

Подсказка

е	ы	ш	а	р	л	ь	в	с
в	и	г	ы	в	л	о	ю	м
и	д	е	а	л	ь	н	ы	й
м	о	л	я	р	н	а	я	й
ё	ц	у	х	х	й	и	в	д
ц	ф	л	и	у	ц	т	л	м
д	о	а	т	о	м	ф	г	ш
с	м	ы	м	ю	г	э	к	э
х	в	р	р	г	м	м	м	э

Рис. 23. Задание на закрепление: Нахождение терминов

Все эти задания предназначены для проверки и закрепления таких изученных на уроке понятий как изобарный, изотермический и изохорный процессы.

Сервис для разработки интерактивных заданий Quizlet позволяет создать упражнения для изучения и закрепления нового материала. Данная программа является бесплатным приложением для учащихся и доступна для установки на большинстве мобильных устройств. Платная версия программы для учителей дает дополнительные преимущества при работе с материалом, а также с группой учащихся, появляется возможность видеть прогресс изучения учебного материала.

На рис.24 представлено задание «Карточки», которое подойдет для изучения новых терминов, с одной стороны карточки показано само определение, а с другой значение этого определения.

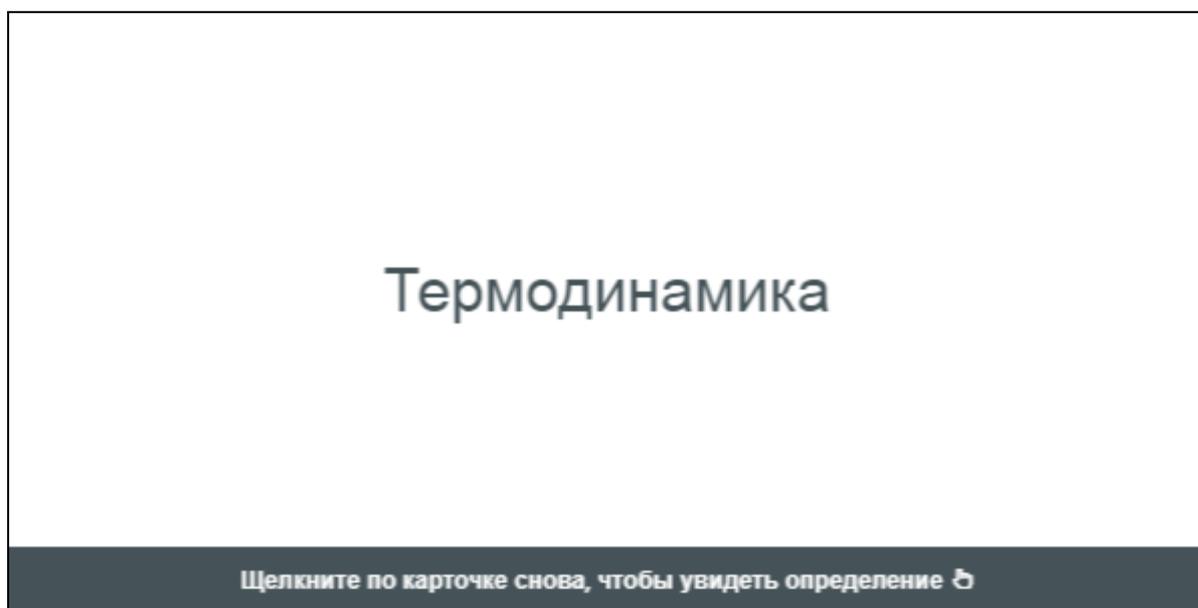


Рис. 24. Интерактивное задание «Карточки»

Задание «Заучивание» рис.25 разработано для запоминания изученных терминов. Суть данного задания: дано определение термина, нужно выбрать из представленных вариантов соответствующее название.

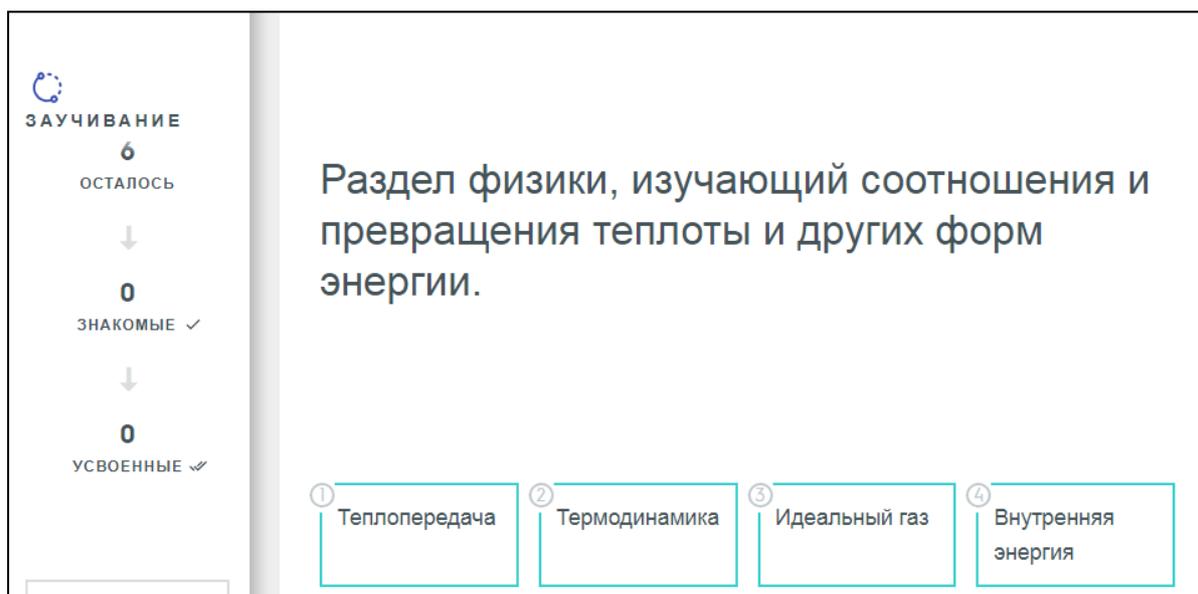


Рис.25. Интерактивное задание «Заучивание»

Задание «Письмо», изображенное на рис.26 служит для выработка навыка по написанию новых терминов и их запоминания с помощью моторной памяти. Ученикам предлагается задание для определения названия, данного им термина, ответ требуется записать в специальное окно.

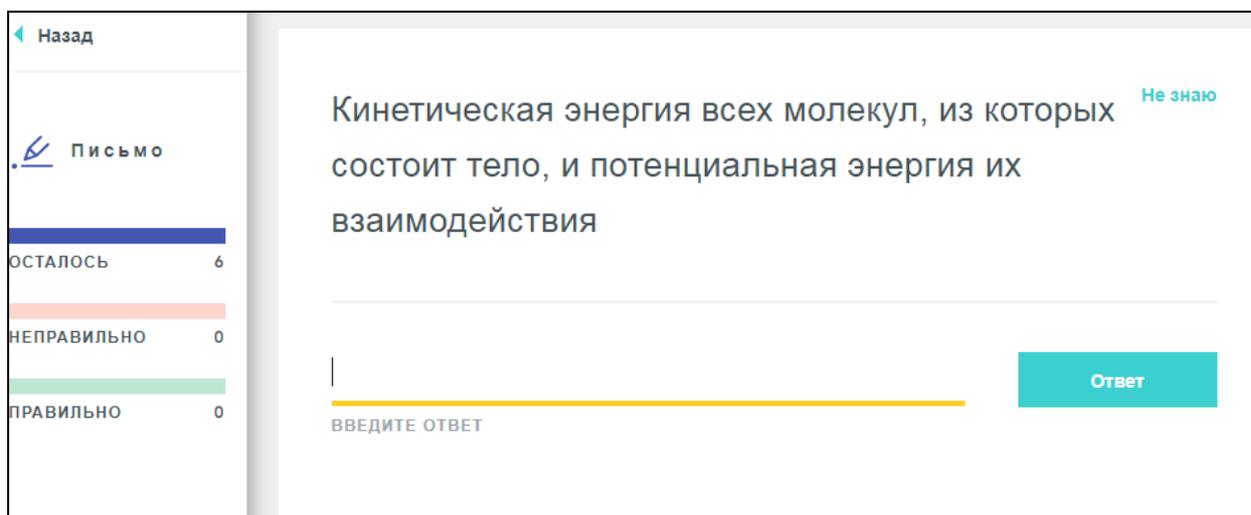


Рис.26. Интерактивное задание «Письмо»

На рис.27 задание, которое называется «Правописание», которое заключается в том, что дается прослушать значение термина и в предложенное поле нужно вести его название, тем самым учениками определение лучше воспринимается и запоминается с помощью слуховой памяти.

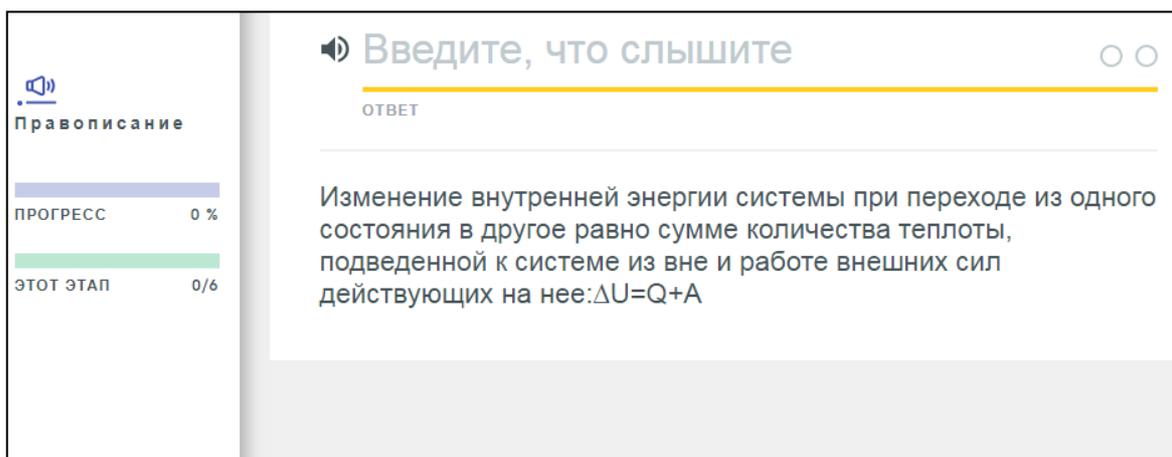


Рис.27. Интерактивное задание «Правописание»

«Тест» -задание на рис.28, включает вопросы для письменного ответа, подбора, с выбором ответа и для определения верно/ не верно.

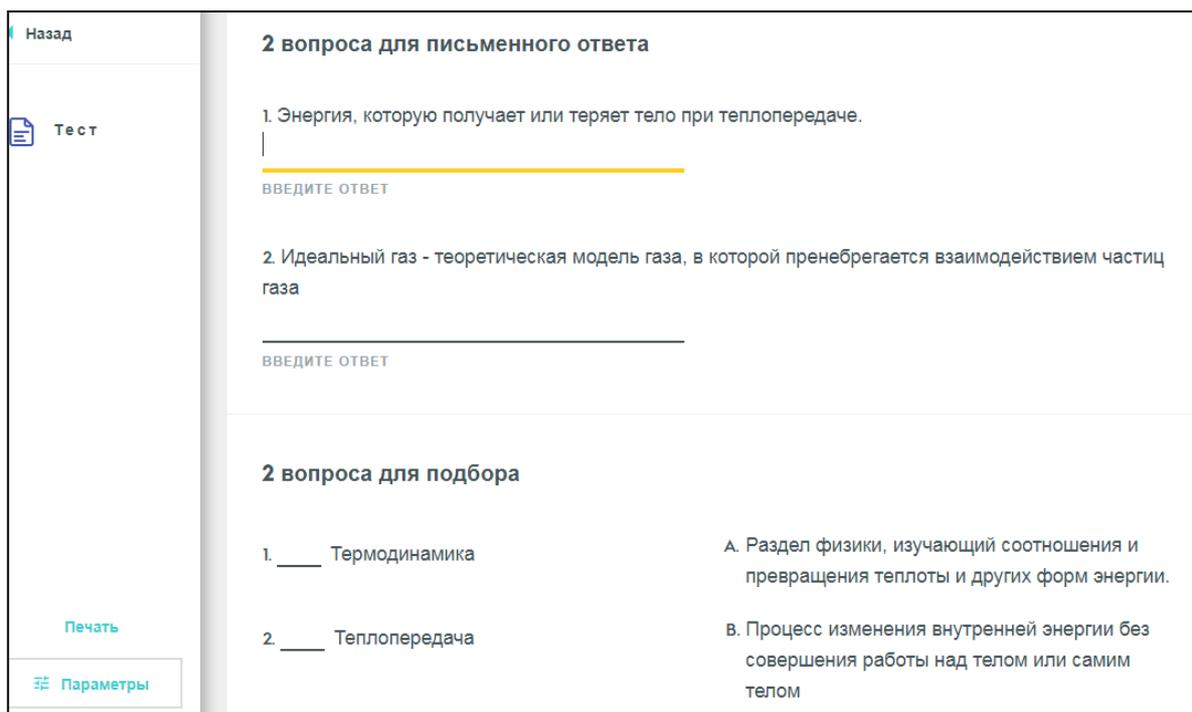


Рис.28. Интерактивное задание «Тест»

Игра «Подбор» нарис.29: нужно перетащить соответствующие элементы (название и определение термина) друг на друга. В данном приложении имеется секундомер, с помощью которого можно установить, кто из учеников выполнил задание быстрее.

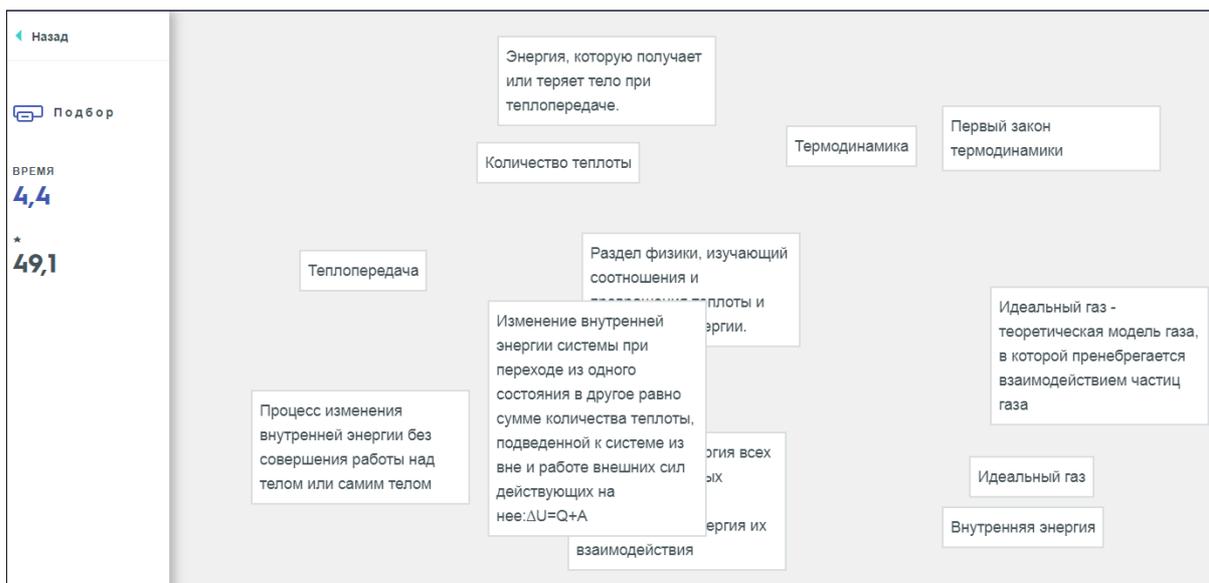


Рис.29. Интерактивное задание «Подбор»

Задание «Гравитация» (рис.30) служит для повторения и заучивания новых терминов. Приложение позволяет выбрать подходящий уровень сложности (легкий, средний, сложный) и нужный тип ответа (термин, определение, случайный). Нужно за определенное время выполнить задание, в котором следует дать определение или написать название термина, зависит от выбранного уровня сложности. Данную игру можно вводить на уроке, для контроля полученных знаний.

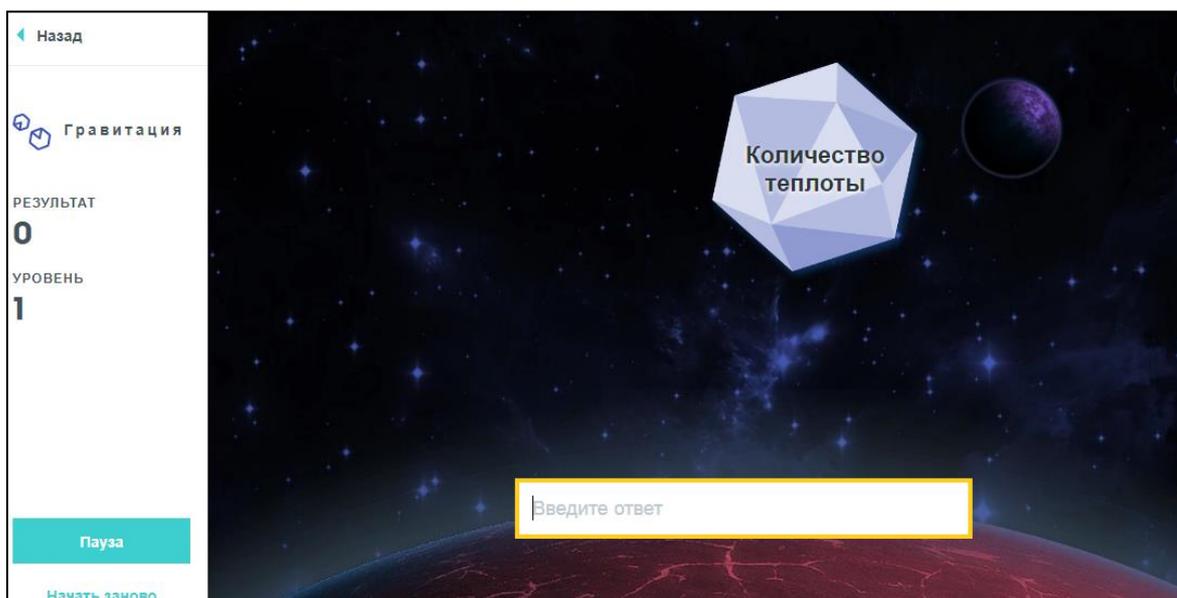


Рис.30. Интерактивное задание «Гравитация»

Игра «Live» для использования группы учеников от четырех человек. Ее запуск осуществляется двумя способами:

1) с помощью перехода на сайт [quizlet.com/live](https://quizlet.com/live) и введение нужного кода (316-876)

2) сканирование QR-кода, как показано на рис. 31.

QuizletLive – это увлекательная игра для использования на уроках, в ходе которой ученики работают в командах, сопоставляя термины и определения. Команда, которая первой без ошибок подберет определения ко всем терминам, побеждает.

Каждому ученику будет показываться одно и то же определение из модуля, но варианты ответов каждому участнику команды будут даваться разные. Ученикам нужно работать вместе, чтобы решить, у кого в команде есть правильный ответ.

Когда команда выберет правильный ответ, он исчезнет с экрана, и будет отображен следующий вопрос. Если команда ответит на вопрос неправильно, ее прогресс будет обнулен, и ей придется начать заново.

На экране учителя будет отображен список лидеров в режиме реального времени по процессу достижения правильного подбора определений ко всем терминам. Команда, которая первой без ошибок подберет определения ко всем терминам, побеждает. В большинстве игр будет 12 терминов, но, в зависимости от общего количества терминов в модуле, в некоторых играх может быть 8 или менее терминов.

По завершении игры список лидеров сменится на обзор результатов, отображая, на какие вопросы команды ответили правильно, а на какие – нет. С финального экрана можно легко начать другой раунд игры, сменить команды или выйти из игрового режима.

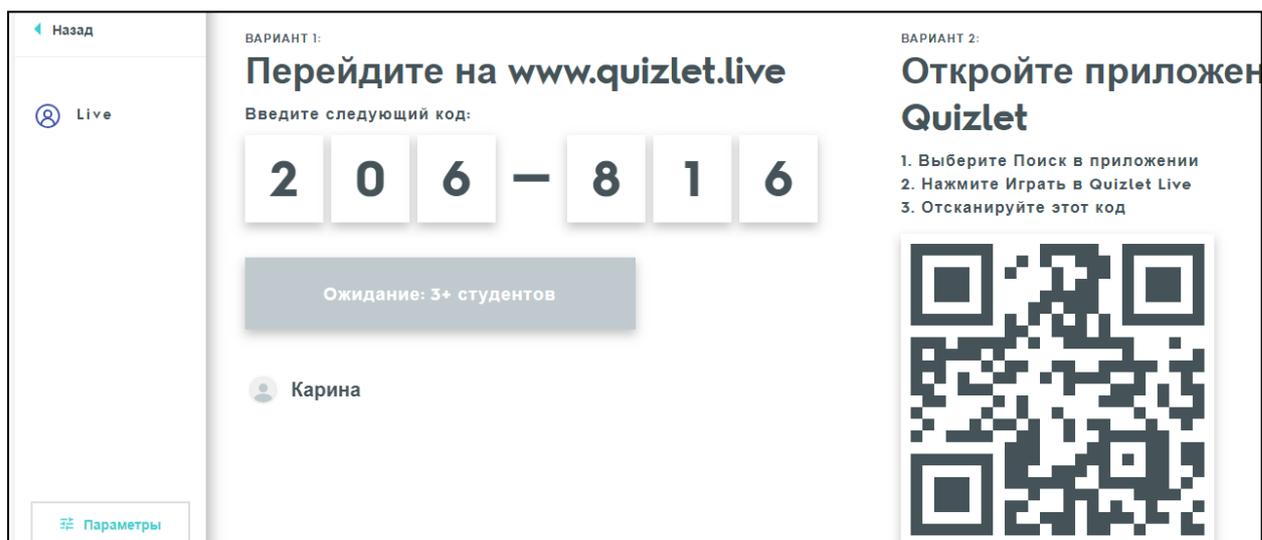


Рис.31.Ссылка на интерактивную игру Live.

Онлайн-конструктор учебного видео EduCanon – это бесплатный сервис для создания интерактивного видео, назначения учащимся или студентам персональных заданий, и отслеживания успешности обучаемых.

EduCanon позволяет учителям создать серию интерактивных учебных видеороликов, используя YouTube и Vimeo видео. Чтобы создать интерактивное видео, необходимо указать общую тему «Молекулярная физика» и название конкретного урока «Молекулярно-кинетическая теория», указать категорию учащихся. После того как вы нашли подходящий видеоролик, вы можете подготовить задания. Добавив видеоролик на монтажную ленту, вы можете в любой момент остановить просмотр и сформулировать учебные задачи.

Это могут быть вопросы, требующие письменного ответа на рис.32, альтернативные тесты на рис.33 или тесты с несколькими вариантами ответов на рис.34.

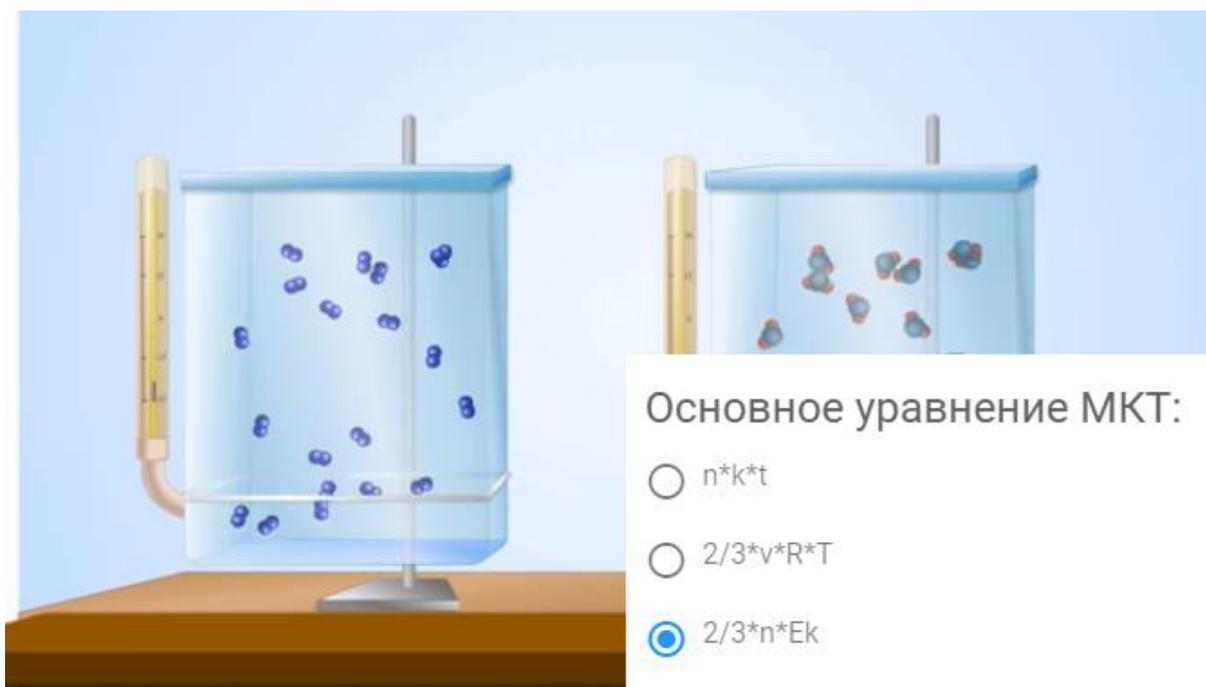


Рис.32. Включение в интерактивное видео альтернативного теста

Что происходит при увеличении температуры?

- Увеличение скорости молекул
- Уменьшение скорости молекул
- Уменьшение давления
- Увеличение давления

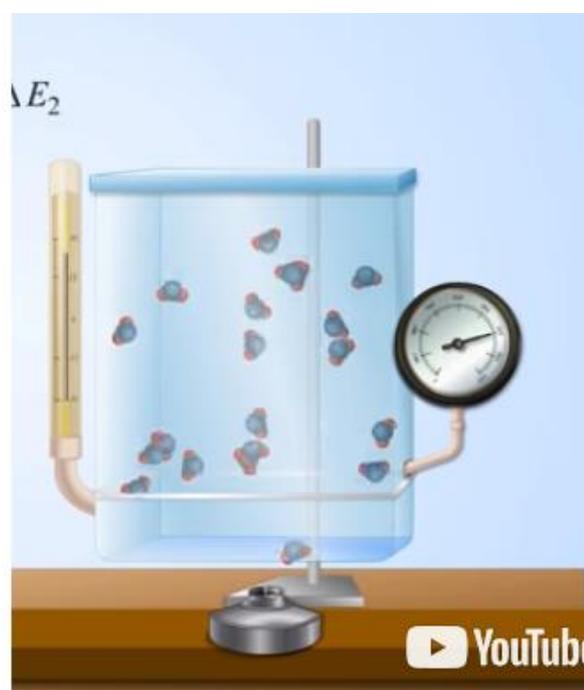


Рис.33. Включение в интерактивное видео теста с несколькими вариантами ответа

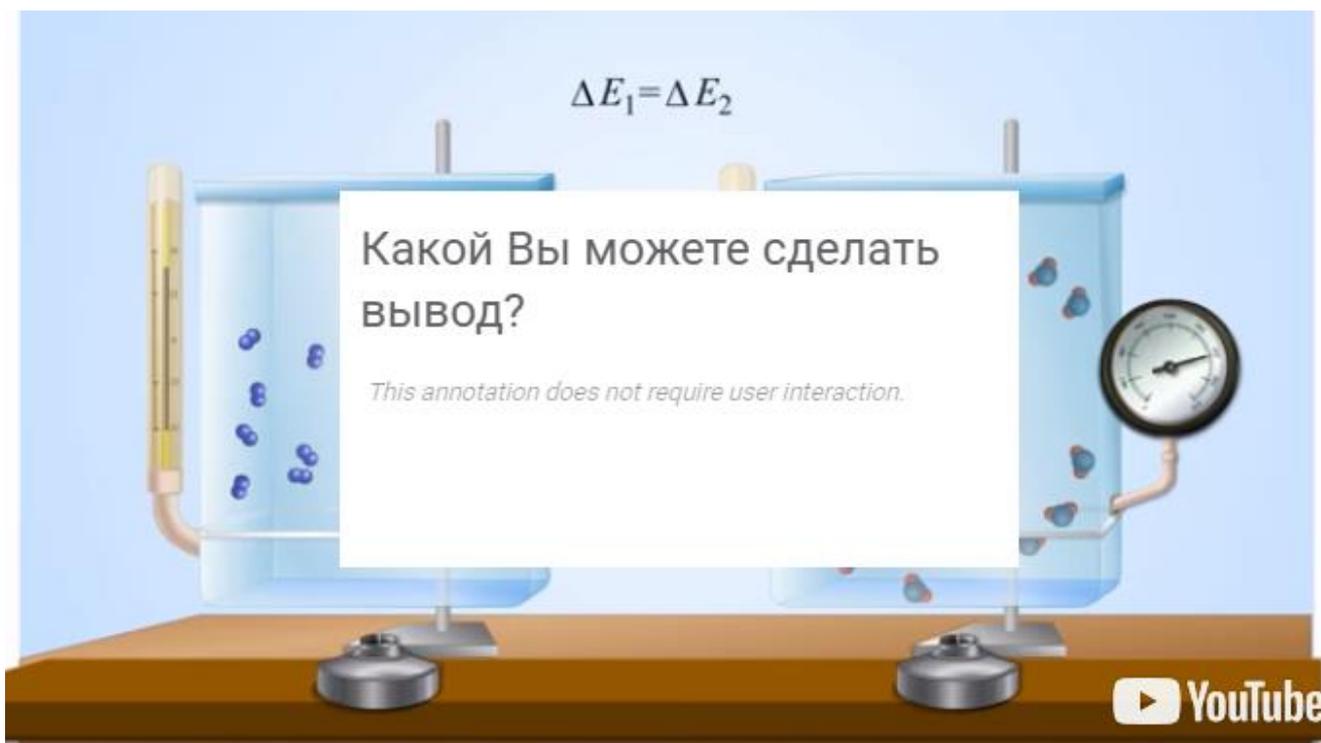


Рис.34. Включение в интерактивное видео вопроса, требующего письменного ответа

Использование eduCanon – является инструментом для эффективного обучения школьников и студентов, особенно при организации дистанционного обучения.

Такие интерактивные видео можно посылать ученикам накануне изучения темы для того, чтобы затем получить ответы учащихся, выяснить, какие вопросы остались для них еще недостаточно изученными и понятными, это обеспечивает более результативную обратную связь с обучаемыми.

Wizer – это специальный сервис, который позволяет создавать и использовать интерактивные рабочие листы в дистанционном обучении, для выполнения учащимися домашних работ, для эффективной работы в классе как за компьютерами, на интерактивной доске.

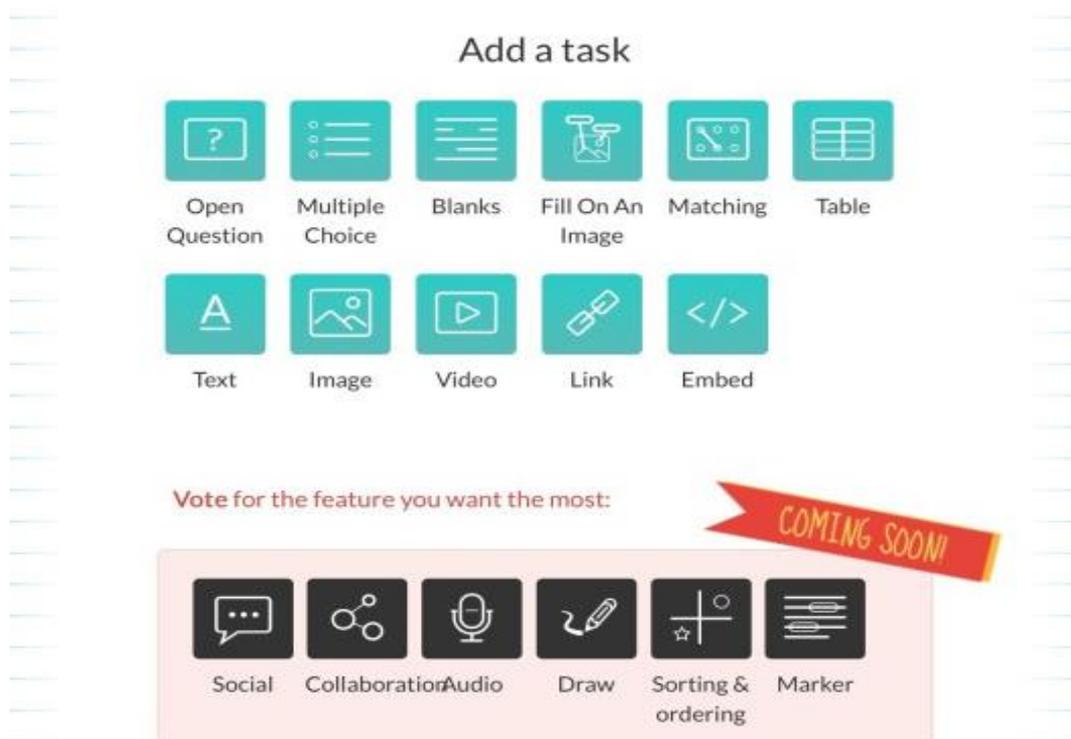


Рис. 35. Создание рабочего листа с помощью сервиса Wizer

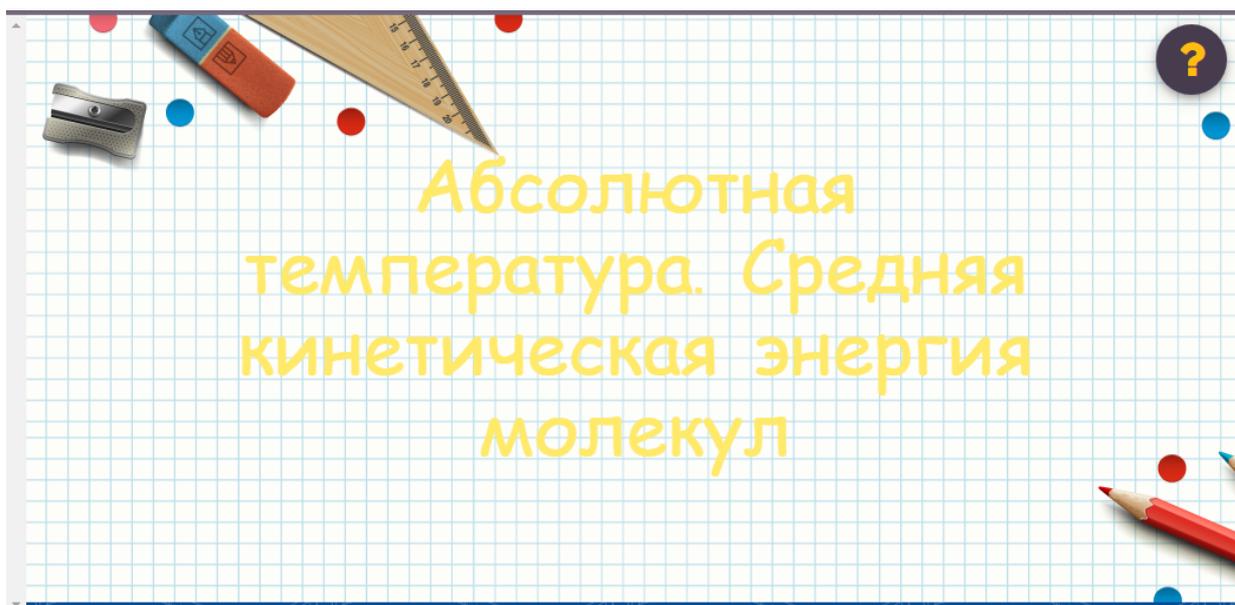


Рис. 36. Внешний вид интерактивного рабочего листа

На Wizer можно создавать интерактивные задания несколькими способами:

- вопрос с открытым ответом на рис.37;

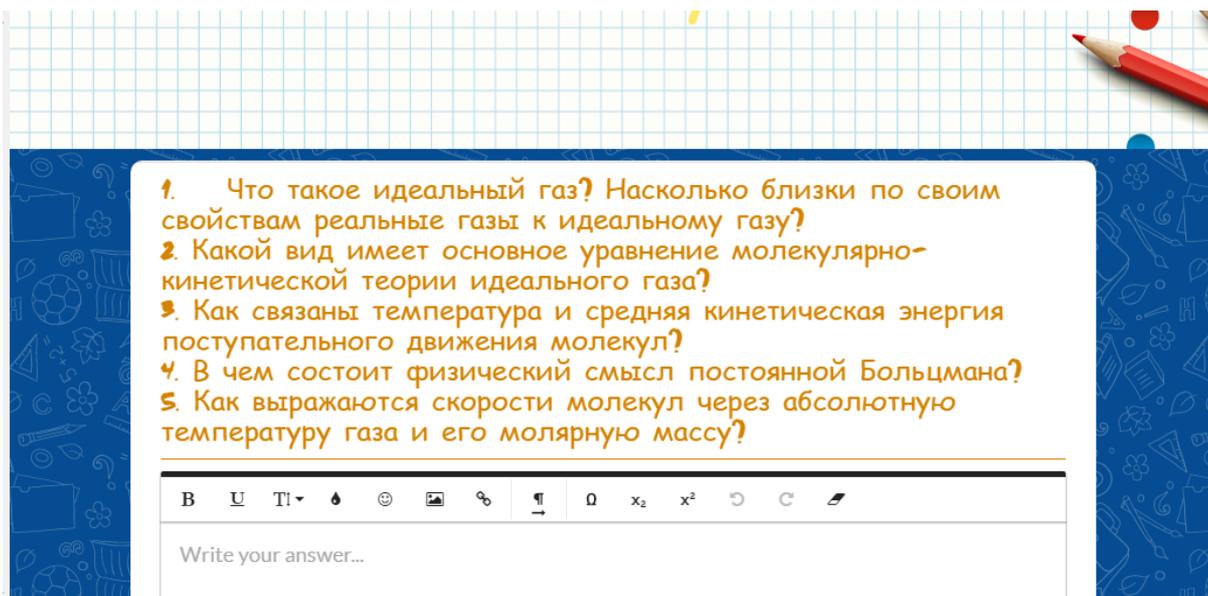


Рис. 37. Вопросы, включенные в интерактивный рабочий лист, с открытым вариантом ответа

- вопрос с выбором ответа (альтернативный тест);
- комментирование видео, изображения, как на рис.38;

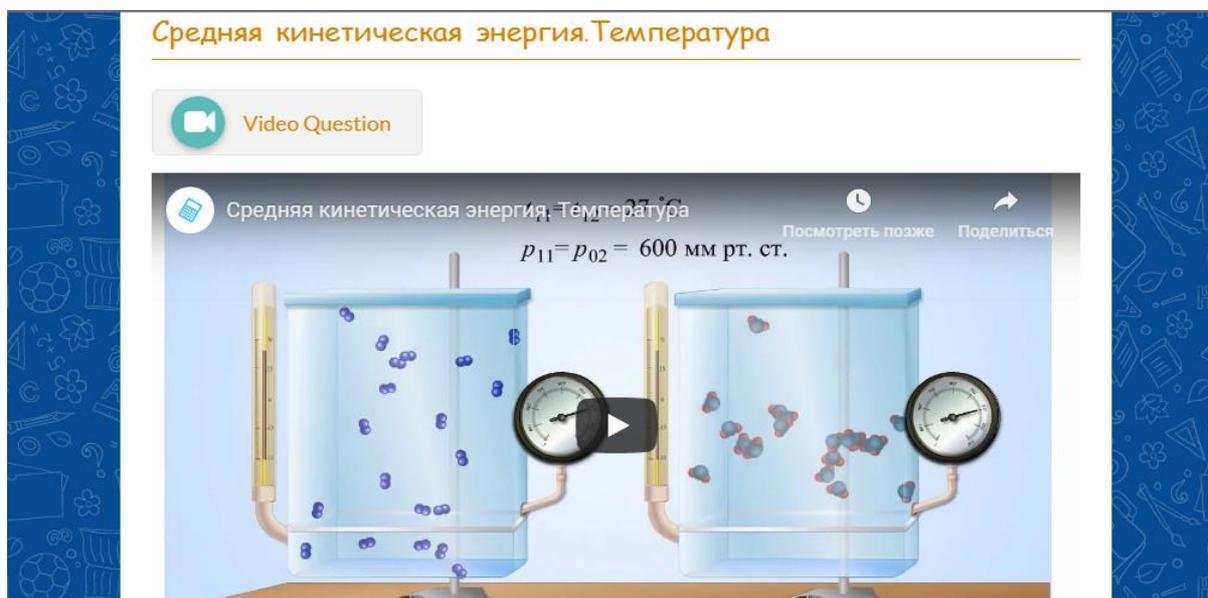


Рис. 39. Обучающее видео, включенное в рабочий лист, с возможностью комментирования

- тесты на соответствие;
- цифровой диктант с пропущенными словами.
- формулы, как изображено на рис.40;

Формула

Что это за величины?

средняя кинет. энергия

$$E_{\text{ср}} = \frac{3}{2} k_b T$$

Рис.40. Задание, включенное в рабочий лист, требующее заполнения пропусков

- изучение теоретического материала рис.41 и заполнение таблицы рис.42;

Text

В I U T<sub>1</sub> 🔥 😊 🖼️ 🔗 ⏏️ Ω x₂ x² ↺ ↻ 🖋️

Абсолютная температура.

Предельную температуру, при которой давление идеального газа обращается в нуль при фиксированном объёме или при которой объём идеального газа стремится к нулю при неизменном давлении, называют абсолютным нулём температуры. Это самая низкая температура в природе, та «наибольшая или последняя степень холода», существование которой предсказывал Ломоносов. Английский учёный У. Томсон (лорд Кельвин) (1824–1907) ввёл абсолютную шкалу температур. Нулевая температура по абсолютной шкале (её называют также шкалой Кельвина) соответствует абсолютному нулю, а каждая единица температуры по этой шкале равна градусу по шкале Цельсия.

Единица абсолютной температуры в СИ называется кельвином (обозначается буквой К). Постоянная Больцмана. Коэффициент  $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$  Дж/К называется постоянной Больцмана в честь Л. Больцмана, одного из основателей молекулярно-кинетической теории газов. Постоянная Больцмана связывает температуру в энергетических единицах с температурой T в кельвинах. Это одна из наиболее важных постоянных в молекулярно-кинетической теории.

Рис.41. Теоретический материал, включенный в интерактивный рабочий лист

**Конспект**

Выпишите главную информацию, тезисы из текста


Рис.42. Задание, включенное в интерактивный лист в форме заполнения таблицы основными терминами

Данный сервис позволяет размещать видео, изображения и сопровождать их надписями или заданиями для учащихся. Для проведения рефлексии можно предложить учащимся пройти по QR-коду, который изображен на рис.43, и ответить на вопросы, созданные с помощью сервиса Google-тест, что представлено на рис.44.



Рис.43. QR-код для рефлексии

## Рефлексия

Здесь Вы можете помочь сделать наши с Вами занятия более полезными и интересными <3

\* Обязательно

Напишите Ваше имя, фамилию и класс \*

Мой ответ \_\_\_\_\_

По шкале от 1 до 10 оцените насколько Вам понравился урок? \*

Мой ответ \_\_\_\_\_

Оцените по шкале от 1 до 10 насколько Вам была понятна данная подача информации? \*

Мой ответ \_\_\_\_\_

Остались ли у Вас пробелы по пройденной теме? Что было наиболее сложно для понимания? \*

Мой ответ \_\_\_\_\_

Пожелания:

Рис.44. Лист дидактической рефлексии

Таким образом, в силу описанных технических особенностей и дидактических характеристик представленные виртуальные симуляторы и средства реализации интерактивных задания могут быть использованы при обучении физике в старших классах на этапах представления нового знания, закрепления и углубления материала урока, осуществления интерактивного контроля и рефлексии. Но, самое главное, они позволяют наглядно представить изучаемые физические объекты, процессы и явления; обеспечить автоматизацию процедур тестирования и интерпретации результатов дидактической рефлексии.

## 2.2. Методические рекомендации по использованию цифровых средств при обучении физике в школе

Такой раздел физики как «Молекулярная физика и термодинамика» требует наглядности, которой почти невозможно добиться без применения электронных ресурсов.

Из этого раздела были выбраны такие темы, как:

- «Газовые законы»;
- «Молекулярно-кинетическая теория»;
- «Состояния вещества»;
- «Средняя кинетическая энергия молекул»;
- «Абсолютная температура»;
- «Первый закон термодинамики»;
- «Внутренняя энергия».

Для включения в урок виртуальных симуляторов физических экспериментов Phet Interactive Simulations необходимо проверить соответствие платформ для использования, проверить доступ к сети Internet, установить расширение java и соответственно сам симулятор. Виртуальные симуляторы «Свойство газа» и «Состояние вещества» предназначены для использования на уроке физики на тему «Состояние вещества» раздела «Молекулярная физика». Данный урок является уроком повторения ранее пройденного материала, тема была изучена учениками старшей школы в 8ом классе.

Симуляторы могут быть использованы для сравнения газов, жидкостей, твердых тел на этапе обобщения и систематизации знаний, перед которым необходимо провести актуализацию знаний в форме фронтального опроса, включая в него вопросы о свойствах различных агрегатных состояний вещества.

Использовать виртуальные симуляторы можно в исходном виде, либо встроив их в презентацию.

Целью этого использования симулятора «Свойства газа» является демонстрация зависимости состояния газа от изменения постоянных параметров, с помощью которой учащиеся делают вывод о том, как ведут себя молекулы газа при изменении его состояния.

Симулятор «Состояние вещества» показывает различиемолекулярного строения жидких, твердых и газообразных веществ в обычном состоянии и при изменении температуры, что способствует формированию у учащихся целостной картины того, как устроены различные агрегатные состояния.

Симуляторы «Поверхностное натяжение», «Кипение и испарение», «Айсберги» применяются на уроке по данной теме для демонстрации различных свойств жидкости.

Интерактивный урок «Уравнение идеального газа. Газовые законы», размещенный на сайте Российской электронной школы можно использовать при обучении разделу «Молекулярная физика».

В настоящее время ресурсы Портала доступны для всех участников образовательного процесса. Ссылка на открытую информационно-образовательную среду "Российская электронная школа": <http://resh.edu.ru/>

Инструкция по работе с порталом доступна после входа по ссылке <http://resh.edu.ru/guide> Регистрация даст новые возможности для работы с порталом – доступ к дополнительным материалам, личному кабинету, проверочным заданиям. Чтобы зарегистрироваться на официальном сайте РЭШ нужно: перейти на сайт <http://resh.edu.ru> и заполнить форму регистрации на сайте рис.45.

The image shows a registration form on a blue background. At the top, there are two links: "Войти" (Login) and "или" (or), followed by a rounded button labeled "Зарегистрироваться" (Register). Below this, the form consists of several fields:

- "Вы" (You): A dropdown menu with "Ученик" (Student) selected.
- "E-mail": An empty text input field.
- "Пароль" (Password): An empty text input field.
- "Подтверждение пароля" (Confirm password): An empty text input field.
- "Фамилия" (Surname): An empty text input field.
- "Имя" (Name): An empty text input field.
- "Отчество" (Patronymic): An empty text input field.
- "Пол" (Gender): Two radio buttons, "Мужской" (Male) and "Женский" (Female), both unselected.
- "Дата рождения" (Date of birth): An empty date input field.
- "Страна" (Country): A dropdown menu with "РОССИЯ" (RUSSIA) selected.
- "Регион проживания" (Region of residence): A dropdown menu with "Выберите регион" (Select region) selected.
- "Школа" (School): An empty text input field.
- "Класс" (Class): A dropdown menu with "Выберите класс" (Select class) selected.

Рис.45. Регистрация на сайте Российской Электронной Школы

При наличии скоростного интернета учитель может организовать просмотр видеоурока в классе непосредственно на уроке. Если урок проходит в компьютерном классе или с использованием мобильных устройств, то просмотр видеоурока может быть организован в индивидуальном режиме. При отсутствии необходимых технических возможностей на уроке учитель может предложить посмотреть видеоурок дома. В технологии «перевернутый класс» учащимся предлагается просмотр видеоурока дома заранее, до изучения темы в классе.

По просмотренному видеоуроку учащиеся формулируют свои вопросы, которые задают при обсуждении темы на уроке в классе. Помимо объяснения нового материала, представленного видеоуроком, для закрепления новых знаний по данной теме имеются упражнения и проверочные задания. Упражнения и задачи можно проходить неограниченное количество раз, они не предполагают фиксации оценок. Проверочные задания, напротив, не подразумевают повторного прохождения. Система фиксирует результаты их выполнения

зарегистрированными пользователями и на этой основе формируется статистика успеваемости ученика.

3D-модель «Диаграмма газовых процессов» также можно применить на уроке усвоения новых знаний для объяснения нового материала по теме «Уравнение состояния идеального газа. Газовые законы» на этапе первичного усвоения.

Для использования ресурсов Mozaik Education необходима регистрация, также необходимо загрузить и установить «3D-просмотрщик», что не сделать без доступа к сети Internet.

Данная 3D-модель позволяет продемонстрировать количественные зависимости между двумя параметрами газа одной и той же массы при неизменном значении третьего параметра.

Интерактивные задания, разработанные с помощью сервиса Quizlet, предназначены для урока на тему «Внутренняя энергия. Первый закон термодинамики» для закрепления изученного материала.

Quizlet может применяться в различных режимах взаимодействия: фронтальном, групповом, индивидуальном.

Чтобы использовать ресурсы Quizlet на уроке понадобится доступ к сети Internet и учетная запись Quizlet, компьютер, планшеты или смартфоны для учеников.

Перед просмотром интерактивного видео на тему «Молекулярно-кинетическая теория» необходимо провести обобщение ранее полученных знаний по этой теме.

Видео можно вставить в презентацию с целью систематизации и первичного закрепления материала по теме.

Интерактивный лист, разработанный по теме «Абсолютная температура. Средняя кинетическая энергия молекул» может быть применен на этапе закрепления после изложения учителем нового материала.

Технология использования интерактивного рабочего листа включает в себя следующее:

1. Учитель создает и публикует интерактивный рабочий лист в среде электронного обучения (ссылкой или вставляя в страницу кодом). Учитель также дополнительно создает копию этого листа для клонирования шаблона каждым учеником. Для этого в настройках совместного доступа устанавливается возможность редактирования для любого пользователя, обладающего ссылкой.

2. Ученик переименовывает клонированный лист и может его видоизменять и редактировать его (выполнять задание).

3. После выполнения задания ученик публикует свой рабочий лист с помощью URL-адреса в среде электронного обучения (сайте/блоге), предъявляя, таким образом другим свою работу. Листы, созданные разными учениками, можно обсуждать, комментировать, оценивать.

Работа с интерактивным листом возможна:

- на уроке в компьютерном классе для самостоятельной работы учащихся с последующим обсуждением результатов,
- в своем кабинете для фронтальной работы на уроке,
- в своем кабинете для самостоятельной работы одного ученика с последующим обсуждением результатов,
- на домашнем компьютере учащегося в качестве альтернативного домашнего задания.

Работа с интерактивными листами может включать в себя полный цикл учебных активностей – от погружения ученика в тему, и постановки проблемы до оценивания результатов ученической работы. Это деятельность по конструированию новых знаний и овладению новыми способами универсальных учебных действий (УУД).

Обратная связь от учителя при использовании технологии интерактивного рабочего листа чаще всего имеет вид комментариев на полях уже заполненного рабочего листа, либо развернутого текста с анализом результатов целой группы (включающего примеры и пояснения), предназначенного для сообщества класса, группы и т.д. Дополнительная

степень свободы, которая обеспечивается возможностью публикации выполненных рабочих листов в папках общего доступа, – это взаимное оценивание работ самими учащимися. Последнее является непростой организационной задачей и подразумевает наличие определенного уровня информационной культуры, формирует необходимый опыт работы в совместных документах, содействует обогащению цифровых компетенций обучающихся.

## Заключение

В качестве заключения сформулируем основные результаты выпускной квалификационной работы.

Во-первых, в ходе проведенного исследования были определены теоретические основы использования современных цифровых средств для дидактической поддержки уроков физики в старшей школе. Анализ и обобщение опыта ученых позволил сделать вывод о том, что комплексное использование современных цифровых средств обучения способствует одновременному выполнению нескольких дидактических функций: интерактивной, информационной и управленческой.

Во-вторых, установлено, что наиболее важным преимуществом использования современных цифровых средств в образовательном процессе является то, что это позволяет индивидуализировать образовательный процесс с точки зрения темпа, объема и уровня усвоения учебного материала; наглядно и динамически представить наиболее абстрактные понятия школьной физики; продемонстрировать в интерактивном режиме изучаемые объекты, процессы и явления; обеспечить самостоятельный контроль образовательных результатов обучающимися.

В-третьих, поиск и анализ современных виртуальных симуляторов и средств реализации интерактивных заданий для дидактической поддержки обучения физике в старших классах показал, что сегодня существует огромное количество таких средств, доступных для учителя физики. Однако, с другой стороны, все они имеют отличительные особенности с точки зрения используемых технологий реализации и дидактических функций.

В-четвертых, в рамках выпускной квалификационной работы удалось создать комплект для дидактической поддержки уроков физики в старшей школе, включающий виртуальные симуляторы, одобренные экспертами интерактивные задания и авторские материалы. Данный комплект может быть использован учителями физики для проведения уроков в старших классах во время изучения тем «Молекулярно-кинетическая теория», «Газовые законы»,

«Состояния вещества», «Средняя кинетическая энергия молекул. Абсолютная температура», «Первый закон термодинамики», «Внутренняя энергия».

Наконец, были разработаны и представлены методические рекомендации по использованию разработанного комплекта, которые отражают программно-технические и информационно-методические аспекты организации образовательного процесса виртуальные симуляторы, интерактивные задания и средства самоконтроля.

Таким образом, на основании выше изложенного можно утверждать, что цель выпускной квалификационной работы достигнута.

## Список использованной литературы

1. Абдрахманова Б. А. Смарт-технологии в образовании: [Электронный ресурс]. URL: <http://www.zkoipk.kz/b2/369-conf.html> (Дата обращения: 17.04.2019).
2. Абдулов Р.М. Использование современных технических средств в процессе поэтапного развития исследовательских умений учащихся при обучении физике // Педагогическое образование в России. – 2014. №7. – С.61-64.
3. Блинов В.И. Цифровая дидактика: модный тренд или новая наука? // Профессиональное образование. Столица. – 2019. №3. – С. 27-30.
4. Бондаренко Е. А., Журин, А. А., Милютин, И. А. Технические средства обучения в современной школе: пособие для учителя и директора школы / под ред. А. А. Журина. – М.: Юнвес, 2004. – 404 с.
5. Гришин В.Н. Информационные технологии в профессиональной деятельности: Учебник/ В.Н. Гришин, Е.Е. Панфилова. М.: ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2013. 416 с.
6. Голицына О.Л. Информационные технологии: учебник / О.Л. Голицына, Н.В. Максимов, Т.Л. Партыка, И.И. Попов. – М.: Форум, ИНФРА-М, 2013. – 608 с.
7. Гохберг Г.С. Информационные технологии: Учебник для студ. учрежд. сред.проф. образования / Г.С. Гохберг, А.В. Зафиевский, А.А. Короткин. - М.: ИЦ Академия, 2013. – 208 с.
8. Захарова Т. В. и др. Использование интерактивных средств обучения в условиях реализации ФГОС //Проблемы современного педагогического образования. – 2017. – №. 56-5. – С. 68-74.
9. Зверева Л.Г., Ткачева А.Г. Этапы и пути становления цифрового образования в России // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. -2019. - №1. – С.43-46.

10. Долгая Т. И. Мультимедийные технологии в коллективной форме работы учащихся при обучении физике: дис.канд. пед. наук / Московский гос. пед. ун-т. – М., 2010. – 304 с.
11. Жаркенов А.К. Цифровизация как условие обновления содержания образования // Педагогическая наука и практика. – 2018. №3. – С. 27-31.
12. Журин А. А. Компьютер в кабинете химии: пособие для учителя. – М.: Школьная пресса, 2004. – 128 с.
13. Ильдяев И. А. Подготовка учителя физики к творческой деятельности по методике и технике школьного физического эксперимента: дис. канд. пед. наук / Рязанский гос. пед. ун-т им. С.А. Есенина. – Рязань, 2002. – 215 с.
14. Исаев Г.Н. Информационные технологии: Учебное пособие / Г.Н. Исаев. – М.: Омега-Л, 2013. – 464 с.
15. История правовых и политических учений: учеб. для вузов / П.С. Грицанский, В.Д. Зорькин, Л.С. Мамут и др. / Под общ. Ред. В.С. Несеянца. – 2-е изд. переработ. и доп. – М.: Юр. лит., 1998. – 816 с.
16. Киселев, Г.М. Информационные технологии в педагогическом образовании: Учебник / Г.М. Киселев, Р.В. Бочкова. - М.: Дашков и К, 2013. – 308 с.
17. Кицли, М. Е. Применение стробоскопической фотосъемки при изучении движения тел / М.Е. Кицли // Физика в школе, 1967. № 4. – С. 84-88
18. Коджаспирова, Г. М., Петров, К. В. Технические средства обучения и методика их использования: учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений. – М.: Академия, 2003. – 256 с.
19. Козлова Н.Ш. Цифровые технологии в образовании // Вестник Майкопского государственного технологического университета. 2019. №1. – С.85-93.
20. Надеева О. Г. Многоцелевое использование учебного оборудования школьного кабинета физики: монография / Урал.гос. пед. ун-т. – Екатеринбург, 2011. – 153 с.
21. Омарова С.К. Современные тенденции образования в эпоху цифровизации // Педагогика. Вопросы теории и практики. –2018. №1. – С. 78-83.

22. Оспенников Н. А. Лабораторный физический эксперимент в условиях применения компьютерных технологий обучения: учеб.-метод. пособие / Перм. гос. пед. ун-т. – Пермь, 2007. – 242 с.
23. Оспенников Н.А., Оспенникова Е.В. Виды компьютерных моделей и направления использования в обучении физике // Вестник ТГПУ. – 2010. №4. – С. 118-123.
24. Оспенников Н. А. Лабораторный физический эксперимент в условиях применения компьютерных технологий обучения: учеб.-метод. пособие / Перм. гос. пед. ун-т. – Пермь, 2007. – 242 с.
25. Пластинин А.В. Развитие ИКТ-компетенций школьников как метапредметный результат обучения физике// Вестник ТГПУ. – 2015. №6. – С. 44-48.
26. Разумовский В. Г. ,Майер В. В. Физика в школе. Научный метод познания и обучения. – М. :Владос, 2007. – 463 с.
27. Роберт И.В. Дидактика эпохи цифровых информационных технологий. //Профессиональное образование. Столица. – 2019. №3. – С. 16-22.
28. Смирнов, А. В. Современный кабинет физики. – М.: 5 за знания, 2006. – 304 с.
29. Советов, Б.Я. Информационные технологии: Учебник для бакалавров / Б.Я. Советов, В.В. Цехановский. – М.: Юрайт, 2013. – 263 с.
30. Тихомиров В.П. Смарт-образование как основная парадигма развития информационного общества //Современные информационные технологии и ИТ-образование. –2015. №11. – С. 9-13.
31. Устюжанина Е.В. Цифровизация образовательной среды: возможности и угрозы // Вестник РЭА им. Г.В. Плеханова. 2018.-№1 – С.3-10.
32. Федотова Е.Л. Информационные технологии в науке и образовании: Учебное пособие / Е.Л. Федотова, А.А. Федотов. – М.: ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2013. – 336 с.
33. Ханнанов Н.К. Настольная книга учителя физики. 7-11 классы. – М.: Эксмо, 2008. – 656 с.
34. Хорошавин С.А. Демонстрационный эксперимент по физике. Оптика. Атомная физика. 10-11 классы. – М.: Просвещение, 2007. – 240 с. 34.

35. Шамало Т.Н. Учебный эксперимент в процессе формирования физических понятий: книга для учителя. – М.: Просвещение, 1986. – 96 с.
36. Шамало Т.Н. Теоретические основы использования физического эксперимента в развивающем обучении: учебное пособие к спецкурсу / Свердлов. гос. пед. ин-т. – Свердловск, 1990. – 93 с.
37. Шаркова О.В. Применение ЭОР при обучении студентов на основе ФГОС: [Электронный ресурс]. URL: <http://festival.1september.ru/articles/636455> (Дата обращения: 03.05.2019).