

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
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  
Выпускающая кафедра технологии и предпринимательства

Чалкин Артём Викторович

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Создание и применение электронной ловушки ионизированных частиц как  
дидактического средства для учебных занятий по физике и технологии

Направление подготовки 44.03.01 Педагогическое образование  
Направленность (профиль) образовательной программы Технология

ДОПУСКАЮ К ЗАЩИТЕ

Зав.кафедрой доцент, к.т.н.  
Бортновский Сергей Витальевич  
17 июня (Дата, подпись)

Руководитель к.п.н.  
Песковский Евгений Анатольевич

Дата защиты 30 июня 2022  
Обучающийся Чалкин А.В.  
27.06.2022 (Дата, подпись)

Оценка отлично

Красноярск 2022

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Глава 1. Вопросы повышения эффективности образовательных процессов с использованием дидактического технического обеспечения	
1.1 Необходимость развития дидактического оснащения образовательных процессов для подготовки молодого кадрового потенциала инновационно-технологического развития.....	7
1.2 Дидактические аспекты организации образовательных практик в предметной области «Технология» .....	10
1.3 Основные дидактические средства поддержки и обеспечения современной образовательной деятельности.....	12
1.4 Педагогическое значение применения демонстрационных дидактических технических средств в предметной области «Технология» .....	18
Глава 2. Техническое проектирование и создание электростатической ловушки ионизированных частиц	
2.1 Общие физико-технические принципы создания и модельно-конструкционные разработки ловушек ионизированных частиц .....	25
2.2 Конструкционный выбор технического устройства для демонстрации и наблюдения «термоядерных» процессов на учебных занятиях .....	30
2.3 Технологическое описание процесса создания «электронной ловушки ионизированных частиц».....	33
Глава 3. Применение электронной ловушки ионизированных частиц как дидактического технического средства на учебных занятиях	
3.1 Разработка и проведение педагогического эксперимента по использованию электронной ловушки как дидактического технического средства на уроках технологии .....	39
3.2 Аналитика результатов педагогического исследования .....	42
Заключение.....	46
Список литературы .....	48

## ВВЕДЕНИЕ

Современные требования к содержанию и организации образовательных процессов в общеобразовательной школе во многом связаны с инновационно-технологическими ориентациями общественного развития. Эти ориентации обуславливают необходимость подготовки сегодняшних школьников к овладению разными научно-техническими знаниями и технологическими инструментами, что, в свою очередь, актуализирует задачи включения в дидактический комплекс современного общего и дополнительного образования школьников различных технических устройств и функциональных технологических систем. В последние годы технико-технологическое оснащение дидактического комплекса среднестатистической российской школы заметно продвинулось вперед, особенно в том, что касается компьютерно-мультимедийных средств поддержки образовательных процессов, так как эти ресурсные компоненты в значительной мере относятся к метапредметным, надпредметным, универсальным составляющим образовательной деятельности и поэтому востребованы по разным предметным линиям общего образования. Однако во всех предметных линиях современной школы существуют и свои особые дидактические потребности, обеспечение которых связано с необходимостью наличия в школьном арсенале каких-то специфических ресурсно-технологических объектов – технических устройств, приборов и т.п. Одними и наиболее объемных по таким особым ресурсно-технологическим потребностям в структуре общего образования оказываются естественнонаучные и технологические предметные области. Разнообразный технико-технологический инструментарий является важной составляющей обеспечения качества современных образовательных практик в этих предметных областях – там сегодня должны быть особые демонстрационные, измерительные, лабораторно-практические и другие устройства и приборы. Качественное образование, в передовом современном педагогическом представлении, должно способствовать не только получению школьниками научных знаний и приобретению практических умений и навыков, но и должно пробуждать и стимулировать

интерес школьников к этим научно-предметным сферам. К сожалению, очень многие рядовые российские школы, не имеющие, как правило, каких-то финансовых излишков, не могут позволить себе приобретать специфическое техническое оборудование, например, для кабинетов физики или технологии. Однако, несмотря на эту типичную социальную реальность, встречаются сегодня в таких школах инициативные, неравнодушные учителя, которые при отсутствии у образовательной организации финансов на покупку определенных дидактических технических средств для организации образовательного процесса, начинают сами разрабатывать и создавать самодельные технические устройства для проведения различных научно-технических опытов и демонстраций. Для современной системы общего образования наличие в педагогическом корпусе таких инициативных и самостоятельных преподавателей является позитивным фактором, так как это, во-первых, повышает результативность педагогической работы учителя, а во-вторых, становится примером для других учителей, которых такая инициатива какого-то педагога может подвигнуть к собственной подобной педагогической инициативности. Система общего образования – школа – не может обязать своих учителей заниматься дидактическим техническим творчеством, но в сегодняшней социально-экономической реальности, она должна быть в таких учительских инициативах заинтересована и в целом должна их поддерживать. Рассмотрение практической возможности самостоятельного создания современными школьными учителями технических устройств для демонстрации физико-технических процессов и использования таких устройств в качестве дидактического инструментария в реальной практике работы общеобразовательной школы лежит в основе научно-педагогической проблематики настоящего исследования.

**Объект исследования:** теория и практика организации образовательных процессов в современной общеобразовательной школе и в дополнительном образовании.

**Предмет исследования:** вопросы создания и применения дидактических технических средств в организации современных образовательных практик.

**Цель исследования:** практическая проверка возможности самостоятельного создания школьным учителем технического устройства для лабораторной демонстрации термоядерных процессов и его дидактического использования на школьных занятиях по технологии и физике для повышения качества образования учащихся.

**Задачи:**

1. Анализ научно-педагогических источников для изучения теоретических аспектов разработки и применения в современных образовательных процессах дидактических технических средств.

2. Анализ научно-технической литературы для изучения существующих модельных вариантов технических устройств для лабораторной демонстрации термоядерных процессов.

3. Проектирование на основе существующих модельных вариантов, изготовление и техническая апробация собственной версии технического устройства для лабораторной демонстрации термоядерных процессов.

4. Организация и проведение сравнительного педагогического эксперимента по использованию самостоятельно созданного технического устройства в качестве дидактического технического средства для школьных занятий по технологии.

5. Аналитическая оценка исследовательских данных и педагогическая интерпретация результатов исследования.

**Методология и методы исследования**

Теоретико-методологическими основами исследования служат научные взгляды и теоретические положения российских и зарубежных специалистов по вопросам технологизации современных учебных процессов и использования технических устройств в качестве дидактических средств в организации школьных образовательных практик.

Основными методами исследования являются: теоретический анализ педагогических источников; анализ научно-технической литературы; педагогические наблюдения; анкетирование; тестирование; сравнительный

педагогический эксперимент; математическая обработка статистических данных.

**Практическая значимость исследования** определяется созданием действующего образца технического устройства для лабораторной демонстрации термоядерных процессов и презентацией возможности его практического использования в качестве дидактического средства в учебном процессе общеобразовательной школы на занятиях по технологии. Дополнительным аспектом практической значимости работы являются материалы двух технологических карт, созданных для описания содержания и последовательности технологических этапов и технических компонентов, необходимых для выполнения полного цикла создания дидактического технического изделия – фузора Фарнsworthа - Хирша.

## **Глава 1. Вопросы повышения эффективности образовательных процессов с использованием дидактического технического обеспечения**

### **1.1 Необходимость развития дидактического оснащения образовательных процессов для подготовки молодого кадрового потенциала инновационно-технологического развития**

Современная глобальная сфера общественного образования, в российской социокультурной практике представленная двумя основными официальными общегосударственными институциональными уровнями образования – среднего и высшего – является неотъемлемым звеном и важнейшим ресурсом обеспечения всех ключевых возможностей и перспектив инновационно-технологического развития страны. Определением инновационно-технологическое развитие сегодня характеризуют процессы постановки и решения многих важных для всего человечества или каких-то отдельных его групп проблем, связанных с жизнедеятельностью людей – новых задач, в которых необходим поиск новых вариантов и способов действий и новых технико-технологических инструментов, которых пока еще не существует и которые еще предстоит только создать с использованием уже имеющихся технологий, на основе современных научных знаний.

Анализ глобальной цивилизационной среды современной жизни и деятельности человека показывает, что эта среда имеет преимущественно искусственный, рукотворный характер и может быть названа технологической, техногенной. Выразителем созидательной деятельности человека стали технологии, отражающие совокупность методов и средств труда, квалификацию работников, развитость инфраструктур. Под технологией в широком смысле слова принято понимать совокупность приемов и средств организационного и технического характера, обеспечивающих возможность получения той или иной продукции как материальной, так и интеллектуальной [4].

Уже не только ученым-исследователям, но и многим другим людям сегодня понятно, что XXI век с самого его начала стал и дальше тоже будет оставаться веком науки и наукоемких технологий во всех областях человеческого бытия.

Научно-технологическое развитие идет непрерывно, разрабатываются и создаются различные новые виды технических устройств, появляются новые технологические решения, новые производства и инфраструктурные объекты, которые в свою очередь могут создавать не только новые блага, но и новые проблемы и угрозы для жизни человека и биосферы планеты. Такие новые негативные проблемы, которые созданы уже самим человечеством, например, экологические, уже встали перед мировым сообществом и перед российским обществом – новые проблемы техногенного характера, которые связаны необходимостью их инновационного решения, проблемы, которых никогда не было раньше и для решения которых нам необходимы будут новые молодые люди, способные и подготовленные для решения этих проблем.

Эти люди, от которых уже сегодня начинает зависеть и в будущем еще больше будет зависеть само цивилизационное будущее – современные студенты и школьники. И поэтому важнейшая сегодняшняя общенациональная социокультурная задача – оснастить их современными знаниями и передовыми представлениями, сформировать деятельностные способности, заинтересовать их научно-техническим, инновационно-технологическим развитием, что бы в будущем они пришли работать в инновационные сферы.

Современная система общего образования – школа – сегодня стратегически должна рассматриваться в качестве участника общегосударственных процессов формирования молодого кадрового потенциала инновационно-технологического развития, системным элементом подготовки современной молодежи к участию в разных составляющих этого развития. Задачи формирования молодого кадрового потенциала связаны с возможностями и перспективами создания и предоставления обучающимся комплекса эффективных педагогических условий – современных образовательных сред, которые бы позволяли качественно решать образовательные, личностно-развивающие задачи и заинтересовывать учащихся научно-предметным содержанием, развивать интерес к инновационно-технологическим сферам и деятельности. Для этого необходимо проектировать и организовывать педагогические процессы, способные обеспечивать качество

знаний на высоком, передовом уровне, в первую очередь по дисциплинам естественнонаучного, физико-математического и технологического цикла.

В современном контексте деятельности российского института общего образования дефиниция «технология» возникает и присутствует не только как инструментальная, обеспечивающая категория, но и как предметно-содержательная составляющая общеобразовательного процесса. Введение в Государственный стандарт образовательной области «Технология» – не просто очередная новация. В учебно-образовательном смысле предметная область «Технология» определяется как научно-ориентированная учебно-деятельностная сфера, в которой изучаются и рассматриваются вопросы производства, преобразования и использования материи, энергии и информации в интересах и по плану человека. В школьной программе «Технология» трактуется, как интегративная образовательная область, синтезирующая научные знания из курсов математики, физики, химии, биологии и показывающая использование их в промышленности, энергетике, связи, в сельском хозяйстве и других направлениях деятельности человека.

Всех учащихся российских школ важно рассматривать как потенциальных участников процессов инновационно-технологического развития нашей страны, экономики и её благосостояния и необходимо всячески способствовать тому, чтобы как можно большее число сегодняшних и будущих школьников, вырастая, становились реальными участниками такого развития. Сегодня предметная область «Технология» в образовательном содержании общеобразовательной школы становится по-новому значимым и важным педагогическим компонентом.

Но никакие технологии сами по себе не могут решать образовательных задач – они не в состоянии обучить или научить кого-либо чему-то. Подобное создается только подобным: знания, нравственные черты, интересы, особенности психологического и интеллектуального восприятия раскрываются и передаются обучающимся от учителя, через разные стороны и воплощения процессов образовательных коммуникаций. Определяющую роль во всех аспектах образования играет эффективное сочетание использования принципов, методов и

средств обучения – дидактического комплекса, который сегодня во многом связан с возможностями и достижениями инновационно-технологического развития.

## **1.2 Дидактические аспекты организации образовательных практик в предметной области «Технология»**

Современный институт общего образования сталкивается с серьезными проблемами обеспечения качественного инновационно ориентированного образования школьников. Для организации эффективных образовательных процессов в сегодняшней общеобразовательной практике по разным учебно-предметным линиям важно компетентное педагогическое понимание всех дидактических составляющих, которые могут включаться в комплекс образовательных действий, и выстраивание их оптимального сочетания для работы с конкретной аудиторией учащихся по конкретному предметному направлению – учебной дисциплине.

Организации школьных образовательных занятий в рамках предметной области «Технология» для создания условий, способствующих качественному развитию личностных потенциалов учащихся, требует от современного учителя необходимости не только информационно-знаниевого наполнения учебного процесса, но и обеспечения возможности развития познавательного и исследовательского интереса обучающихся к научным и инновационно-технологическим вопросам. Для успешности в этом во многом определяющую роль играет знание и использование педагогическим специалистом в собственной организации образовательных практик ключевых дидактических принципов и методов, характеристическое описание которых можно дать в следующем виде.

*Принцип научности.* В учебном материале встречаются новые понятия, с которыми обучающиеся ранее не встречались, они расшифровываются. При изучении всех учебных тем обучающиеся овладевают правильной технологической терминологией, знакомятся с технологией обработки материалов, специальными инструментами и приспособлениями.

*Принцип связи теории с практикой.* Весь новый материал закрепляется на практике в процессе выполнения самостоятельных и практических работ. Так как решается задача целенаправленного обучения учащихся основам обработки и применения материалов, то практические работы должны занимать в организации процессов обучения ведущее место.

*Принцип системности и последовательности.* Учебный материал имеет четкую логическую структуру, разбит на разделы и параграфы, сложность тем увеличивается постепенно.

*Принцип доступности и посильности.* Учебный материал изложен логично и последовательно, соответствует познавательным возможностям обучающихся.

*Принцип сознательности и активности в обучении.* Изучаемые на занятиях темы важно подавать в виде достаточно интересном для изучения школьниками. Для стимулирования их интереса можно использовать различные наглядные пособия и творческие работы, что должно способствовать увеличению активности обучающихся.

*Принцип наглядности.* Является высоковажным для каждого учебного занятия, заключается в непосредственной наглядной демонстрации технологических процессов, физических явлений, способов практических действий, трудовых приемов, инструментов и приспособлений. [5].

При изучении школьного предмета технология в его учебном содержании прослеживаются межпредметные связи с математикой (проведение расчетов, построение таблиц), физикой (структура материалов, их свойства), рисованием (эскизы проектов, тех. рисунки), черчением (построение графиков, составление схем и чертежей), историей (изучение ремесел, национальных культур) и др.

В организационно-дидактическом содержании образовательных процессов на учебных занятиях по технологии важнейшее место занимают практические работы:

- организация рабочего места и создание безопасных условий труда;
- составление технического рисунка или эскиза детали;
- чтение чертежей и инструкционно-технологических карт;

- постановка целей и планирование работы;
- изготовление изделий, включающих различные операции;
- контроль качества изделия (учителем и обучающимися).

В процессе выполнения практических и самостоятельных работ в предметной области «Технология» реализуются следующие личностно-формирующие компоненты технологической подготовки обучающихся: любовь к труду, аккуратность, предприимчивость, коллективизм, обязательность, честность, деловитость, точность, ответственность и порядочность; культура поведения, бережное отношение к оборудованию и предметам труда. В предметной области «Технология» естественным образом реализуется практико-ориентированный развивающий компонент учебных занятия, так как там речь идет о развитии опыта и мастерства, что требует от обучающихся не только теоретических знаний, но и наработки практических умений и навыков.

Для изучения учебного материала по образовательной программе предметной области «Технология» рекомендуются такие формы и методы, как проблемное изложение, беседа, объяснение, мозговой штурм, самостоятельные и практические работы, демонстрация. Желательно применение активных форм и методов, так как они позволяют установить прочные умственно-логические связи и сформировать необходимые знания [21].

Контроль качества знаний обучающихся, может осуществляться при проведении фронтального опроса (вопросы к классу), самостоятельных (различные тесты, контрольные для проверки уровня знаний) и *практических работ* (изготовление изделий, выполнение текущих заданий, проектная деятельность обучающихся). При объяснении материала можно использовать различные плакаты, макеты, готовые изделия или заготовки, а также необходимые инструменты и приспособления.

### **1.3 Основные дидактические средства поддержки и обеспечения современной образовательной деятельности**

Краеугольной проблемой деятельности любой образовательной

организации является проблема обеспечения эффективности образовательных процессов. Необходимым компонентом построения современного эффективного образовательного процесса является его дидактическое обеспечение, дидактические средства. Хотя сами дидактические средства не оказывают решающего влияния на конечные результаты учебно-воспитательной работы, тем не менее, обогащая используемые методы обучения, они содействуют росту их эффективности [13].

В целевом контексте исследования дидактических аспектов решения образовательных задач важно понимать, каким типологическим содержанием характеризуется современное дидактическое обеспечение образовательных процессов, какие существуют в принципе и какие являются актуальными сегодня дидактические средства. И в этой же связи важно осмыслить, откуда берутся дидактические средства, кто их и как создает. А также понять причины отсутствия у некоторых образовательных организаций определенных, полезных для построения их образовательных практик дидактических средств и подумать о практических путях и способах, которыми отсутствие каких-то дидактических средств в современной образовательной организации может быть восполнено.

Исследование научных источников дает возможность сказать, что под дидактическим обеспечением сегодня понимается комплекс взаимосвязанных по дидактическим целям и задачам образования и воспитания разнообразных видов содержательной учебной информации на различных носителях, разработанный с учетом требований психологии, педагогики, валеологии, информатики и других наук.

*Дидактические средства* – это разные элементы образовательной среды, которые педагогический специалист осознанно включает и использует для целенаправленной организации учебных процессов, для более эффективного взаимодействия с учащимися. Дидактические средства включают все предметы и орудия деятельности, которой пользуется учитель и ученики для более эффективной реализации задач образования [1].

*Дидактическое обеспечение образовательной деятельности часто оценивается по следующим показателям:* наличие рекомендованных учебников и учебно-методических пособий, банка контрольных заданий, тестов для обучающихся, наличие дидактических пособий по учебной дисциплине (аудио-видео-материалов, компьютерных программ, таблиц, слайдов, раздаточного материала), тематики лабораторно-практических и проектных работ.

Дидактические средства типологически можно разделить на несколько составляющих которые формируют образовательный процесс теоретического и практического характера. В частности, можно выделить следующие:

1. Учебник – это учебное издание, содержащее систематическое изложение учебной дисциплины, ее разделов и частей, соответствующее учебной программе, и официально утвержденное в качестве данного вида издания. Теоретический материал содержит систематизированные сведения научного и прикладного характера, изложенные в форме, удобной для изучения и преподавания. При подготовке материала учебника следует руководствоваться следующими положениями:

- особое внимание должно уделяться связи рассматриваемых вопросов с объектами профессиональной деятельности и требованиями его образованности, а также рассмотрению новых сведений и фактов;

- должны отражаться различные взгляды на рассматриваемые вопросы независимо от личной позиции учителя;

- не допускается использование устаревших или вызывающих сомнение сведений;

- краткие выводы по теме должны ориентировать обучающегося на определенную совокупность сведений, которые следует усвоить и запомнить [1].

Материал учебника разбит на логические структурные единицы (разделы), сопровождается чертежами, схемами, рисунками, графиками. Наличие дополнительных печатных материалов, видео-, аудиоматериалов, анимации только увеличивает ценность учебника.

2. Практикум – учебное издание, содержащее практические задания и упражнения, соответствующие усвоению пройденного материала. Практикум предназначен для выработки умений и навыков применения теоретических знаний с примерами выполнения заданий и анализом наиболее часто встречающихся ошибок. Рекомендуется представлять пошаговые решения типичных задач и упражнений с выдачей пояснений и ссылками на соответствующие разделы теоретического курса. Практикум типологически должен включать в себя:

- тексты задач (практических ситуаций) для самостоятельного решения при подготовке к промежуточной аттестации;

- примеры решения задач (практических ситуаций) по определенным темам и заданиям.

Практикум может содержать:

- лабораторные работы;

- практические занятия;

- задания и упражнения (с примерами выполнения).

Дидактическими средствами, в частности, являются предметы, которые, предоставляя обучающимся сенсомоторные стимулы, воздействующие на их зрение, слух, осязание и т.д., облегчают им непосредственное и косвенное познание действительности. Слово «предмет» в приведенном определении относится как к предметам реальной действительности, так и к их модельным, образным, словесным или символическим заменителям.

Понимаемые таким образом дидактические средства выполняют в процессе обучения следующие функции:

- служат непосредственному познанию определенных фрагментов действительности (познавательная функция);

- являются средством развития познавательных способностей, а также чувств и воли обучающихся (формирующая функция);

– представляют собой важный источник знаний и умений, облегчают закрепление проработанного материала, проверку гипотез, проверку степени овладения знаниями и т.п.

Перечисленные функции дидактических средств пересекаются между собой и дополняют друг друга. Качество проведения образовательных занятий зависит от изложения, от использования средств наглядности, от умения учителя сочетать живое слово с образами, используя разнообразные технические средства обучения (ТСО), которые обладают следующими дидактическими возможностями:

- являются источниками информации;
- рационализируют формы подачи учебной информации;
- повышают степень наглядности, конкретизируют понятия, явления, события;
- организуют и направляют восприятие;
- обогащают круг представлений обучающихся, удовлетворяют их любознательность;
- наиболее полно отвечают научным и культурным интересам и запросам школьников;
- создают эмоциональное отношение обучающихся к учебной информации;
- усиливают интерес к учебе путем применения оригинальных, новых конструкций, технологий, машин, приборов;
- делают доступным для школьников такой материал, который без ТСО не доступен;
- активизируют познавательную деятельность, способствуют сознательному усвоению материала, развитию мышления, пространственного воображения, наблюдательности;
- являются средством повторения, обобщения, систематизации и контроля знания;
- иллюстрируют связь теории с практикой;
- создают условия для использования наиболее эффективных форм и методов обучения, реализации основных принципов целостного педагогического

процесса и правил обучения (от простого к сложному, от близкого к далекому, от конкретного к абстрактному);

– экономят учебное время, энергию учителя и обучающихся за счет уплотнения учебной информации и ускорения темпа.

Существует множество различных классификаций дидактических средств. Чаще всего используются классификации, основания которых связаны с характером воздействия этих средств, а именно визуальным, аудиальным и аудиовизуальным. *Визуальные средства* – это оригинальные предметы или их разнообразные эквиваленты, модели, макеты, диаграммы, карты и др. Способы использования визуальных средств обучения имеют много достоинств. Одним из самых важных является то, что эти средства позволяют обучающимся приобрести представления, соответствующие действительности, что не может не оказать положительного влияния на процесс формирования понятий. Однако далеко не всегда учитель располагает естественными образцами или их препаратами. В таких случаях, как правило, используются средства, их заменяющие, то есть модели, изображения, карты, схемы, графики и диаграммы. Эти средства позволяют представить объект в уменьшенном или увеличенном виде, в разрезе и т.п. (модели), подчеркнуть причинно-следственные, функциональные и другие зависимости (графики и схемы), продемонстрировать действительность с помощью условных визуальных знаков (карты) [14].

Выразительность, богатство изобразительных приемов, эмоциональная насыщенность учебного материала снижают утомляемость обучающихся за счет повышенного интереса к изучаемым явлениям, обеспечивают активность процесса познания. Изменяется структура учебного занятия, соотношение между рассказом, беседой, объяснением и демонстрацией (показом) учителя. Изменяется характер деятельности обучающихся на всем протяжении занятия. Происходит постоянный переход от словесного и текстового объяснения к модели – к динамическому плакату – к электрифицированному стенду – к учебному кино- или видеофильму – к действующему приспособлению, инструменту, станку – к проверке знаний с применением простых контролирующих устройств, ЭВМ или

компьютерной техники. Если дидактическое средство обучения призвано показать естественные движения объекта в реальных условиях или вместо оригинальных предметов используются их эквиваленты, очень важно, чтобы познавательная и формирующая функция применения дидактических средств не была нарушена.

#### **1.4 Педагогическое значение применения демонстрационных дидактических технических средств в предметной области «Технология»**

Успех учебных занятий в предметной области «Технология» во многом определяется материально-техническим обеспечением технологических кабинетов и мастерских. К учебно-материальной базе по технологии относят практически все материальные средства, с помощью которых осуществляется учебный процесс. Значительное место среди них занимает учебно-производственное оборудование, которое отличается от обычного производственного тем, что изготавливается специально для учебных целей [15].

Учебно-материальная база по технологии включает в себя также лабораторное оборудование (аппараты, приборы, установки и т.д.); технические средства обучения (средства программированного обучения, средства наглядности и др.). «Расходная» часть учебно-материальной базы – различные конструкционные материалы (древесина, металлы, текстильные материалы, пищевые продукты и т.д.) – требует постоянного пополнения. Роль учебно-материальной базы в преподавании технологии особенно велика, так как в основе обучения там лежит овладение обучающимися предметно-практической деятельностью.

Хорошая учебно-материальная база создает благоприятные возможности для личностного и профессионально ориентированного развития обучающихся в процессе обучения технологии. Наличие качественных и разнообразных конструкционных и других материалов, инструментов и приспособлений позволяет школьникам заниматься продуктивным трудом, создавать полезные

изделия высокого качества. Это приносит им моральное удовлетворение и формирует положительное отношение к труду [15].

Школьный учитель технологии должен стремиться к тому, чтобы при ознакомлении школьников с оборудованием и инструментами труда, одновременно можно было продемонстрировать их устройство и действие. Дидактический эффект при таком сочетании значительно выше.

Научные исследования показывают, что люди усваивают и запоминают более 50 % услышанного и увиденного одновременно, в то время как только услышанного – не более 20%. Поэтому использование дидактических средств при преподавании технологии представляется непременным условием эффективности учебно-воспитательного процесса [20].

При преподавании технологии особенно значимо использование наглядных средств обучения. Учитель будет застрахован от многих методологических ошибок, если перед учащимися стоит зрительно воспринимаемый объект. Тогда объяснение, используемые при этом термины не входят в противоречие со сложным образом, как это часто случается, если словесно пытаются передать объект, недоступный наблюдению. Самое важное в выработанной учителем привычке к показу то, что учащиеся получают реальные представления о неизвестном и сложном — это не может не оказать положительного влияния на процесс обучения. Ученые-педагоги подчеркивают, что, не оказывая решающего влияния на конечные результаты учебно-воспитательной работы, эти средства, обогащая используемые методы обучения, содействуют росту их эффективности.

Правильно подобранные и умело включенные в систему используемых учителем методов и организационных форм обучения дидактические средства облегчают реализацию принципа наглядности. Благодаря этому, они не только улучшают условия непосредственного познания действительности обучающимися, но и дают материал в форме впечатлений и наблюдений, на который опирается косвенное познание, мыслительная деятельность, а также различные виды практической деятельности. При этом важна методика выбора дидактических средств и способов представления информации, которые бы

способствовали наиболее эффективной организации процесса обучения на уроках технологии. Одним из основных дидактических инструментов, реализующих принцип наглядности, является демонстрация.

Демонстрация – это способ наглядно-чувственного ознакомления обучающихся с каким-то предметом, явлением или процессом. Эффективность демонстрации зависит от правильного выбора объектов, от того, что именно показывается (фильм, таблица, опыт и т.д.) и как показывается, а также от умения учителя сочетать свое словесное объяснение с демонстрацией наглядности [2].

Демонстрация заключается в использовании на занятиях доступных для демонстрации механизмов, промышленного оборудования или соответствующих моделей и макетов. Демонстрация усиливает эмоциональное восприятие учебного материала, обогащает знания и помогает их закреплению, способствует применению различных методов и форм учебной работы. Использование в обучении средств наглядности является важным аспектом. Они дают огромную информацию об объектах изучения, способствуют целостному восприятию этого объекта, возбуждают эмоции и вызывают интерес школьников.

Наглядные пособия, применяемые при организации образовательных процессов по технологии, позволяют знакомить обучающихся с оборудованием, технологической оснасткой, эталонами выполненных работ, их заготовками. Нередко, в целях обеспечения лучшего понимания и усвоения школьниками, реальные объекты подвергаются специальной обработке (разрезы, изломы, шлифы, подсветка, окраска, применение системы зеркал) для того, чтобы лучше были видны труднодоступные места, хорошо представлены конструктивные, технологические и функциональные особенности и т.д. Делаются подборы образцов основных видов материалов, инструментов, приспособлений, деталей. Широко используются специально изготовленные модели и макеты, а также схематические изображения машин, аппаратов, технологических процессов, приемов и операций [14].

Использование на занятиях наглядных образцов изделий – это не только использование ещё одного источника информации. По сравнению с другими

средствами наглядности образцы изделий вызывают более разнообразные психические процессы, а также способствуют значительной перестройке психической деятельности обучающихся, в частности, их внимания и памяти.

Применение образцов изделий в процессе обучения активизирует произвольное внимание. Установлено, что усвоение аудиовизуальной информации требует от человека приложения различных усилий и затрат некоторой интеллектуальной энергии. Поэтому можно сказать, что использование средств наглядности связано с необходимостью включения у обучающихся и произвольного внимания.

Демонстрировать объект можно перед или после объяснения учебного материала. Исследование объектов способствует развитию круга элементарных представлений, обогащает чувственный опыт детей, дает конкретный материал для развития речи обучающихся.

Из научных исследований известно, что качественнее и прочнее усваивается тот учебный материал, который оказывает на обучающихся не только интеллектуальное, но и эмоциональное воздействие. В связи с этим большое значение приобретает использование лабораторно-технического оборудования. Использование лабораторно-технического оборудования на начальном этапе обучения может помочь учителю решить проблему отстающих, так как ученик часто является отстающим не потому, что он ленив, а потому, что теми приёмами и средствами, которыми учитель ведёт преподавание, он не может увлечь ученика, пробудить в нём познавательный интерес [2]. Учитывая отвлекаемость обучающихся, на каждом этапе занятия учитель демонстрирует только те наглядные пособия, которые необходимы для проработки данного учебного материала.

Лабораторно-техническое оборудование, используемое при работе с обучающимися на занятиях по технологии, должно вызывать у них положительные эмоции, стимулировать интерес к занятиям. Наличие такого оборудования пробуждает у обучающихся желание попробовать самим поработать с ним.

Современные среднестатистические школы со среднестатистическим финансированием на всей территории России часто имеют дефицит технических средств поддержки и обеспечения учебных занятий, особенно таких, которые не являются обязательными в дидактическом комплексе рядовой российской школы. Но стратегические образовательные задачи по подготовке молодого кадрового потенциала будущего инновационного научно-технологического развития практически в одинаково мере сегодня стоят, что перед элитной, что перед рядовой российской школой. Особенно негативно на образовательных результатах и познавательных, научных и исследовательских интересах учащихся может сказаться недостаток наглядно-демонстрационных дидактических средств при изучении естественнонаучных, физико-технических и технологических учебных тем. Столкновение с отсутствием определенных дидактических технических устройств и демонстрационных приборов и систем, которые были бы важны для организации более эффективного образовательного процесса и заинтересовывая школьников научными знаниями, вынуждает школьных учителей проводить свои образовательные занятия, в лучшем случае, лишь с использованием плоских наглядных изображений (плакаты, фотографии презентации, видео), без высвечивания многих важных нюансов и деталей, а в худшем случае, вовсе только с помощью текстового материала и вербальной коммуникации, а не с помощью демонстрационных технических средств.

Научными исследованиями показано, что 87% информации человек получает с помощью зрительных ощущений, а 9% – с помощью слуха. Из увиденного запоминается 40%, из услышанного – 20%, а с одновременно услышанного и увиденного – 80% информации. С прочитанной информации запоминается 10%, с услышанной также 10%, а когда эти процессы происходят одновременно – 30%.

Этих статистических данных нам видится вполне достаточно, чтобы обосновать, насколько в современном образовательном процессе в естественнонаучной и технологической сфере для решения задач заинтересовывая науками учащихся является важным в дидактическом отношении одновременное,

комплексное использование наряду со словесными методами обучения наглядных демонстраций различных физических процессов, явлений, технических конструкций и принципов их работы. У людей наглядное познание генетически опережает вербальное. Наглядные методы – это иллюстрация для понимания и усвоения на основе сенсорно-перцептивной деятельности (показ объекта, демонстрации, иллюстрации, модели).

Обоснование значимости усиления в естественнонаучно-технологических образовательных процессах современной школы дидактического наглядно-демонстрационного компонента с использованием специальных технико-технологических устройств, актуализирует потребность в оснащении материально-технической базы школ в таких устройствах. Однако даже если некоторые такие технические устройства для определенных физико-технических и технологических наглядных демонстраций на российском образовательном рынке сегодня существуют, то большинство школ просто не найдут свободных средств на их приобретение, так как эти дидактические средства не являются элементами ресурсно-необходимого набора для реализации в школе минимально требуемого уровня образовательного стандарта по физике или технологии.

В таком случае, фактически, выход остается один – заинтересованному учителю самому создать работающий образец определенного дидактического технического устройства. Потенциальные возможности для такой деятельности учителя в некоторых случаях есть, однако ему придется самому проявить инициативу, как проектно-техническую – для разработки и создания технического устройства на основе каких-то имеющихся в школе образцов, так и организационно-экономическую – для нахождения средств и иных ресурсов для практической реализации этой идеи. Реальность всего этого подтверждена имеющейся прецедентной практикой, которая лежит в основе содержания разработочной и опытно-практической части настоящего исследования.

При изучении в школьном курсе физики и технологии физико-технических процессов и явлений, связанных с получением и использованием термоядерной энергии, для достижения лучших образовательных эффектов очень желательными

являются наглядные демонстрации с помощью соответствующих дидактических технических устройств. Но что делать, если таких устройств в арсенале школы нет? Реальная практика простого школьного учителя доказывает практическую возможность самостоятельного создания технического устройства для демонстрации «термоядерных процессов» на школьных уроках.

## **Глава 2. Техническое проектирование и создание электростатической ловушки ионизированных частиц**

### **2.1 Общие физико-технические принципы создания и модельно-конструкционные разработки ловушек ионизированных частиц**

Одной из глобальных современных проблем человечества является проблема энергообеспечения жизнедеятельностных потребностей людей. Сегодняшние подходы к решению этой проблемы пока не дают в полной мере желаемых научно-технических ответов на глобальные энергетические вызовы. А имеющиеся варианты решений влекут еще и некоторые побочные негативные техногенные эффекты, неблагоприятно отражающиеся на существовании земной биосферы. Среди наиболее перспективных путей для решения глобальной энергетической проблемы многими современными научно-техническими специалистами полагается направление термоядерной энергетики. Однако проблема организации управляемого термоядерного синтеза пока еще находится в стадии достаточно далекой от реального разрешения. Но эта проблема стоит в актуальной повестке дня человечества и к ее решению необходимо готовить новые молодые человеческие умы, которые первоначально нужно будет познакомить с теми научно-технологическими разработками и достижениями, которые уже имеются у человечества для понимания и решения проблемы термояда. Одними из примеров таких технологических разработок являются устройства для лабораторного получения термоядерных эффектов и явлений. Создание и демонстрация работы таких устройств в образовательных практиках важны для формирования современных представлений молодых людей о физико-технических процессах и явлениях.

Электромагнитные ловушки – это технические конструкции, создающие специальную конфигурацию магнитного поля, способного удерживать заряженные частицы или плазму. Естественной магнитной ловушкой является, магнитное поле Земли. Плазма солнечного ветра, захваченная земным магнитным полем, образует радиационные пояса земли. Создаваемые людьми электромагнитные ловушки используются как для научных исследований, так и в

практических целях, наиболее важная из которых – создание термоядерного реактора для осуществления управляемого термоядерного синтеза.

Классические магнитные ловушки – устройства, в которых плазма удерживается нарастающим к торцам магнитным полем. В них эффект отражения заряженной частицы зонами с более сильным магнитным полем обусловлен тем, что при некоторых условиях ее поперечная скорость возрастает, увеличивается доля кинетической энергии частицы. Но полная энергия частицы не изменяется, так как сила Лоренца, ориентированная перпендикулярно скорости, работы не производит. Увеличение скорости приводит к уменьшению продольной составляющей скорости, и в некоторой точке скорость будет равна нулю. Происходит отражение частицы от магнитной пробки.

Магнитная пробка формируется двумя одинаковыми катушками с током, протекающим в одних и тех же направлениях (Рис. 1)

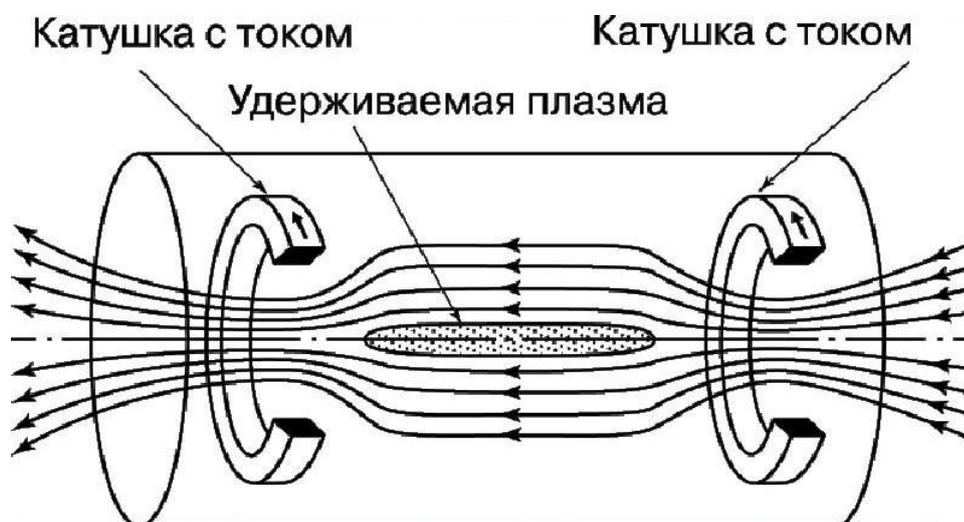


Рис 1. Принцип работы магнитной ловушки, открытого типа (пробкотрон)

Классическая многопробочная ловушка представляет собой такую же систему с одинаковыми катушками, но в отличие от пробкотрона, магнитное поле здесь является гофрированным (периодически модулированным по длине). Простейшая схема такой конфигурации приведена на (рис. 2).

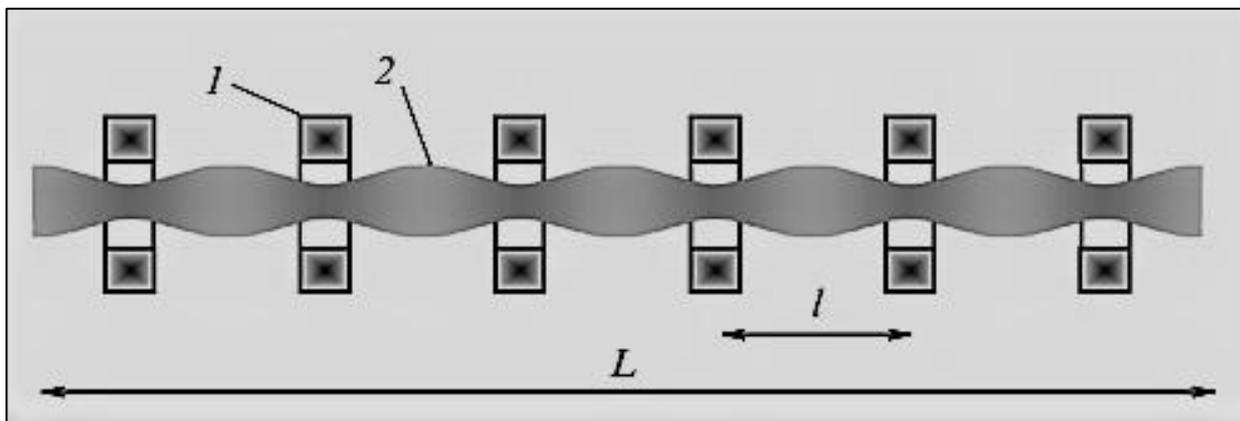


Рис 2. Схема магнитной системы многопробочной ловушки: 1 – катушки магнитной системы, 2 – граница плазмы,  $l$  – период гофрировки,  $L$  – полная длина ловушки.

Еще одна техническая разработка для моделирования термоядерных реакций – газодинамическая ловушка, которая, по существу, представляет собой длинный осесимметричный соленоид с магнитными пробками на концах, в котором удерживается плазма (рис 3).

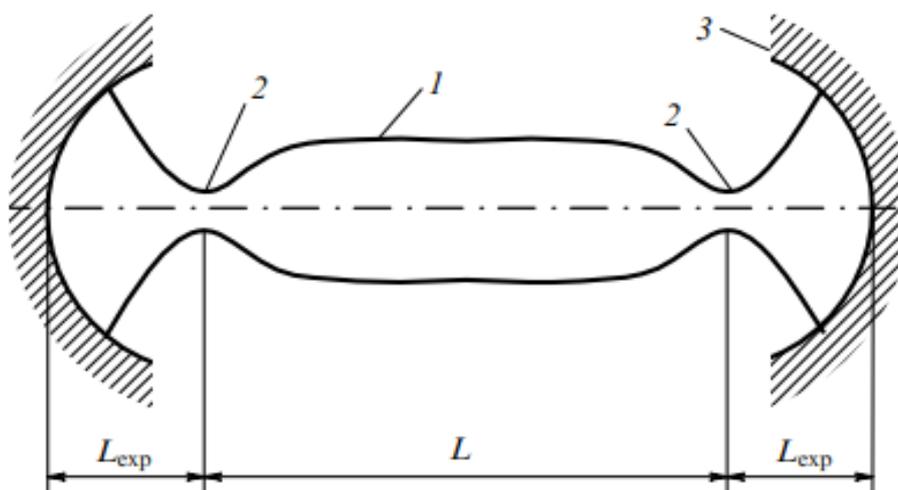


Рис 3. Схема газодинамической ловушки: 1 – силовые линии магнитного поля в центральном соленоиде, 2 – магнитные пробки, 3 – торцевая стенка, поглотитель плазмы.

Пробочное отношение предполагается большим, а плазма в соленоиде – достаточно плотной, так что длина свободного пробега иона по отношению к рассеянию в конусе потерь меньше длины ловушки. Плазма, удерживаемая в центральном соленоиде газодинамической ловушки, столкновительная и имеет максвелловское изотропное распределение частиц по скоростям, кроме небольшой области в непосредственной близости от пробок. Это обстоятельство делает невозможным развитие кинетических неустойчивостей, характерных для классических пробкотронов.

Замкнутые магнитные ловушки, такие как стеллараторы – тороидальная (замкнутая) магнитная ловушка, в которой круговое движение заряженных частиц плазмы создается системой внешних проводников, охватывающих тороидальную плазму (рис 4).

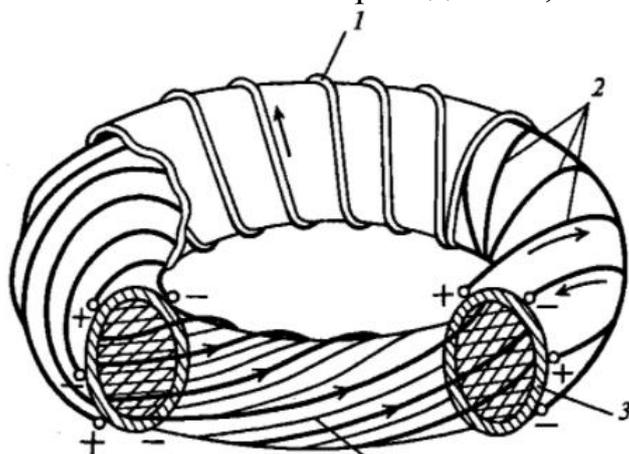
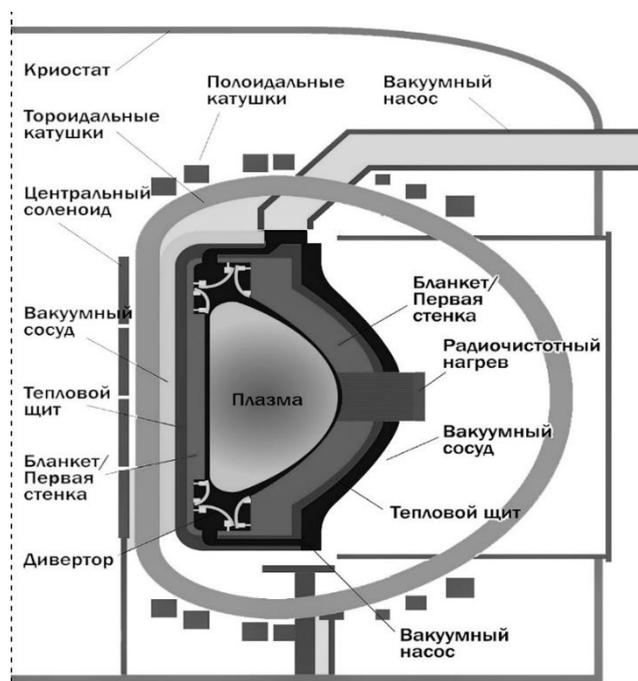


Рис 4. Стелларатор

1 – обмотки для создания аксиального поля, 2 – винтовая обмотка, 3 – стальная труба, 4 – плазма, направление тока, + - полярность проводников.

Плазма в стеллараторе создается и предварительно нагревается разрядом газообразной топливной смеси (ионизация составляет несколько процентов). Таким образом, в результате нагрева вещества до температуры более миллиона градусов Цельсия возникла термоядерная реакция. В процессе реакции атомы дейтерия и трития сталкивались с такой силой, что производится гелий-4 и свободные нейтроны с сильным выделением энергии. При этом все вещество дрейфует по тороидальной камере и удерживается в ней, не соприкасаясь со стенами, при помощи магнитов. Далее сформированная плазма наблюдается при помощи ряда других инструментов.

К настоящему времени в вопросах исследования термоядерных реакций наиболее распространенными и изученными являются технические конструкции реакторов типа «токамак» (тороидальная камера с магнитными катушками). Вид поперечного сечения реактора-токамака с D-образной разрядной камерой показан на (рис 5).



*Рис.5 Схема работы реактора – токамака.*

Элементы конструкции разрядной камеры токамака, обращенные поверхностью к плазме, называются первой стенкой. Корпускулярные потоки на первую стенку вызывают радиационные повреждения материала конструкции. В результате взаимодействия потока частиц из плазмы с конструкционным материалом происходит распыление атомов поверхностей первой стенки. Плотность потоков частиц на первую стенку уменьшается с помощью специальных устройств – диверторов.

Конфигурация и напряженность магнитного поля реактора-токамака формируется при взаимодействии магнитных полей отдельных магнитных катушек целевого назначения. Торoidalное магнитное поле создается обмотками катушек – обмотками торoidalного поля, которое задает торoidalную конфигурацию плазменного шнура. Полоидальное магнитное поле

создается обмотками индуктора и служит для нагрева плазмы, электрическая проводимость которой имеет величину, равную электрической проводимости серебра. Нагрев происходит за счёт выделения теплоты при протекании электрического тока по проводнику – плазме, которая играет роль вторичной обмотки трансформатора, замкнутой сама на себя. Первая стенка термоизолирована от плазмы вакуумным слоем. Который образуется при улавливании результирующим магнитным полем (тороидальным, полоидальным и полем дивертора) набегающего потока заряженных частиц, покидающих объем плазменного шнура. Эти частицы, захваченные магнитным полем, отводятся в камеру дивертора, в которой их энергия и заряд гасится на специальных мишенях. Дивертор также выполняет задачу очистки плазмы от примесей.

Вакуумный комплекс термоядерного реактора обеспечивает: откачку газов в период рабочего импульса при соблюдении условий динамического равновесия между потоком инжестируемых быстрых нейтральных атомов дейтерия и потоком газов, выводимых из плазмы, откачку газов из разрядной камеры в период энергетической паузы, рабочий режим инжекторов электронейтральных атомов дейтерия и устройств дополнительного подогрева плазмы.

## **2.2 Конструкционный выбор технического устройства для лабораторной демонстрации и наблюдения термоядерных процессов**

Одним из вариантов лабораторной установки, с помощью можно получать и наглядно демонстрировать определенные термоядерные эффекты и явления, является техническая модельная конструкция, называемая «фузор». Фузор представляет из себя не электромагнитную, а электростатическую ловушку, поскольку получение необходимых физических эффектов там осуществляется не с помощью магнитного, а с помощью электростатического поля. Для управления ядерно-плазменными физическими процессами в фузоре используется метод электростатического удержания плазмы.

Технический проект первого фузора был разработан еще в 1960-е годы. Авторами технической конструкции фузора считают двух американских технических исследователей и разработчиков – Фило Т. Фарнсворта и

Роберта Л. Хирша. Сама техническая идейная концепция фузора как модельного образца термоядерного реактора возникла еще в начале 1950-х годов. Она принадлежала американскому техническому изобретателю Фило Фарнсворту и возникла у него, когда он экспериментировал с ускорительными устройствами.

Ранние конструкции фузора Фарнсворта состоят из несколько ионных пушек, расположенных таким образом, что их оси ионного пучка пересекаются в центре устройства. С помощью этих первых конструкций фузора Фарнсворта никогда не удавалось достичь полноценного термоядерного синтеза. И только позже исследования и технические идеи других ученых показали, что получить более полноценный термоядерный синтез с помощью технической конструкции типа «фузор» можно с помощью достаточно простого дополнительного конструкционного решения – добавлением в активную зону конструкции фузора проволочных решеток (сеток).

Первым, кто предложил конкретную усовершенствованную конструкцию фузора Фарнсворта, стал американский ученый Роберт Л. Хирш (физик из США, с конца 1960-х годов занимавшийся там вопросами энергетики, в течение 1970-х годов был руководителем государственной программы США по термоядерной энергии). Модернизированную конструкцию фузора Фарнсворта Роберт Л. Хирш описал в научной публикации в 1967 году, где он рассказал, что наблюдал нейтронное излучение с использованием усовершенствованной конструкции фузора Фарнсворта. Модернизированный Р. Хиршем вариант фузора получил название «фузор Фарнсворта-Хирша».

В конструкционном смысле это техническое устройство, использующее энергию электрического поля для нагрева ионов до условий, обеспечивающих начало прохождения процессов ядерного синтеза. Устройство индуцирует напряжение между двумя металлическими сетками внутри вакуума. Положительные ионы устремляются вниз под воздействием этого напряжения, увеличивая скорость. Если ионы столкнутся друг с другом, то они могут слиться. И таким образом произойдет термоядерный синтез. Этот тип инерционного электростатического удерживающего устройства характеризует одно из

направлений исследований в области термоядерного синтеза.

Схематический вид установки «фузор» и происходящих в ней во время ее работы физических термоядерных процессов представлен в наглядном виде

(Рис. 6)

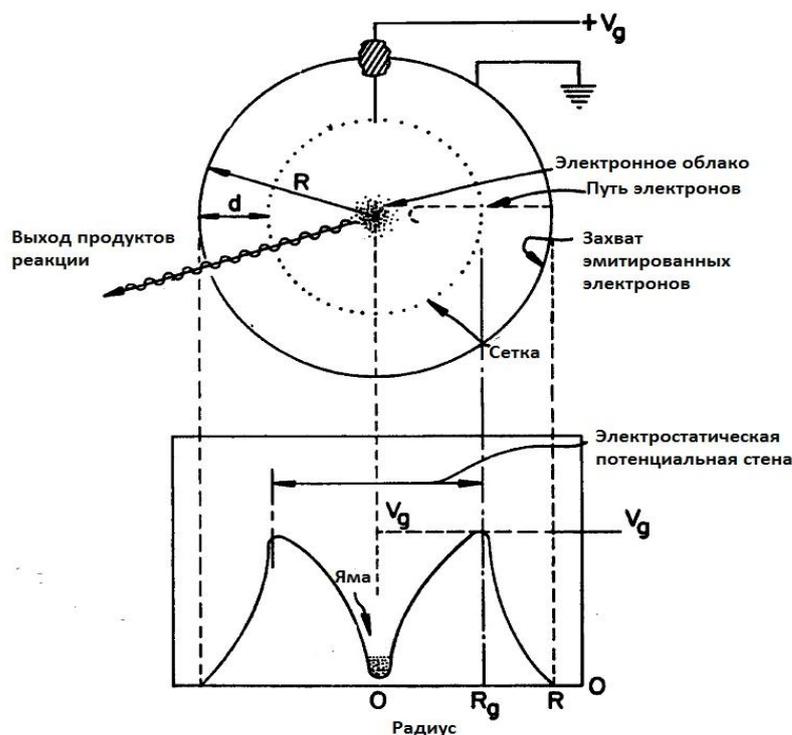


Рис. 6 Схематический вид фузора Фарнворта-Хирша и происходящих в нем физических термоядерных процессов

Эксперименты Р. Хирша показали, что с помощью усовершенствованной технической конструкции фузора возможно осуществлять термоядерный синтез, хоть и в малых количествах. Фузоры изготавливают с обеспечением защиты от жестких излучений, а значит, это устройство можно использовать для демонстрации термоядерных физических процессов, в том числе в образовательных целях.

Любая электростатическая ловушка состоит из нескольких основных компонентов:

- 1) Вакуумного насоса (масляного или турбомолекулярного).
- 2) Герметичного корпуса, который является защитой от излучения и потока нейтронов, появившихся во время реакции синтеза.
- 3) Источника высокого напряжения. Необходимо напряжение минимум в 4 кВ.

4) Сетки в виде сферы, расположенной внутри корпуса.

Корпус фузора обычно состоит из двух стальных полусфер. Необходимые сферические сетки изготавливаются из проволоки (нержавеющей стали). Большие внешние сетки имеют конструкцию аналогичную внутренним сеткам.

Фузоры просты в изготовлении и эксплуатации. Не требуют дорогих или редких веществ в качестве топлива. Также немаловажным является достаточная безопасность в работе с подобными системами. При запуске термоядерного синтеза необходима защита от нейтронов, так как нейтронное излучение является радиоактивно опасным для человека. Роль защиты от радиационного излучения в конструкции фузора играет металлический корпус, а при демонстрации на публику можно запускать фузор без водорода, чтобы отсутствовало нейтронное излучение.

Сегодня подобные устройства уже нашли практическое применение в качестве исследовательского оборудования и источника нейтронов для медицинской техники. Их технические конструкции, принципы создания и работы достаточно детально описаны в разных научно-технических источниках. Именно поэтому в качестве самостоятельно создаваемого лабораторного технического устройства для демонстрации термоядерных эффектов в настоящем научном исследовании была выбрана модельная конструкция «фузора Фарнsworthа-Хирша».

### **2.3 Технологическое описание процесса создания «электронной ловушки ионизированных частиц»**

Конструирование и создание собственного действующего модельного образца фузора Фарнsworthа-Хирша в нашем исследовании осуществлялось на основе технических схем и описаний, взятых из соответствующих научно-технических материалов. Правильное конструирование фузора дает возможность обеспечить при его работе возникновение физических термоядерных эффектов и возможность их наглядной демонстрации.

Для достижения нужного эффекта необходимо добиться 3 параметров:

**1.** Степень вакуума равной средней отметки (удаление активных газов –

компонентов атмосферы, а так же удаление газовых включений или газов, растворённых в твёрдых телах).

Для этого была создана вакуумная установка. Лучше использовать заводское исполнение вакуумного насоса, но за не имением данного оборудования можно изготовить самим, для этого понадобится компрессор от холодильной установки мощностью 150 – 250 Вт (чем выше мощность тем выше скорость откачки газов) и минимальным остаточным давлением в  $0,9 \cdot 10^3$  Па.

Также понадобится вакуумная камера, для демонстрации процесса термоядерного синтеза. Для этого можно сделать многочисленные вариации исполнения вакуумной камеры, главные критерии изготовления это:

- прочность камеры,
- герметичность
- использование материалов, у которых газовыделение минимально (металлы, стекло)

Для соединения вакуумной камеры и насоса можно использовать медные трубы и сантехническую запорную арматуру, как представлено на (рис. 7).

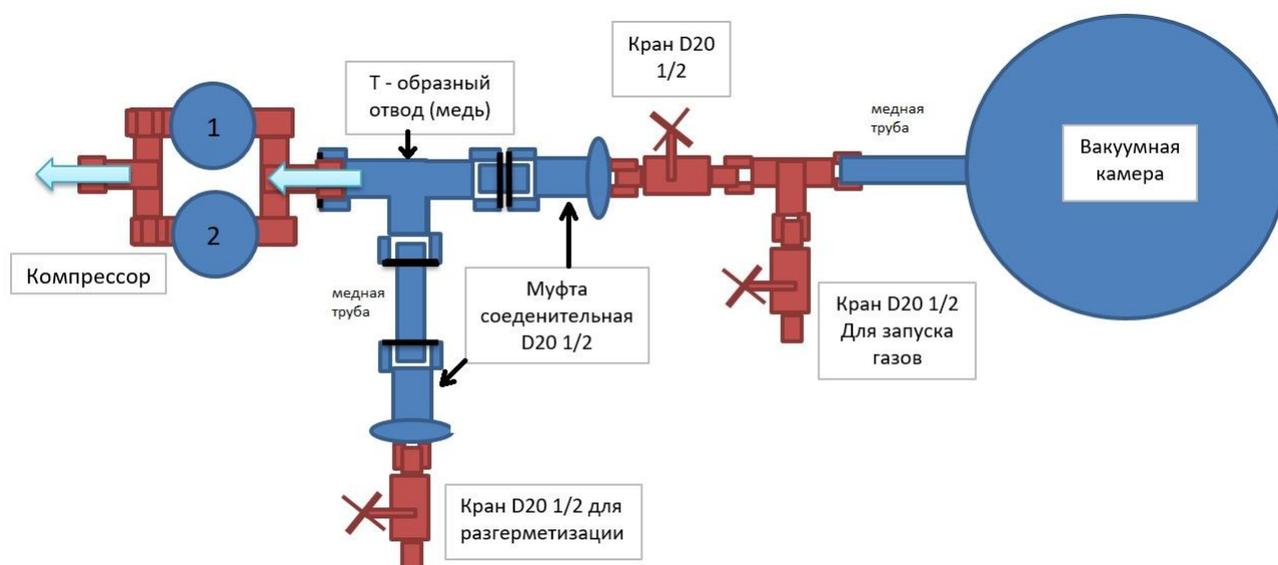


Рис. 7 Схема устройства вакуумной установки

2. Электромагнитное поле, которое возникает от высокого напряжения 20 – 40 кВ. Существуют заводские блоки высокого напряжения, но цена их достаточно высокая и поэтому их так же можно изготовить из подручных материалов. Есть

схема создания высоковольтного генератора (рис 8).

Для этого понадобится высоковольтный трансформатор (ТДКС) который можно взять из кинескопных телевизоров. На ферритовый сердечник ТДКС необходимо намотать 10 витков одном направлении со средним выводом, диаметр проволоки 2 мм., два транзистора IRFP250, к ним так же понадобится радиатор и термопаста. После фиксации транзисторов к радиатору, нужно припаять согласно (рис 8). два диода на 12 – 15 вольт и четыре резистора два по 10 К Ом и два по 470 Ом все они должны быть мощностью 2 Вата.

Еще понадобится дроссель, за неимением его, можно изготовить с помощью половинки ферритового сердечника используя медный провод диаметром 1.5 мм., намотать необходимо 47 витков.

После пайки всех компонентов можно получить мощный высоковольтный генератор до 100 К Вольт, регулируя входное напряжение от 6 до 40 вольт можно тем самым регулировать выходное напряжение от 5 до 100 К Вольт.

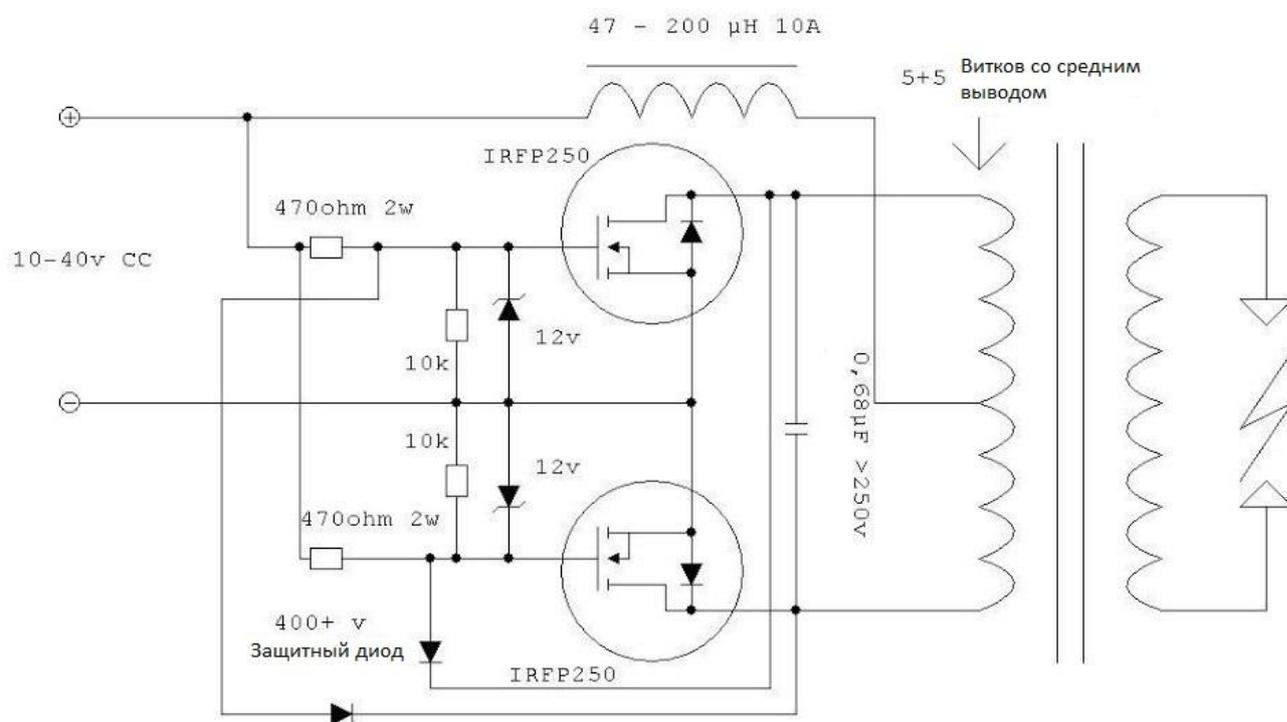
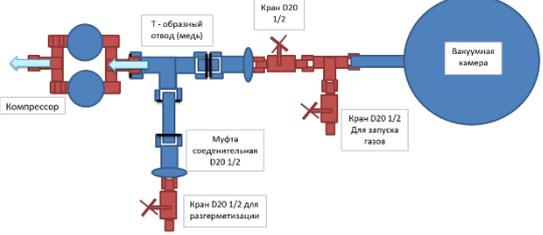
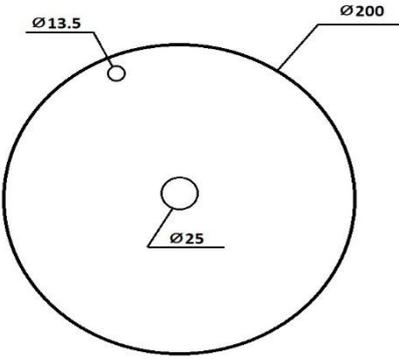
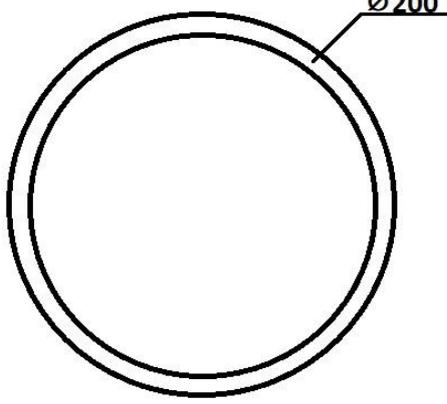


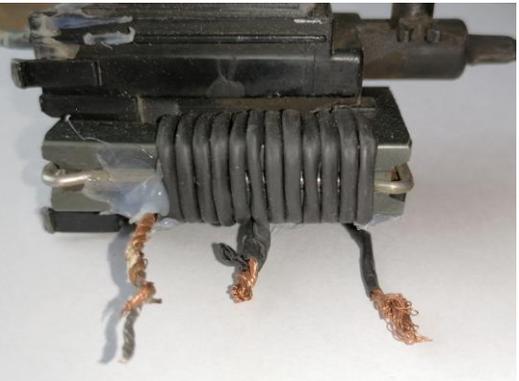
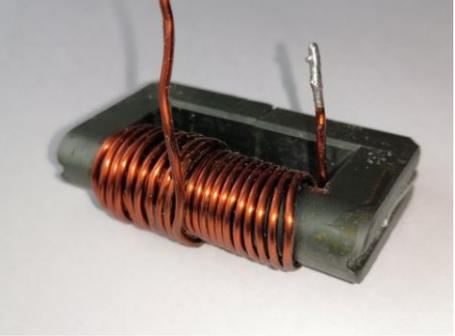
Рис. 8 Схема высоковольтного генератора.

3. Инертный газ (для демонстрации работы) или дейтерий для запуска реактора.

## Технологическая карта «вакуумной установки»

№ п/п	Последовательность выполнения операций	Инструменты и приспособления	Комментарии
1	Подбор компрессора от холодильной установки		P = 250 Вт и остаточное давление $0,9 \cdot 10^3$ Па.
2	Определение трубок откачки и нагнетания воздуха	Вакуумметр	
3	Пайка системы из медных трубок для откачки воздуха	Пилка по металлу, линейка, горелка, припой,	
4	Стальная плита t = 10 мм с отверстием для штуцера откачки воздуха и 2-х электродов	Сверло D25 и D13.5, метчик M15 1/2	
5	Кольцо из вакуумной резины, между стеклянным колпаком и стальной плитой D 200 мм	Ножницы, циркуль	

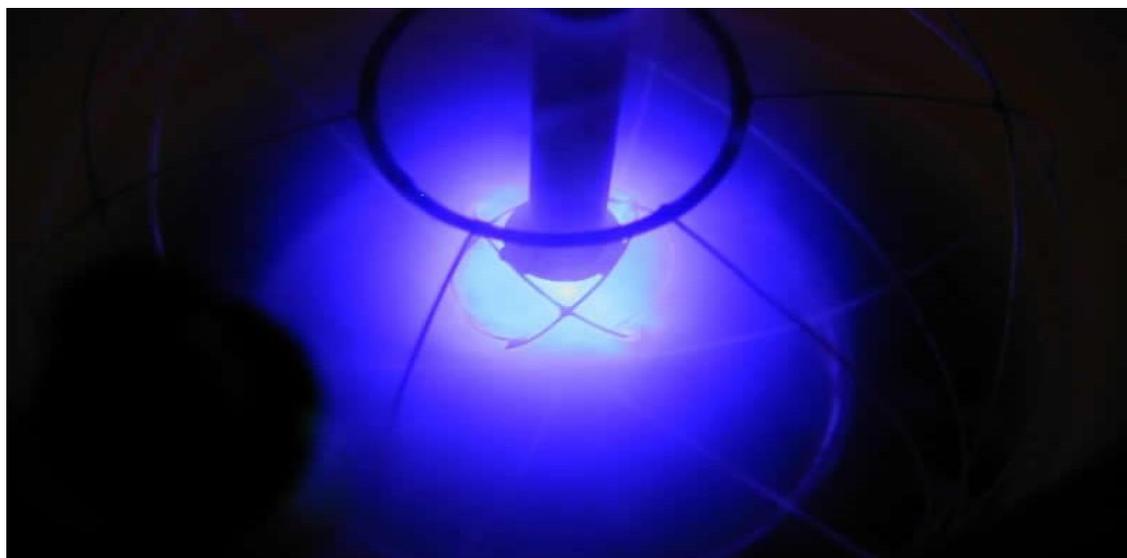
## Технологическая карта «высоковольтного генератора»

№ п/п	Последовательность выполнения операций	Инструменты и приспособления	Комментарии
1	Согласно схеме спаять 2 транзистора IRFP250 с 2 диодами и 4 резисторами разного сопротивления.	Припой, ортофосфорная кислота, паяльник 80 -120 Вт	
2	От телевизора с кинескопом, отпаять ТДКС (трансформатор диодно-каскадный строчный)	Паяльник	
3	На свободной стороне ТДКС ферритового кольца намотать обмотку 5+5 витков со средним выводом, D 2мм	Медная проволока 2 мм, плоскогубцы	
4	Намотка дроссельного кольца, вокруг феррита, 50 витков D 1.5 мм	Медная проволока 1.5 мм, плоскогубцы	

5	Припаять ТДКС и дроссель к общей схеме	Припой, ортофосфорная кислота, паяльник 80 -120 Вт	
6	Между выводами низковольтной обмотки ТДКС припаять конденсатор 0,68 мкФ	Припой, ортофосфорная кислота, паяльник 80 -120 Вт	

После выполнения всех технологических этапов работы по созданию собственной версии установки фюзора Фарнswortha-Хирша, технической настройки и отладки функционирования электронной ловушки ионизированных частиц можно переходить к ее демонстрационному использованию. При включении установки должна появиться следующая наглядная картина (*Рис. 9*).

В центре вакуумной камеры установки, на катоде должно произойти скопление ионизированных молекул газа, тем самым происходит слияние дейтерия с выделением атома гелия и нейтрона, таким образом возникает модельно-наглядное представление о прохождении термоядерная реакции.



*Рис. 9 Термоядерная реакция.*

### **Глава 3. Применение электронной ловушки ионизированных частиц как дидактического технического средства на учебных занятиях**

#### **3.1 Разработка и проведение педагогического эксперимента по использованию электронной ловушки как дидактического технического средства на уроках технологии**

Собственное педагогическое понимание необходимости формирования у современных школьников качественных знаний и научных интересов в области физико-технических и технологических наук подвигло автора настоящего исследования не только к созданию технического устройства для демонстрации физических процессов и явлений, связанных с термоядерной энергетикой, но и к педагогическому эксперименту по оценке образовательных эффектов, которые можно получить при использовании технических устройств в качестве дидактических средств на учебных занятиях.

Эмпирической базой данного педагогического исследования стало учебное учреждение МБОУ Средняя общеобразовательная школа №1 им.50-летия «Красноярскгэсстрой» г. Саяногорска. Недостаточная материально-техническая оснащенность естественнонаучно-технологической дидактической базы школы, в частности кабинета технологии, подтолкнула и к созданию собственного технического демонстрационного устройства, и к проведению обозначенного сравнительного педагогического эксперимента.

Для участия в педагогическом эксперименте в качестве испытуемых были выбраны 9-е классы: 9 «а» – экспериментальный (на занятиях по теме термоядерной энергетике проводилась наглядная демонстрация с помощью самостоятельно созданного технического устройства) и 9 «б» – контрольный (на аналогичных занятиях наглядная демонстрация с помощью технического устройства не проводилась). Возраст обучающихся 15-16 лет. В педагогическом эксперименте участвовало 60 учащихся. Среднестатистическая успеваемость у них была одинаковая, что позволило с достаточной степенью объективности считать их потенциально равными в образовательном, способностном отношении и, исходя из этого, оценивать сравнительные результаты педагогического

эксперимента.

Рабочая программа «Технология» составлена на основе примерной программы среднего (полного) общего образования по Технологии для 8-9 классов [23]. Раздел «Технологии получения, преобразования и использования энергии. Ядерная и термоядерная энергия», где рассматривается термоядерная энергия и синтез.

Полный цикл педагогического эксперимента имел три этапа:

**1 этап.** Определение у испытуемых экспериментального и контрольного классов исходных показателей уровня сформированности знаний о термоядерном синтезе, проводившееся посредством анкетирования. Данные входного исследования учитывались при разработке учебного содержания занятия для экспериментального класса.

**2 этап.** Проведение занятий в экспериментальном и контрольном классах, по единой учебной теме, но у первых – с использованием технического демонстрационного средства, а у вторых – без его использования.

**3 этап.** Проведение итогового оценочного контроля сформированности усвоения обучающимися знаний о термоядерном синтезе, позволяющего оценить эффективность использования на учебных занятиях в качестве дидактического средства самостоятельно созданного технического демонстрационного устройства.

На первом этапе проводилось входное анкетирование в контрольном и экспериментальном классах, которое позволило условно оценить имеющиеся уровни знаний обучающихся о термоядерном синтезе. (*Приложение 2*). При этом не было выявлено заметных различий в оценочных результатах обучающихся в контрольном и экспериментальном классе.

Было выявлено, что у большей части обучающихся на входе в эксперимент имеется средний оценочный уровень сформированности знаний о термоядерном синтезе, а именно: в контрольном 62% (19 чел.), в экспериментальном 60% (18 чел.) (*рис. 10*). Низкий оценочный уровень был выявлен в экспериментальном классе у 35% (10 чел.) учащихся, в контрольном – 35% (10 чел.). Оценочные

показатели высокого уровня в контрольном классе были у 3% (1 чел.) школьников, в экспериментальном – у 5% (2 чел.).

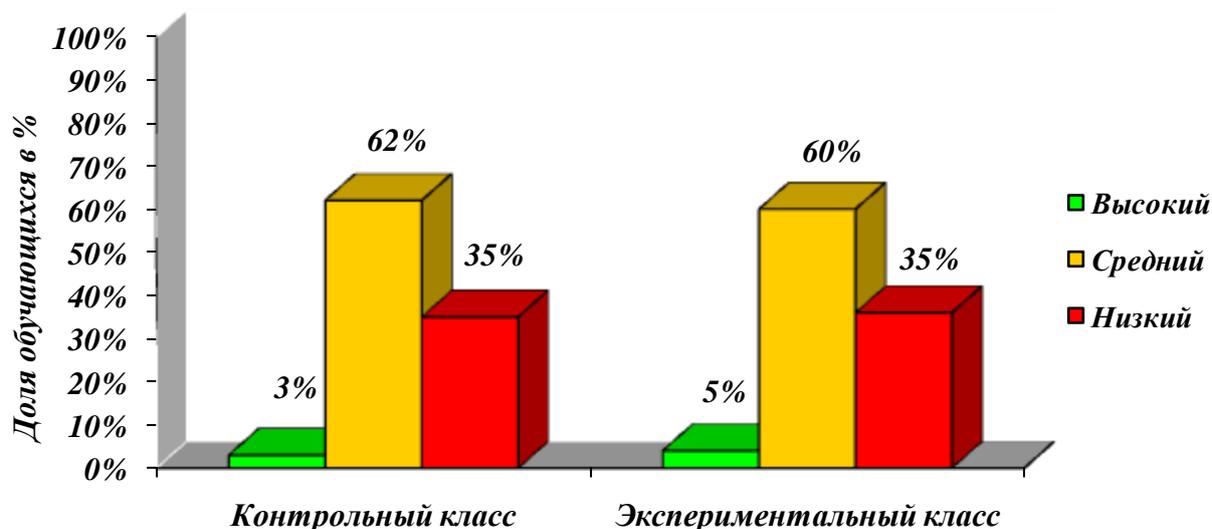


Рис. 10 – оценочный уровень сформированности у обучающихся знаний о термоядерном синтезе на начало исследования.

Используемая для аналитики в педагогическом эксперименте шкала оценивания условных уровней сформированности знаний обучающихся предполагала следующие качественные градации:

1) высокий уровень сформированности знаний о термоядерном синтезе – обучающийся знает:

- о термоядерном синтезе и энергии, полученной путем слияния атомов дейтерия и трития;
- о вакуумных установках и высоковольтных генераторах;
- об электромагнитных полях;
- о принципах работы радиодеталей и элементов электротехники;
- правильно применяет имеющиеся знания на практике.

2) средний уровень – обучающийся имеет:

- недостаточные знания о термоядерном синтезе и энергии, полученной путем слияния атомов дейтерия и трития;
- ограниченную информацию о вакуумных установках и высоковольтных генераторах и о принципах работы радиодеталей и элементов электротехники;

– не всегда правильно применяет на практике имеющиеся знания.

3) низкий уровень – обучающийся:

– почти не имеет знаний о термоядерном синтезе и энергии,

– не может правильно понимать схемы технических устройств,

– имеет серьезные затруднения при практическом применении знаний.

### 3.2 Аналитика результатов педагогического исследования

После выполнения 2-го этапа педагогического эксперимента – проведения учебного занятия в экспериментальном классе с использованием в его образовательном процессе технического устройства «Электронная ловушка ионизированных частиц», а в контрольном классе – проведения учебного занятия по одной и той же теме, но без использования такого технического устройства в обоих классах повторно проводились оценочные процедуры – у обучающихся снова оценивали уровень сформированности усвоения знаний о термоядерном синтезе, только уже с помощью другого оценочного материала – специально разработанного учебно-проверочного теста (*тест – в приложении 1*).

Анализ полученных статистических данных, наглядная картина распределения которых характеристически видна из диаграммы (*рис.11*), показывает уже достаточно заметные оценочные различия в образовательных результатах у учащихся экспериментального и контрольного классов.

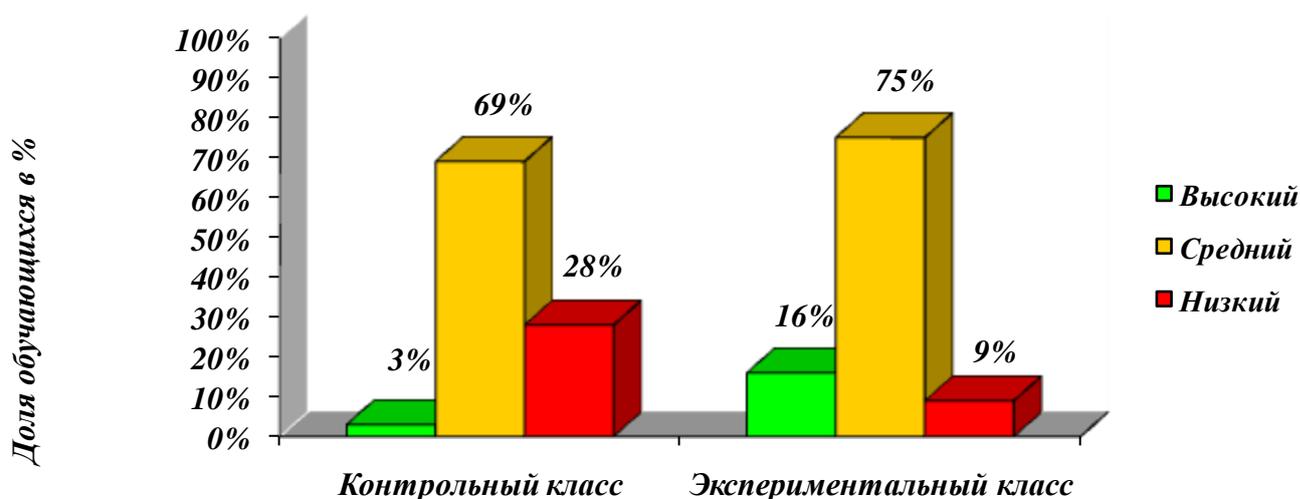


Рис. 11 – уровень сформированности знаний обучающихся на конечном этапе.

По представленной диаграмме видно явное статистическое отличие в

количестве (доле) учащихся экспериментального и контрольного классов по группе школьников, имеющих по результатам теста низкие оценочные показатели. В контрольном классе низкий уровень выявлен у 28% (9 чел.) учащихся, тогда как в экспериментальном классе только у 9% (2 чел.). Также достаточно явно заметны сравнительные количественные различия по группе учащихся, чей условно-оценочный уровень по итогам теста отнесен к группе высоких результатов, а именно – высокий уровень в экспериментальном классе отмечен у 16% (5 чел.) обучающихся, в то время как в контрольном классе группа школьников с высоким оценочным результатом характеризуется количественным значением 3% (1 чел.). По группе учащихся со средним оценочным результатом процентные различия экспериментального и контрольного классов менее выражены, но тоже видны: у экспериментального класса – 75% (23 чел.) школьников, у контрольного класса – 69% (20 чел.).

Основную педагогическую исследовательскую ценность имеет и аналитическую информативность дает не обособленное, а сопоставительное рассмотрение статистических картин результатов оценивания уровней сформированности знаний обучающихся знаний о термоядерном синтезе на входном и выходном этапе проведенного педагогического эксперимента. (Рис.12).

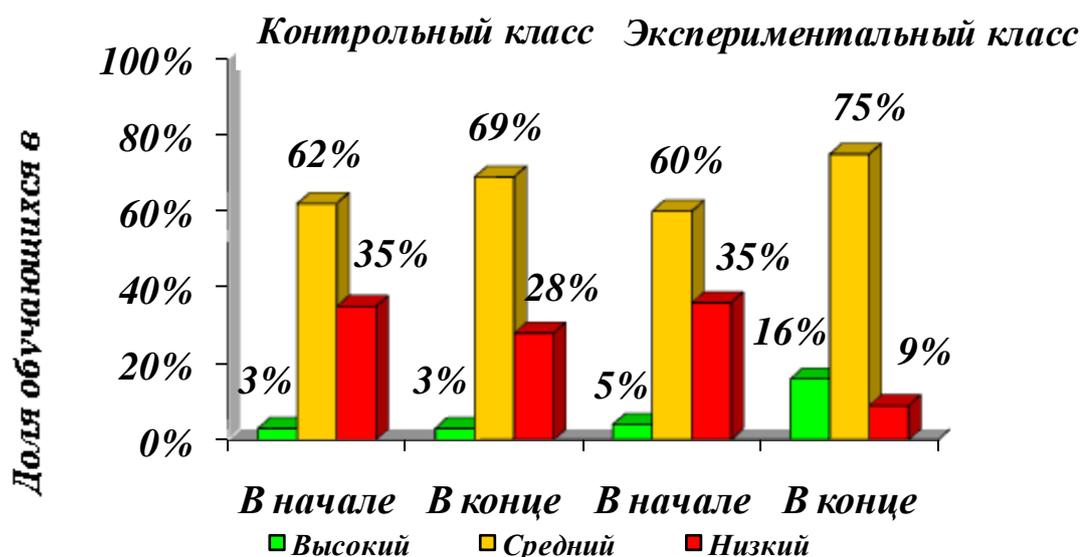


Рис. 12 – уровень сформированности у обучающихся знаний о термоядерном синтезе на начало и конец исследования.

Если сравнить результаты обучающихся на начало исследования и на конец, то будут видны значительные изменения в показателях (рис.12). По приведенным сопоставительным статистическим данным можно увидеть, что в контрольном классе численная группа учащихся, демонстрирующих высокий оценочный уровень сформированности знаний о термоядерном синтезе, остался неизменным – 3% (1чел.), тогда как в экспериментальном классе эта группа учащихся заметно количественно выросла. Количество школьников, по результатам теста отнесенных к группе высокого уровня, увеличилось на 11% от общего объема из 30 протестированных человек (численно – на 3 человека) (было 5% (2), стал 16% (5)).

Еще более характеристически-показательная сопоставительная картина видна из сравнительного анализа абсолютной численности и процентной доли группы обучающихся, имевших низкие оценочные уровни, по результатам входного и выходного оценивания школьников-участников педагогического эксперимента. В экспериментальном классе группа учащихся с низкими образовательными результатами сильно сократилась как в абсолютном, так и в процентном выражении. На входном этапе в этой группе было 35% (10 чел.) школьников, на выходном этапе осталось только 9% (2 чел.) Изменение в позитивную сторону – на 26% (8 человек) по этой оценочно-уровневой группе учащихся.

Но по группе учащихся с низкими оценочно-уровневыми показателями особый интерес представляет сопоставительная статистическая картина численности школьников двух разных классов, участвовавших в педагогическом эксперименте. Сопоставляя оценочные результаты двух классов, можно отметить динамику явных позитивных изменений в экспериментальном классе и слабую динамику подобных позитивных изменений в контрольном классе, где количество школьников группы с низким оценочным уровнем практически не изменилось – уменьшение числа школьников в этой группе всего на 1 человека, на входном этапе было 10 после проведения педагогического эксперимента, на выходном этапе, стало 9 человек. (Хотя в процентном соотношении в данной статистике это

составляет кажущиеся более весомыми 7%).

Сравнительный анализ результатов оценивания уровней сформированности у обучающихся одного класса знаний о термоядерном синтезе на начало и на конец педагогического эксперимента и сопоставительный анализ статистических данных экспериментального и контрольного классов позволяет интерпретировать полученные аналитические данные как прецедентный факт практического подтверждения значимости использования дидактических технических средств, в том числе самостоятельно создаваемых преподавателями, для повышения эффективности образовательных процессов, для получения школьниками более высокого качественного уровня знаний, для развития их научных пониманий. И этим стимулируется интерес школьников к познавательной, исследовательской и разработческой деятельности в естественнонаучных и технологических предметных областях, а значит, и происходят позитивные социокультурные процессы, инициирующие будущее вхождение молодых людей, нынешних школьников, в когорту участников инновационно-технологического развития страны.

## Заключение

В ходе проведенного в теоретической части исследования анализа научно-педагогических источников научно обоснована и актуализирована в практико-деятельностном образовательном контексте высокая значимость применения современных дидактических технических средств для решения образовательных задач подготовки современных школьников к будущему их участию в инновационно-технологическом развитии страны.

На основании комплексного анализа состояния дел с оснащением среднестатистической российской школы современными дидактическими техническими средствами, выполненном по материалам научных публикаций и на основе рефлексии собственного педагогического опыта автора исследования, отмечена характерная для многих из таких образовательных организаций проблема дефицита специфических дидактических технических средств, особенно в естественнонаучных и технологических предметных областях. Это в исследовании показано как негативный фактор, осложняющий возможности получения учащимися качественного современного образования и снижающий педагогические перспективы заинтересовывания школьников науками.

В качестве возможного практического ответа на дефицит определенных дидактических технических средств высвечена возможность самостоятельного проектирования и создания действующими педагогическими специалистами собственных образцов дидактических технических средств. Эта возможность представлена как полностью завязанная на личную инициативу преподавателя, так как в современной системе общего образования таких обязательных требований по отношению к школьному учителю не существует.

Для подтверждения реальности разработки и создания школьным учителем достаточно наукоемкого (для школьного уровня) и технологически многоаспектного дидактического технического изделия была спроектирована собственная конструкционная версия технического устройства для лабораторной демонстрации термоядерных эффектов, на модельной основе технической конструкции фузора Фарнswortha-Хирша.

Были самостоятельно организованы и проведены все этапы создания технического устройства (фузора Фарнворта-Хирша), объяснены и описаны основные ресурсно-технические составляющие и операционно-технологические аспекты изготовления изделия (созданы технологические карты). Была проведена техническая настройка и апробация рабочих режимов созданной установки. Подтверждена ее техническая работоспособность и целевая функциональность.

Спроектирован и проведен трехэтапный педагогический эксперимент по сопоставительному оцениванию влияния использования дидактического технического средства на качество образовательных результатов обучающихся на образовательных занятиях по технологии при изучении темы термоядерной энергетики. Полученные по итогу педагогического эксперимента статистические данные нами интерпретируются как подтверждающие более высокую эффективность организации образовательных процессов школьников с использованием дидактических технических демонстрационных средств в сравнении с тем, когда такие дидактические средства не используются.

Таким образом в целом при осуществлении в процессе работы всех научно-исследовательских, разработческих и аналитических, инженерно-технических и педагогических действий были в достаточно полной мере решены все изначально поставленные задачи исследования и, таким образом, можно считать, что достигнуты все основные аспекты его цели.

Прецедентным личностным примером научно-исследовательской, инженерной и педагогической деятельности автора исследования практически подтверждена возможность самостоятельного создания технического устройства для лабораторной наглядной демонстрации термоядерных процессов и доказана возможность его эффективного педагогического использования в качестве дидактического инструмента на школьных занятиях по технологии.

## Список литературы

1. Бабанский Ю.К. Педагогика. - М.: Просвещение, 1985.
2. Безрукова В.С. Все о современном уроке в школе: проблемы и решения. - Кн. 2 / Отв. ред. М.А. Ушакова. - М.: Сентябрь, 2012. – 128 с.
3. Белкин А.С. Основы возрастной педагогики. - М.: Просвещение, 2010.
4. Дьяченко В.К. Новая дидактика. М: Просвещение. 2013.
5. Завельский Ю.В. Как подготовить современный урок: в помощь начинающему учителю // Завуч. -2011. -N 4. - С. 94-97.
6. Занков Л.В. Дидактика и жизнь. -М.: Просвещение, 1968.
7. Коджаспирова Г.М., Петров К.В. Технические средства обучения и методика их использования. – М.: Академия, 2015. – 256 с.
8. Мельникова Л.В., Осипова Л.В., Фридман Т.Б.; Под ред. Мельникова Л.В. Методика трудового обучения. – М.: Просвещение, 2000. – 223 с.
9. Методика обучения технологии. Книга для учителя. Под ред. В.Д. Симоненко – Издательство Ишимского государственного педагогического института. НМЦ «Технология». Брянск – Ишим, 2005 – 296 с.
10. Муравьев Е.М. Общие основы методики преподавания технологии в общеобразовательных учреждениях. Учебное пособие для студентов педвузов по спец. «Технология и Предпринимательство». – Шуя; Изд-во Шуйского пед. института, 2011. – 156 с.
11. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования // Под ред. Е.С. Полат. – М.: Академия, 2014. – 224 с.
12. Ожегов С.И. Словарь русского языка. /под общ. ред. Л.И. Скворцова. М.: ООО «Издательство Оникс»; ООО «Издательство «Мир и образование», 2016. С. 790.
13. Оконь В. Основы проблемного обучения М.: Просвещение, 2017. — 208 с.
14. Организация современного урока/Под ред.П.И. Педкасистого. -М.: Просвещение, 2016
15. Оснащение школы техническими средствами в современных условиях// Под. ред. Л.С. Зазнгобиной. – М.: УЦ «Перспектива», 2019. – 80 с.

16. Педагогика: Большая современная энциклопедия/Сост. Е.С.Рапацевич – Мн.: «Современное слово», 2010. – 720с.
17. Педагогика: педагогические теории, системы, технологии / под ред. С.А. Смирнова. - 4-е изд., исправленное. - М.: Академия, 2014. - 512 с.
18. Педагогический энциклопедический словарь/ Гл. ред. Б.М. Бим-Бад; Ред.: М.М. Безруких, В.А. Болотов, Л.С. Глебова и др. – М.: Большая Российская энциклопедия, 2013. – 528 с.:ил.
19. Рапацевич Е.С. Формирование технических способностей у школьников: Кн. для учителя. – Мн.: Нар. Света, 2015. – 394 с.
20. Селевко Г.К. Современные образовательные технологии: учебное пособие /Г.К. Селевко. - М.: Народное образование, 2007. - 256 с.
21. Синенко В. Слово об уроке: дидактика / В.Синенко // Народное образование. -2012. - N8. - С. 81.
22. Словарь-справочник по педагогике/Авт.-сост. В.А.Мижериков; Под общ. ред. П.И. Пидкасистого. – М.: ТЦ Сфера, 2017. – 448 с.
23. Технология. 8—9 классы: учеб, для общеобразоват. организаций / под ред. В. М. Казакевича. — М. : Просвещение. 2019. — 254 с.
24. Тхоржевский Д.А. Методика трудового обучения: Учебное пособие, - М., Просвещение, 2016 – 271 с.
25. Федеральные законы Российской Федерации: «Об образовании в Российской Федерации» от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ.
26. Хуторской А.В. Практикум по дидактике и современным методикам обучения / А.В. Хуторской. - СПб.: Питер, 2017. - 541 с.: ил.
27. Материалы сайта <http://www.inclusive-edu.ru/>
28. Материалы сайта <https://poisk-ru.ru/s26821t7.html>
29. Работа учителя технологии Дементьева О.П. МБОУ СШ №15 г.Ульяновска <https://infourok.ru/didakticheskoe-obespechenie-uchebnih-zanyatiy-po-razdelu-tehnologiya-obrabotki-metallov-1183576.html>

30. Работа учителя технологии Купцовой Е.Р. <https://infourok.ru/plankonspekt-uroka-tehnologii-po-teme-plastmassi-poluchenie-primenenie-utilizaciya-klass-s-prezentaciey-1660533.html>

**Тест по теме «Термоядерные реакции»**

№1 Энергия, поддерживающая жизнь на Земле, существует благодаря

- А. Термоядерным реакциями, протекающих в недрах Солнца
- Б. Реакциях деления тяжелых ядер атомов, протекающим в недрах Солнца
- В. Химическим реакциям, протекающим в недрах Земли

№2 При одинаковых массах вещества реакция синтеза легких ядер по сравнению с реакцией деления тяжелых ядер энергетически

- А. более выгодна
- Б. менее выгодна
- В. не дает выгоды, т.к. массы веществ одинаковы

№ 3 Реакция слияния легких ядер, происходящая при температурах порядка сотен миллионов градусов, называется

- А. термоядерной реакцией
- Б. реакцией ядер атомов
- В. ядерной реакцией

№ 4 Неуправляемая термоядерная реакция

- А. реализуется в термоядерной бомбе
- Б. может реализоваться в мирных целях
- В. может реализоваться как в термоядерной бомбе, так и в мирных целях

№ 5 Водородный цикл состоит из

- А. двух термоядерных реакций, приводящих к образованию водорода из гелия
- Б. двух термоядерных реакций, приводящих к образованию гелия из водорода
- В. трех термоядерных реакций, приводящих к образованию гелия из водорода
- Г. трех термоядерных реакций, приводящих к образованию водорода из гелия

№ 6 Управляемые термоядерные реакции могут использоваться

- А. в мирных целях
- Б. только в термоядерной бомбе
- В. Только в звёздах

№ 7 Энергия может выделяться

- А. только при делении тяжелых ядер атомов
- Б. как при делении тяжелых ядер атомов, так и при синтезе легких
- В. только при синтезе легких ядер

№ 8 Примером термоядерной реакции может служить

- А. слияние изотопов водорода, в результате чего образуется ядро гелия
- Б. слияние изотопов гелия, в результате чего образуется ядро водорода
- В. расщепление нейтроном ядра урана

№ 9 Для удержания плазмы в ограниченном пространстве применяются очень сильные

- А. магнитные поля
- Б. гравитационные поля
- В. электрические поля

№ 10 Создание высокой температуры для возникновения термоядерной реакции необходимо для придания ядрам атомов большей

- А. кинетической энергии и их сближения
- Б. потенциальной энергии и их удаления друг от друга

Анкета

«Термоядерные реакции»

1. Процесс проходящий на звёздах (Солнце), при очень высоких температурах (от десятков до сотен миллионов градусов), называется

\_\_\_\_\_.

2. С помощью чего в первые на Земле, был получен термоядерный синтез.

\_\_\_\_\_.

3. Какие установки вам знакомы для прохождения реакции термоядерного синтеза.

\_\_\_\_\_.

4. Термоядерный синтез осуществляется

А. В недрах планет

Б. В недрах звёзд

В. В межзвёздном газе и пыли

Г. В газопылевых туманностях

5. Распределите отличия между Атомной и Термоядерной электростанцией.

1) Распад тяжёлых ядер (уран, плутоний)

2) Синтез лёгких ядер (водород, гелий, литий)

3) Самопроизвольная реакция

4) Искусственно созданная реакция