

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет физико-математических
и естественных наук

Кафедра
«Общая физика
и методика обучения физике»

Направление подготовки 44.04.01 «Педагогическое образование»
Магистерская программа «Физическое образование»

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ
на тему:
**«МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ТРИЗ-ТЕХНОЛОГИИ НА УРОКАХ И ВНЕКЛАССНЫХ
ЗАНЯТИЯХ ПО ФИЗИКЕ»**

Студент _____ Козлова Мария Игоревна
(подпись, дата) (Ф.И.О. полностью)

Научный руководитель _____ Киндаев А.А.
(подпись, дата) (фамилия, инициалы)

Нормоконтролёр _____ Киндаев А.А.
(подпись, дата) (фамилия, инициалы)

Рецензент

Начальник отдела общего образования
и информационного обеспечения

Управления образования г. Пензы _____ Кирсанов А.С.
(должность, место работы) (подпись, дата) (фамилия, инициалы)

Работа допущена к защите (протокол заседания кафедры от _____ № ____)

Заведующий кафедрой _____ Казаков А.Ю.
(подпись) (фамилия, инициалы)

Работа защищена с отметкой ____ (протокол заседания ГЭК от _____ № ____)

Секретарь ГЭК _____ Паскевич Н.В.
(подпись) (фамилия, инициалы)

Пенза, 2021

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА I. РАЗВИТИЕ ТВОРЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ НА УРОКАХ И ВНЕКЛАССНЫХ ЗАНЯТИЯХ ПО ФИЗИКЕ.....	6
1.1. Мышление как один из познавательных процессов.....	6
1.2. Виды мышления	8
1.3. Развитие критического и творческого мышления на занятиях по физике.....	11
ГЛАВА II. ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ.....	17
2.1. ТРИЗ – технологии в образовательном процессе.....	17
2.2. Использование элементов ТРИЗ на уроках по физике	31
2.3. Использование элементов ТРИЗ на внеклассных занятиях по физике.....	53
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	58
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	59

ВВЕДЕНИЕ

В последнее время развитию творческого мышления обучающихся в школе уделяется всё большее внимание. Особое значение при формировании способности к научному творчеству, продуцированию инновационных предложений и креативных подходов в нестандартных ситуациях имеет теория решения изобретательских задач (ТРИЗ).

В ТРИЗ заключён универсальный инструментарий, который можно использовать на уроках различных типов по всем предметам, а также во внеурочной деятельности.

ТРИЗ-технология – это наука о творчестве, помогающая развивать умственные, познавательные и творческие способности обучающихся.

Впервые мир узнал о ТРИЗ-технологии от Генриха Сауловича Альтшуллера. Советский изобретатель и писатель-фантаст создал ТРИЗ и написал ряд книг об этой технологии.

Одна из первых носит название «Найти идею. Введение в ТРИЗ»[1].

В этой книге Генрих Саулович описывает основные законы изобретательства и доказывает читателям, что процесс создания изобретений управляем, помогает повысить эффективность творчества разным людям, от школьников и студентов, до бизнесменов и инженеров.

В книге «Поиск новых идей: от озарения к технологии»[2] Альтшуллер Г.С. рассказывает о теории решения изобретательских задач и их практическом использовании. Все рекомендации, приведённые в книге, основаны на личном опыте автора и его коллег.

Спустя некоторое время ТРИЗ-технология была адаптирована для педагогов. Книга-методика «Приёмы педагогической техники» [3], адресованная учителям-практикам и методистам, была написана А.А. Гином. В ней содержатся чётко сформулированные и апробированные приёмы для управления классом и поддержания дисциплины. Рассказывается

отехнологии организации традиционных и нетрадиционных форм работы на уроке.

В книге Иванова Г.И. «Формулы творчества, или как научиться изобретать»[4], автор даёт ответы на все актуальные вопросы сегодняшнего дня: почему мы плохо изобретаем? зачем человеку творчество? как надо изобретать? На многочисленных примерах, взятых из практики и доступных для обучающихся среднего и старшего школьного возраста, убедительно показывает процесс перехода от случайного, неуправляемого метода проб и ошибок к управляемому, полностью регулируемому творчеству высокого уровня.

Одна из новейших книг, выпущенных о ТРИЗ, написана двумя авторами Меерович М.И., Шрагиной Л.И. и носит название «Технология творческого мышления»[5]. В ней рассказывается о методике формирования уникального творческого мышления как осознанного, целенаправленного и управляемого процесса. Предложенные авторами инструменты ТРИЗ позволяют успешно решать любые задачи разной степени сложности, возникающие в производстве, образовании, экономике, менеджменте, маркетинге.

Во всех вышеуказанных работах подчёркиваются несомненные преимущества ТРИЗ-технологии при формировании творческого мышления и её несомненная актуальность как универсального образовательного инструментария.

Цель настоящей магистерской диссертации состоит в изучении методических возможностей и особенностей применения ТРИЗ-технологии на уроках и внеклассных занятиях по физике.

Задачи магистерской диссертации:

- обзор научной и учебно-методической литературы по данной тематике;
- разработка перечня ТРИЗ-заданий для использования на уроках и внеклассных занятиях по физике;

- разработка фрагментов уроков по физике с использованием элементов ТРИЗ;

- разработка конспектов внеклассных занятий по физике с использованием элементов ТРИЗ.

Объект исследования: ТРИЗ-технологии в образовательном процессе.

Предмет исследования: применение ТРИЗ-технологии в образовательном процессе по физике.

ГЛАВА I. РАЗВИТИЕ ТВОРЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ НА УРОКАХ И ВНЕКЛАССНЫХ ЗАНЯТИЯХ ПО ФИЗИКЕ

1.1. Мышление как один из познавательных процессов

В научной литературе можно встретить различные определения мышления.

Так, А.В. Брушлинский определяет мышление как социально обусловленный, неразрывно связанный с речью психический процесс поиска и открытия существенно нового, т. е. процесс опосредованного и обобщенного отражения действительности в ходе её анализа и синтеза [6]. Мышление возникает на основе практической деятельности из чувственного познания и далеко выходит за его пределы.

Л.С. Выготский один из основателей отечественной психологии, автор культурно-исторической теории считает мышление обобщённым и опосредованным отражением человеческой действительности в её существенных связях и отношениях [7].

Экспериментальные исследования по психологии мышления, проведённые А.Р. Лурия показали, что мышление – это опосредованное и обобщенное отражение действительности, в основе которого лежит произвольное оперирование образами и которое даёт знание о наиболее существенных свойствах, связях и отношениях между объектами окружающего мира [8].

М.И. Еникеев в своей книге «Юридическая психология. С основами общей и социальной психологии» приводит определение мышления, как особый психический процесс обобщённого и опосредствованного отражения устойчивых закономерных свойств и отношений действительности, существенных для решения познавательных проблем, схематической ориентации в конкретных ситуациях [9].

В.В. Давыдов человеческое мышление понимается как особый способ деятельности, как поиск необходимых условий действий путём фактического

или представляемого изменения исходных ситуаций, как правило, путём моделирования. Подчёркивается, что при определении умственного действия необходимо учитывать, что оно обнаруживается в преодолении предметного способа решения задачи, т. е. является условным выполнением предметных операций, при котором учитываются результаты действий других людей, фиксированные словом [10].

Известно, что мышление – это познавательный процесс, наряду с другими познавательными процессами, такими, как ощущение, восприятие, память. Прежде всего мышление работает и помогает человеку тогда, когда в сложно меняющемся мире он обнаруживает что-то новое, непонятное.

Иногда это очень простая ситуация: не открывается дверь квартиры, которая совсем недавно успешно открывалась и закрывалась. Но сюда же относятся и самые сложные проблемные ситуации, т. е. ситуации такого рода, когда мы встречаемся с каким-нибудь препятствием или не пониманием, почему что-либо происходит не так, как мы ожидали.

Мышление – это всегда искание и открытие существенно нового. Открываемое в процессе мышления новое является таковым по отношению лишь для данного человека.

«Психика человека осуществляет не только когнитивную, но и регулятивную функцию. Это касается и мышления. Мышление включено во взаимодействие человека с миром» – пишет С.Л. Рубинштейн. При этом мышление служит адекватности осуществления этого взаимодействия. Таким образом, мышление обеспечивает успешность взаимодействия человека с миром. Необходимо также подчеркнуть, что мыслит не мышление само по себе, а человек, субъект, обладающий мышлением и непрерывно обновляющий, развивающий свой жизненный опыт[11].

1.2. Виды мышления

Мышление в своих отдельных проявлениях может представлять удивительное многообразие. Так, например, мышление ребёнка и взрослого, строителя и бухгалтера, больного и здорового качественно различно. Мышление даже одного и того же человека может различаться во время решения разных задач в неодинаковых условиях. Таким образом, можно говорить о видах мышления.

Раньше других появилась генетическая классификация, согласно которой выделяют три уровня развития мышления.

I уровень: наглядно-действительное мышление – это самый ранний и простейший вид мышления.

II уровень: наглядно-образное мышление; вместо оперирования предметами мышление начинает оперировать их образами, появляется также возможность производить мысленно операции, не осуществимые в реальной деятельности; например, возможность отделения свойства от предмета, что закрепляется в речи.

III уровень: словесно-логическое или словесно-символическое мышление; мышление отказывается от оперирования предметами целиком и переходит к мысленному оперированию актуальными в каждом данном случае свойствами.

Безусловно, с развитием мышления не исчезает сама способность оперировать в ходе поиска самими предметами или их образами, хотя характер этого оперирования изменяется под влиянием изменяющихся новых видов мышления.

Получается, возможно разделение мышления на виды в зависимости от того, чем оперирует мышление: символами, образами или действиями. По этому же критерию выделяют: визуальное, вербальное, конкретное и абстрактное мышление.

Вербальное мышление – это процесс отражения объективного мира, который осуществляется в словесной форме.

Визуальное мышление – это один из познавательных процессов, направленный на информационную подготовку и принятие решения, осуществляемый как с первичными, так и со вторичными образами и их предметными значениями.

Конкретное мышление – это буквальное восприятие происходящего в окружающем мире, концентрирование на моменте, на физических или материальных объектах.

Абстрактное мышление – это особый вид познавательной активности, когда человек начинает рассуждать в общих чертах, отходя от конкретики.

Возможно также деление мышления на виды в зависимости от его направления – теоретическое и практическое.

Теоретическое мышление направлено на познание общих закономерностей.

Практическое мышление направлено на физическое преобразование реальных объектов[12].

Особенности мышления напрямую влияют на формирование процесса развития человеческой индивидуальности. За такое развитие отвечают два важных вида мышления – творческое и критическое.

Творческое мышление – это мышление, результатом которого является открытие принципиально нового или усовершенствованного решения той или иной задачи.

Творческое мышление направлено на создание новых идей, а критическое – выявляет их недостатки и дефекты.

Критическое мышление представляет собой проверку предложенных решений с целью определения области их возможного применения.

В различных источниках можно найти абсолютно разные определения термина «критическое мышление». Дж. Браус и Д. Вуд определяют его как разумное рефлексивное мышление, сфокусированное на решении того, во что верить и что делать. Критики пытаются понять и осознать своё собственное «Я», быть объективными, логичными, пытаются понять другие

точки зрения. Критическое мышление, по их мнению, – это поиск здравого смысла: «как рассудить объективно и поступить логично с учётом как своей точки зрения, так и других мнений, умение отказаться от собственных предубеждений. Критические мыслители способны выдвинуть новые идеи и увидеть новые возможности, что весьма существенно при решении проблем».

Д. Халперн определяет критическое мышление в своей работе «Психология критического мышления» следующим образом: это «направленное мышление, оно отличается взвешенностью, логичностью и целенаправленностью, его отличает использование таких когнитивных навыков и стратегий, которые увеличивают вероятность получения желательного результата».

При таком разнообразии определений критического мышления можно увидеть в них близкий смысл, который отражает оценочные и рефлексивные свойства мышления. Это открытое мышление, не принимающее аксиом, развивающееся путём наложения новой информации на жизненный личный опыт. В этом и есть его отличие от мышления творческого, которое не предусматривает оценочное, а предполагает продуцирование новых идей, часто выходящих за рамки жизненного опыта, внешних норм и правил. Однако провести чёткую границу между критическим и творческим мышлением сложно. Можно сказать, что критическое мышление – это отправная точка для развития творческого мышления, более того, и критическое, и творческое мышление развиваются в синтезе, взаимообусловленно[13].

Для эффективного решения разного рода задач необходимы оба вида мышления, хотя используются они раздельно: творческое мышление является помехой для критического, и наоборот.

1.3. Развитие критического и творческого мышления на занятиях по физике

После перехода всех школ России на ФГОС передними встала задача: создание особой образовательной среды, мотивирующей учащихся самостоятельно добывать и обрабатывать полученную информацию, обмениваться ею, а так же быстро ориентироваться в информационном пространстве.

Поставленную задачу невозможно решить только средствами традиционного подхода к обучению, при котором учащийся остаётся объектом обучения. Необходим переход к такой стратегии, при которой обучающийся превращается в субъект образовательного процесса, приходит в школу учиться добывать знания и применять их потом в дальнейшей жизни.

Для того чтобы учащийся мог воспользоваться своим критическим мышлением, ему важно развить в себе ряд качеств, среди которых Д. Халперн выделяет:

1. Готовность к планированию.

Мысли в нашей голове часто возникают хаотично. Важно суметь их упорядочить, выстроить правильную последовательность изложения. Упорядоченность мысли – признак уверенности.

2. Гибкость.

Если обучающийся не способен и не готов воспринимать идеи других, он никогда не сможет стать маршалом собственных мыслей и идей. Гибкость мышления позволяет подождать с преждевременным вынесением суждения, пока не обладаешь разнообразной и полной информацией.

3. Настойчивость.

Бывает когда обучающийся сталкивается с трудной задачей, он откладывает её решение на потом. Вырабатывая настойчивость к решению и напряжение ума, ученик обязательно добьётся гораздо лучших результатов в обучении.

4. Готовность исправлять свои ошибки.

Человек способный мыслить критически не будет оправдывать свои неправильные решения, а сделает правильные выводы, воспользуется допущенной ошибкой для продолжения обучения.

5. Осознание.

Очень важное качество, предполагающее умение наблюдать за собой в процессе мыслительной деятельности, отслеживать ход рассуждений.

6. Поиск компромиссных решений.

Важно, чтобы принятые решения воспринимались другими людьми, иначе они так и останутся на уровне высказываний[14].

Существует ряд специальных методических инструментов помогающих развитию критического мышления, одним из которых, стала разработанная американскими педагогами Дж. Стил, К. Мередитом и Ч. Темплом педагогическая технология развития критического мышления посредством чтения и письма.

Структура данной технологии стройна и логична, так как её этапы соответствуют закономерным этапам когнитивной деятельности личности.

Технологические этапы		
I стадия	II стадия	III стадия
Вызов	Осмысление содержания	Рефлексия
<ul style="list-style-type: none">• имеющиеся знания;• интерес к получению новой информации;• постановка учеником собственных целей обучения.	<ul style="list-style-type: none">• получение новой информации;• корректировка учеником поставленных целей обучения.	<ul style="list-style-type: none">• размышление, рождение нового знания;• постановка учеником новых целей обучения.

Для развития мыслительных способностей обучающихся необходимо создание условий, максимально стимулирующих развитие мышления, как критического, так и творческого[15].

Ниже приведены некоторые методы развития творческого и критического мышления.

1. «Верные и неверные утверждения» или «верите ли вы?»

На сегодняшний день умение прогнозировать является важной способностью, за это отвечает критическое мышление. Использование данного приёма на уроке физики поможет развить умение прогнозировать у обучающихся.

Пример: приём «Верные и неверные утверждения» можно применить на уроке физики в 7 классе при рассмотрении темы «Сила Архимеда»:

1. Сила Архимеда действует только на тела, погружённые в жидкость (нет).

(Сила Архимеда действует и со стороны газообразной среды).

2. Значение выталкивающей силы будет зависеть от объёма тела, погружённого в жидкость или газ и от плотности этой жидкости (да).

3. Значение выталкивающей сила не будет зависеть от плотности экспериментального тела (да).

4. Экспериментально определить выталкивающую силу можно с помощью прибора под названием «Ведёрко Архимеда» (нет).

(Это устройство служит для доказательства закона Архимеда).

5. Закон Архимеда связывают с удивительной легендой о короне царя Гиерона (да).

6. Тело, погруженное в жидкость или газ, теряет в своём весе столько, сколько весит вытесненная им жидкость или газ (да).

7. Если плотность тела больше плотности жидкости, то тело плавает, частично погрузившись в неё (нет).

(Если плотность тела превышает плотность жидкости, оно тонет).

Одной из модификаций метода «Верные и неверные утверждения» являются задания на исправление допущенных в решении ошибок. Это одно из важнейших умений, которому нужно целенаправленно учиться. Автоматическое домысливание, движение мысли по навязанной логике

препятствуют отыскиванию неточностей в уже готовых решениях, и ошибки остаются незамеченными для неопытного взгляда проверяющего.

Пример задания в стиле «Исправь ошибки» показан ниже (см. рис. 1). Такое задание может предлагаться в 9 или 10 классах при отработке знаний, умений и навыков, полученных при изучении равномерного движения.

Где ошибка?

Анализируя график движения автомобиля по прямой дороге (см. рис. 1; ось Ox направлена вдоль дороги), можно сделать следующие выводы:

- 1) первые 80 км пути скорость автомобиля была равной 160 км/ч;
- 2) за первые 1,5 ч автомобиль проехал больше половины всего пути;
- 3) максимальной скоростью автомобиль обладал на промежутке времени от 2 до 4 ч;
- 4) от 0 до 2 ч проекция скорости автомобиля на ось Ox была отрицательной;
- 5) от 2 до 4 ч скорость автомобиля была сонаправлена с осью Ox ;
- 6) модуль перемещения автомобиля за 5 ч составил 0;
- 7) общий путь автомобиля равен 160 км;
- 8) средняя путевая скорость автомобиля составила 60 км/ч;
- 9) на максимальном удалении от точки отправления автомобиль оказался через 5 ч;
- 10) в точке максимального удаления автомобиль стоял в течение 30 мин;
- 11) мгновенная скорость автомобиля в любой момент времени от 2 до 4 ч не совпадает с его средней скоростью;
- 12) на обратном пути ускорение автомобиля не равно нулю;
- 13) на обратном пути модуль ускорения больше модуля ускорения на прямом пути.

У Вас осталось попыток: 2

Проверить

Оцените свою работу:

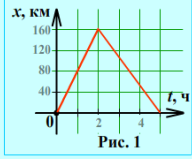


Рис. 1. Анимационное средство «Где ошибка»

Данная анимационная модель предоставляет обучающемуся три попытки. Кроме того, школьник может сам оценить самостоятельно выполненную работу, поставив себе отметку в соответствующем текстовом поле. После этого его отметка сравнивается с отметкой компьютера, которая учитывает ряд объективных факторов, в том числе количество попыток и количество исправленных ошибок, тем самым данное мультимедийное средство способствует не только формированию критически-творческого мышления, но регулятивных универсальных действий.

2. «Корзина» идей

В «корзину» могут складываться, например, исторические факты, термины, а также любые другие сведения, связанные с темой урока. Во время

урока разобшённые, несистематизированные факты, понятия, закономерности связываются (если это возможно и целесообразно) в логические цепи.

Пример: данный метод можно использовать на уроке физики в 8 классе на тему «Свет. Источники света. Распространение света».

На доску помещается корзина (рисуются, приклеивается силуэт; или возможно, что это реализуется с помощью компьютерной техники).

Обучающимся предлагается сделать записи в тетради: всё, что они знают по данной теме из предыдущих уроков, жизненного опыта и т. п.

Далее должно следовать обсуждение в малых группах, после чего в «корзину» может попасть (в зависимости от подготовленности класса, фантазии учеников, креативности мышления) примерно следующее: луч, солнечный зайчик, тень, Солнце, звёзды, огонь, лампочка, фонарик, солнечное затмение, прозрачный, непрозрачный и т. д.

В ходе урока каждое из предложенных понятий, утверждений должно подвергаться осмыслению, анализу, включению в систему знаний обучающегося.

3. «Ромашка вопросов»

Обучающиеся в начале урока формулируют вопросы по какой-либо теме и записывают их на соответствующие лепестки ромашки, анализируя таким образом материал и развивая критическое мышление.

Пример: проиллюстрируем этот метод на примере закрепления пройденного материала в игровой форме по теме «Сообщающиеся сосуды».

На лепестках ромашки можно расположить такие вопросы:

1. С помощью какой модели можно продемонстрировать принцип действия фонтана?
2. Какие сосуды называются сообщающимися?
3. Каким свойством обладают сообщающиеся сосуды?
4. Где в быту и в технике применяется свойство сообщающихся сосудов?

5. Что произойдёт, если в сообщающиеся сосуды налить жидкость разной плотности?

6. Почему в сообщающихся сосудах жидкость устанавливается на одном уровне?

Мощным и эффективным инструментом развития как творческого, так и критического мышления является метод решения ТРИЗ-задач (выполнения ТРИЗ-заданий).

Данный метод позволяет активизировать учебно-познавательную деятельность обучающихся, эффективно включать их в процесс генерирования новых идей, поиска ответов на вопросы конкретной задачи или решение обобщённой проблемы. Этот способ можно применять как заранее запланированный приём работы, так и при возникновении спорного момента на уроке. Очень эффективен способ «ТРИЗ-задач», когда обучающиеся решают проблему, не имеющую однозначного решения, а также в случае, если в классе возникли полярно противоположные точки зрения по какому-то вопросу.

Пример: определить рост человека с помощью часов и длинной капроновой нити.

Один из возможных вариантов решения выглядит следующим образом. Берётся капроновая нить, отрезается по росту человека. К ней привязывается груз небольшого размера. Получается математический маятник. При отклонении на некоторый угол совершает колебания, близкие к гармоническим. Период колебаний определяется делением времени нескольких колебаний на их число. Далее для расчёта длины подвеса используется известная формула для периода колебаний математического маятника.

ГЛАВА II. ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ

2.1. ТРИЗ – технологии в образовательном процессе

ТРИЗ – это теория решения изобретательских задач. Автором технологии является изобретатель и писатель-фантаст Генрих СауловичАльтшуллер.

«Решение изобретательских задач – вместо поисков вслепую – строится на системе логических операций», – писал Г.С. Альтшуллер.

Инновационность ТРИЗ– управление процессом воображения.

Функции ТРИЗ– решение задач разного уровня, типа и структуры. Поиск необычных идей, прогнозирование и управление развитием, тренировка и грамотное использование способностей каждого школьника, развитие творческого мышления, создание слаженного работающего коллектива.

ТРИЗ-педагогика предполагает решение на уроках локально проблемных творческих задач, то есть задач, решение которых известно человечеству, но неизвестно ученикам. Это курс мероприятий, предназначенный для преодоления стереотипов мышления и формирования креативного мышления. Учитель так организует процесс, чтобы все действия учеников были выстроены в определённой последовательности, выполняя которые дети достигнут прогнозируемого результата[16].

Цель применения ТРИЗ-технологии – формирование творческой личности, подготовленной к решению сложных задач в различных областях, не теряющей уверенности при возникновении проблемной ситуации.

Система развития творческого воображения представляет собой набор приёмов и методов, которые конструируются по выбору учителя, преподавателя для достижения наилучшего результата. Данные методы стимулируют интерес к изучаемому предмету, способствуют формированию единой картины мира.

Методы:

- метод ассоциаций;
- метод маленьких человечков;
- ступенчатое конструирование;
- метод тенденций;
- взгляд со стороны;
- метод мозгового штурма;
- метод противоречий;
- метод фокальных объектов;
- метод морфологического анализа;
- дихотомия линейная «ДА-НЕТ»[17].

Существует ряд приёмов, которые принадлежат другим технологиям, но максимально используются в ТРИЗ:

- инсерт;
- Круги Луллия;
- синквейн;
- синектика;
- лжезагадки и др.

Рассмотрим некоторые методы подробнее.

Синквейн – это способ, позволяющий пересказать какой-либо материал парой фраз. Это своеобразное стихотворение (хотя в нём отсутствует рифма), содержащее пять строчек.

1 строка: тема синквейна, представляет из себя одно слово (чаще всего существительное или местоимение), которое обозначает объект или предмет, о котором пойдет речь.

2 строка: имеет уже два слова (обычно прилагательные или причастия), эта строка даёт описание признаков и свойств выбранного в синквейне предмета или объекта.

3 строка: состоит из трёх глаголов или деепричастий, описывающих характерные свойства объекта.

4 строка: фраза из четырех слов, выражающая личное отношение автора синквейна к описываемому предмету или объекту.

5 строка: одно слово – резюме, характеризующее суть предмета или объекта.

Получается маленькое стихотворение, которое позволяет передать самую главную информацию из изученного материала, и поэтому учителя часто прибегают к данному приёму. Синквейн является произведением, требующим передачи материала и сведений лаконичными фразами, таким образом ребёнок может что-либо кратко описать или повторить.

Пример:

1 строка: Физика.

2 строка: Полезная, интересная.

3 строка: Открывает, помогает, экспериментирует.

4 строка: Позволяет увидеть новый мир.

5 строка: Законы.

При мозговом штурме выдвигаются и записываются все, даже самые нереальные, идеи. Далее принимаются во внимание все «за» и «против». Лишнее отсекается (вычёркивается). Остаётся «сгусток» чистых практических предложений по решению проблемы.

Пример: надо очень быстро охладить чай, который только что заварили. Как быть? Требуется найти решение.

Возможные ответы обучающихся:

1. Добавить холодную воду или молоко.
2. Перелить в блюдечко.
3. Много раз переливать из кружки в кружку.
4. Погрузить в стакан холодные ложки.
5. Поставить в холодильник или морозилку.
6. В тару с холодной водой.
7. Поместить в снег.

Приём «Да-Нет» позволяет сформировать у школьников умения задавать вопросы, строить их последовательность таким образом, чтобы сужался круг возможных объектов, явлений, свойств, процессов, подпадающих под определённые критерии, отбрасывать несущественные признаки и акцентировать внимание на существенных и т. п.

Пример: учитель загадал физическое явление (например, молния).

Возможные вопросы учеников:

1. Это явление может происходить в нашем городе? (Да)
2. Оно опасное? (Да)
3. Его можно увидеть только с помощью специальных приборов?
(Нет)
4. Чаще всего это явление бывает в хорошую погоду? (Нет)
5. В дождь? (Да)
6. Оно сопровождается вспышками света? (Да)
7. Это молния? (Да)

Метод фокальных объектов – метод поиска новых идей или качеств путём присоединения к исходному объекту свойств и признаков других случайных объектов.

Цель – усовершенствование объекта за счёт получения новых модификаций с неожиданными свойствами. Таким образом формируется нестандартное мышление, генерирование новых идей, развивается воображение и творческое мышление.

Метод фокальных объектов служит для поиска модификаций известных устройств, обнаружения новых сфер применения уже известных свойств, явлений, процессов.

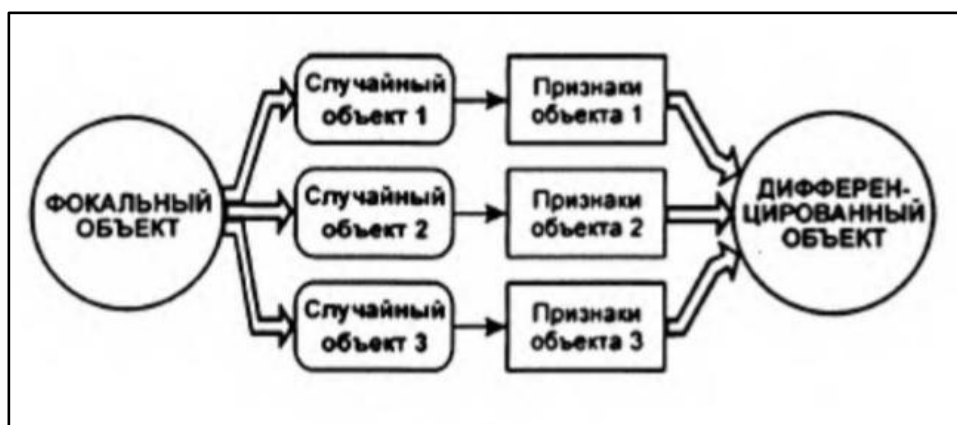


Рис. 2. Схема дифференцирования фокальных объектов

Принцип работы по методу фокальных объектов:

1. Выбрать объект, который необходимо совершенствовать (фокальный объект).
2. Сформулировать цель совершенствования объекта.
3. С помощью любой книги, словаря или другого источника выбрать случайные слова (объекты).
4. Выделить признаки (свойства) выбранных случайных объектов.
5. Перенести выделенные признаки (свойства) на объект исследования.
6. Выписать идеи, полученные от сочетания объекта исследования с признаками случайных объектов.
7. Провести анализ полученных сочетаний и выбрать наиболее подходящие.

Решать задачи с помощью фокального метода удобно в табличной форме.

Для обучающихся этот метод может быть использован в несколько видоизменённом формате. Например, имдаётся заготовка в виде пустой таблицы, которую они должны заполнить самостоятельно, решая поставленную перед ними задачу. Ниже приведена такая, уже заполненная, таблица для выполнения задания: «Предложите новый вид часов».

Фокальный объект	Присоединение одного объекта	Присоединение двух объектов	Присоединение трёх объектов
Часы	Часы механические	Часы механические цветные	Часы цветные самозаводящиеся водонепроницаемые

При использовании данного метода можно поступить и следующим образом. Например, при изучении реактивного движения предложить сконструировать реактивное устройство (фокальный объект), обладающее свойствами предложенных самим учителем таких, например, объектов как фен, река и др. (см. рис. 3). Такое задание, выполнявшееся на одно из этапов урока, на котором проводилось апробирование соответствующего мультимедийного средства, показало его высокую привлекательность и вызвало большой интерес обучающихся.

Метод фокальных объектов (модификация)

Реактивное устройство

1 команда	2 команда	3 команда
муха,	река,	колесо,
фен	юла	ветер






Рис. 3. Использование метода фокальных объектов на уроке

Метод фокальных объектов позволяет предложить принципиально новые подходы к конструированию среды, эффективен при поиске новых форм и принципов действия проектируемого объекта. Эффективность метода во многом определяется умением человека строить оригинальные ассоциативные цепочки.

Рекомендации по применению метода фокальных объектов:

1. Лучше использовать случайные слова из разных областей: явления природы, литература, техника и т. д. Слова не должны относиться к той же области, что и сам фокальный объект.

2. При выборе свойств надо избегать банальных определений, таких слов, как оранжевый, лёгкий, острый, квадратный и т. д. Они подходят почти к любому объекту, поэтому высока вероятность того, что при ассоциировании с фокальными объектами они не дадут интересного сочетания. Необходимо выбрать свойства, признаки, которые объект проявляет иногда. Например: лампочка – вспыхнувшая, цветок – покусанный.

3. Фокальным объектом может быть как отдельный предмет, товар, вещь или услуга, так и организация в целом или её отдельные подразделения. При выборе объекта необходимо чётко установить цель его усовершенствования – это будет критерием, по которому потом будут отбираться идеи.

4. Необходимо записывать все варианты полученных сочетаний, постепенно соединяя их в читаемое словосочетание.

5. При обсуждении новых идей на основе полученных словосочетаний необходимо развивать цепочки ассоциаций, давать несколько вариантов ответов на вопросы: «Что это может быть?», «Кто это может быть?», «Где это может быть?», «Кому это надо?».

При отборе наиболее эффективных решений обычно используют экспертов [18].

Итак, ТРИЗ вдохновляет учеников на открытие новых знаний, на поиск вопросов и решений, пробуждает желание действовать, творить.

Виды ТРИЗ-задач:

Закрытые задачи – это задачи школьного и вузовского образования, когда ответ заведомо известен и вся методология в поиске решений приводит к единственному способу решения, будь то формула, закон, явление и т. д.

Открытые задачи – это задачи, которые имеют несколько вариантов решений, предполагают возможность уникальных ответов или позволяют ученикам самостоятельно открывать неизвестные им факты.

Алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ) – это комплексная программа алгоритмического типа, основанная на законах развития технических систем и предназначенная для анализа и решения изобретательских задач.

Это своеобразная пошаговая инструкция, в которой можно выделить три части:

1. Программа АРИЗ – последовательность операций по выявлению и разрешению противоречий, анализу исходной ситуации и выбор задач для решения, синтезу решения, анализа полученных решений и выбору наилучшего из них, накоплению наилучших решений и обобщению этих материалов для улучшения способа решения других задач.

2. Информационное обеспечение включает в себя систему стандартов на решение изобретательских задач; технологические эффекты (физические, химические, биологические, математические, в частности, наиболее разработанных из них в настоящее время – геометрические); примеры устранения противоречий; способы применения ресурсов природы и техники.

3. Методы управления психологическими факторами.

Основные понятия АРИЗ:

1. Противоречия.

Противоречия – взаимодействие противоположных, взаимоисключающих сторон и тенденций, предметов и явлений, которые вместе с тем находятся во внутреннем единстве. В случае с ТРИЗ и АРИЗ решение проблемы строится на последовательности по выявлению и разрешению противоречий, устранению их причин. АРИЗ апеллирует к трём видам противоречий, благодаря которым выявляются причинно-следственные связи. Их определение необходимо для понимания сути решения задачи.

Поверхностное противоречие (ПП) – противоречие между потребностью и возможностью её удовлетворения. Классическая теория Г.С. Альтшуллера называет это противоречие административным (АП), поскольку оно часто формулируется администрацией или заказчиком и содержит отсылку к проблеме: «Надо увеличить скорость работы, но неизвестно как» или «Имеется брак в производстве, его нужно устранить, но неясно как это сделать» и т. д. Поверхностное противоречие сопряжено либо с устранением нежелательного эффекта (НЭ) – того, что нас не устраивает в технической системе, либо с необходимостью создания чего-то нового, но ещё непонятно как. Пример: снимая горячую кастрюлю с плиты, можно обжечься. Как устроить этот недостаток?

Углублённое противоречие (УП) – это противоречие между определёнными частями, качествами или параметрами системы. УП возникает при улучшении одних частей (качеств или параметров) системы с учётом недопустимости ухудшения других, когда полезное действие, вызывает одновременно и вредное. Обычно приходится искать компромисс, то есть чем-то жертвовать ради решения (скоростью работы, габаритами и т. д.). Таким образом, углублённое противоречие представляет собой причину возникновения поверхностного противоречия, усиливая его. Г.С. Альтшуллер, указывая, что для решения задачи нужно изменить

технические характеристики объекта, называл это противоречие техническим (ТП). Пример: кастрюля должна нагреваться, ведь только так возможно приготовление еды. Это вступает в противоречие с потребностью снимать кастрюли с плиты голыми руками.

Обострённое противоречие (ОП) – предъявление диаметрально противоположных свойств (например, физических) к определённой части технической системы. Оно необходимо для определения причин, породивших углублённое противоречие, другими словами, является дальнейшим его углублением. Порой это нужно для выявления первопричины. Изучение причин, породивших углублённое (техническое) противоречие приводит к необходимости выявления противоречивых физических свойств системы, поэтому Г.С. Альтшуллер назвал его физическим противоречием (ФП). Пример: кастрюля должна быть горячей, чтобы готовить в ней еду, и холодной, чтобы снимать её руками. Но достаточно, чтоб горячим было только дно и стенки. А вот ручки можно сделать из теплоизоляционного материала.

Идеальный конечный результат (ИКР) – решение, которое хочется видеть в своих самых смелых мыслях. ИКР – идеальная система, КПД которой равен 100 %. Альтшуллер предположи, что самое эффективное решение проблемы – такое, которое достигается «само по себе», только за счёт уже имеющихся ресурсов. Он определял идеальный конечный результат как ситуацию когда: «Некий элемент (X-элемент) системы или окружающей среды сам устраняет вредное воздействие, сохраняя способность выполнять полезное»[19].

Пример: при изготовлении труб большого диаметра из бетона между двумя концентрическими опалубками, которые сделаны из стали, заливают бетонную смесь.

Для того чтобы трубы получились высокого качества, бетонную смесь вибрируют с помощью вибраторов, закреплённых на опалубке.

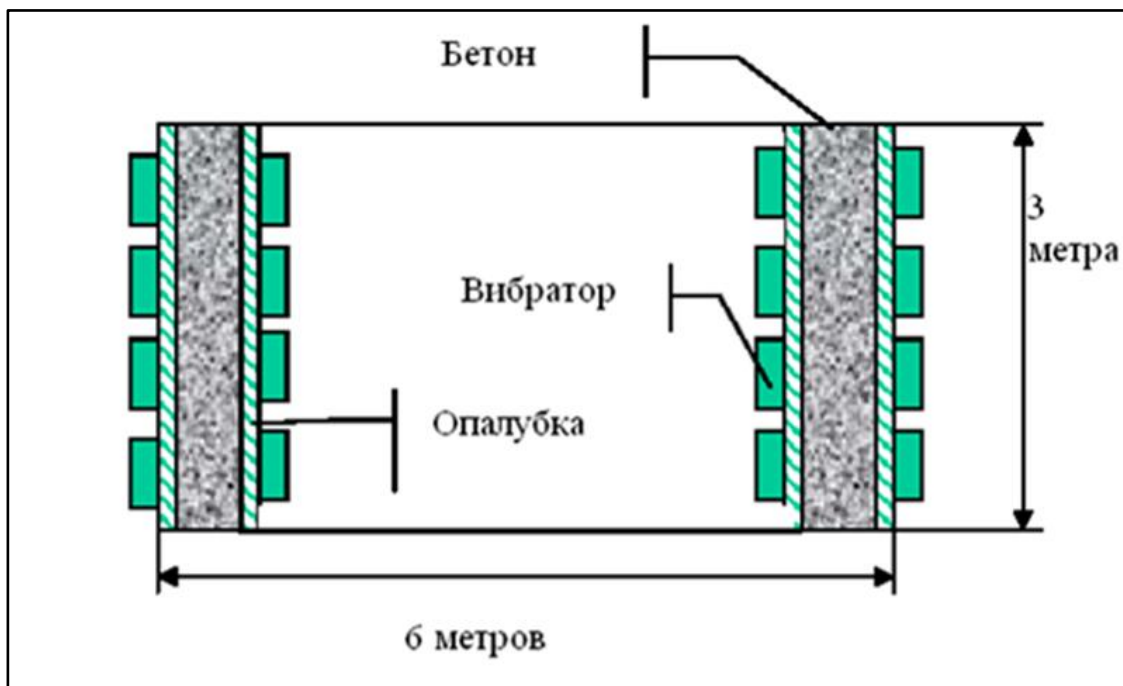


Рис. 4. Схема изготовления бетонных труб большого диаметра

Принцип работы вибратора: на оси электромотора закреплён эксцентрик, при вращении мотора вращается и эксцентрик, нанося непрерывно удары по стенке опалубки. Опалубка начинает вибрировать, эта вибрация передаётся бетону.

Проблема заключается в том, что возникает сильный шум, который разносится по окрестностям. Уровень шума примерно совпадает с уровнем шума, производимого работающим реактивным двигателем. Как быть?

Шаг 1. Описание выбранной проблемы

Система предназначенная для производства труб состоит из двух концентрических цилиндрических опалубок, между которыми заливают бетон, и вибраторов, которые стучат по опалубке для уплотнения бетона.

В рамках подхода классической ТРИЗ проблема сложна потому, что в ней скрыто противоречие. Правильно поставить задачу – значит чётко определить выявленное и сформулированное противоречие. Для этих целей в АРИЗ предусмотрена система технических противоречий (ТП).

В результате корректной формулировки проблемы получаем два параметра технической системы, которые связаны между собой через некий

третий параметр так, что улучшая параметр 1, который зависит от параметра 3, происходит ухудшение параметра 2 и наоборот.

Система противоречий:

ТП-1: Если сила вибрации (параметр 3) велика (значение параметра 3), то плотность и однородность бетона (параметр 1) высока (значение параметра 1, расцениваемое как позитивное), но при этом уровень шума (параметр 2) очень высок (значение параметра 2, расцениваемое как негативное).

ТП-2: Если сила вибрации (параметр 3) невелика (противоположное значение параметра 3), то уровень шума (параметр 2) удаётся понизить (значение параметра 2, расцениваемое как позитивное), но при этом плотность и однородность бетона (параметр 1) снижается (значение параметра 1, расцениваемое как негативное).

Параметр 1:	Плотность и однородность бетона.
Параметр 2:	Уровень шума.
Параметр 3:	Сила вибрации.

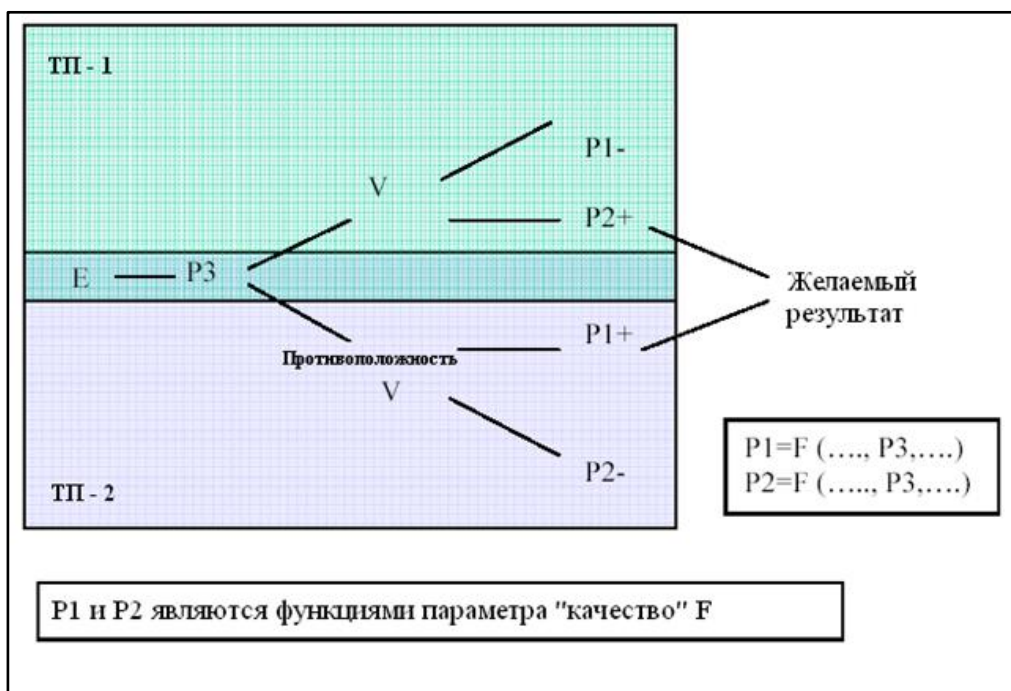


Рис. 5. Схема системы противоречий, предлагаемая в рамках подхода

Результат, который необходимо получить, чтобы решить задачу

Для решения задачи необходимо обеспечить высокую плотность и однородность бетона (значение параметра 1, расцениваемое как положительное), при низком уровне шума (значение параметра 2, расцениваемое как положительное).

Шаг 2. Построение графических схем системы противоречий

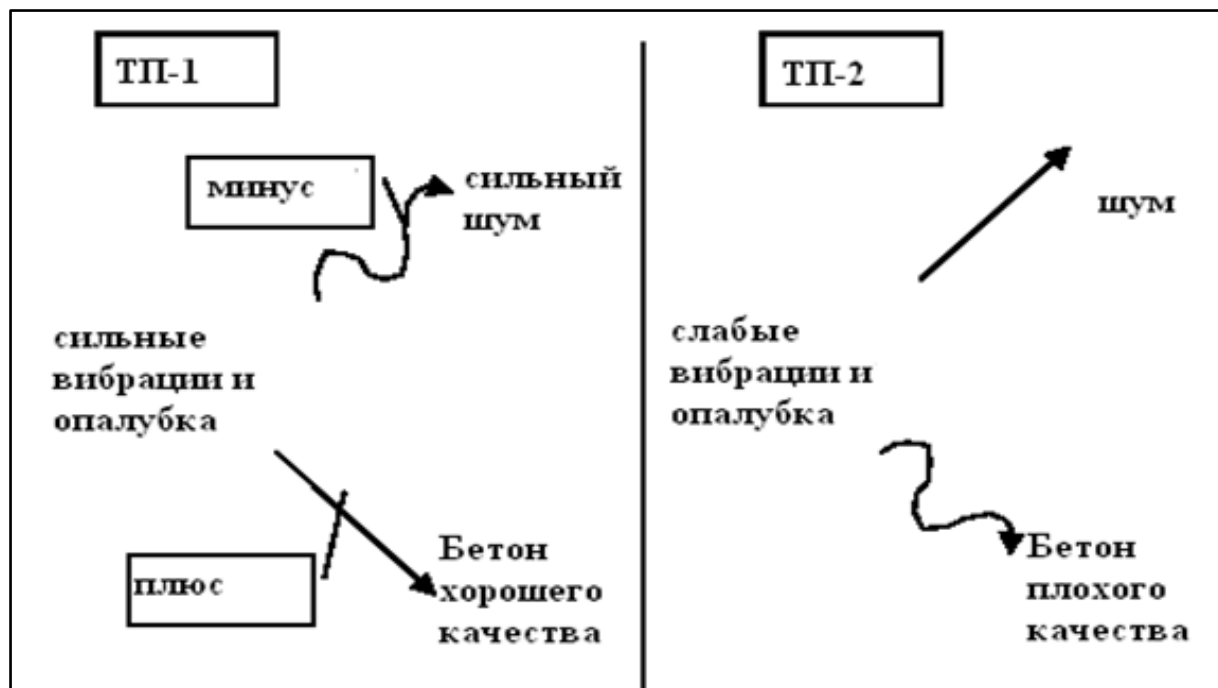


Рис. 6. Графические схемы

Шаг 3. Выбор графической схемы, описывающей проблему

В строительной сфере необходимы бетонные трубы разного диаметра и высокого качества.

Для производства таких труб в опалубку заливается полужидкая бетонная смесь, после полимеризации которой получают бетонные трубы.

Для получения хорошего качества бетона в полужидкой бетонной смеси необходимы определённые вибрации, для возбуждения которых используются устройства, называемые вибраторами.

Вибраторы с большой силой периодически стучат по стенкам опалубки, вызывая их колебания, которая передаётся затем бетонной смеси.

Шаг 4. Усиление конфликта, лежащего в основе проблемы

Вибраторы наносят по опалубке удары такой силы, что возникающий от этого шум непереносим человеком даже на расстоянии сотен метров от места, где производятся трубы.

Однако при этом удаётся получить равномерную, неугасающую вибрацию стабильной амплитуды во всём массиве бетона.

Шаг 5. Описание модели решения

В систему необходимо ввести некий икс-элемент, который обеспечит необходимую силу и амплитуду колебаний (движения, шевеления, вибрации) бетона и сделает работу вибраторов совершенно бесшумной.

Шаг 6. Контрольный ответ

Необходимо рассмотреть вводимые вещества и поля. Можно ли не вводить новые вещества и поля, используя ВПР, имеющиеся и производные? Можно ли использовать саморегулирующиеся вещества?

В итоге получается два варианта:

1. Решение без ввода вещества: в качестве вещества, обладающего магнитными свойствами, используется вода, входящая в бетонную смесь и электрический ток протекающий, по ней и создающий магнитное поле.

2. Решение с введением вещества обладающего ферромагнитными свойствами: введение магнитного или электрического полей необходимо в качестве носителей немеханической энергии, проходящих через опалубку без механического взаимодействия с ней.

Шаг 7. Заключение

Решение с введением ферромагнитных компонентов в бетонную смесь было наиболее успешным и даже запатентованным. Ранее, из-за сильного шума подобные заводы приходилось строить вдали от населённых пунктов. Это создавало дополнительные транспортные расходы и организационные трудности. С внедрением полученного решения открылась возможность размещать заводы вблизи населённых пунктов, где жили рабочие. В итоге уменьшились расходы на транспортировку рабочих к заводу, сократилась

длина электрических и других коммуникаций, что привело к снижению стоимости строительства таких заводов. Как суммарный результат, существенно возросла экологическая чистота такого рода производств, плюс завод начал потреблять отходы другого производства, сократив прямое загрязнение окружающей среды. И, конечно, что исчез сильный шум, находившийся на пределе болевого барьера человека и соизмеримый с шумом двигателя реактивного самолета.

Идеальная техническая система – это система, которой нет, а её функции выполняются, другими словами, цели достигаются без средств.

Идеальное вещество– вещества нет, а функции его (прочность, непроницаемость и т. д.) остаются. Этим объясняется современная тенденция использования всё более лёгких и прочных материалов.

Идеальная форма– обеспечивает максимум полезного эффекта, например, прочность при минимуме используемого материала.

Идеальный процесс– получение результатов без процесса, то есть мгновенно. Сокращение процесса изготовления изделий – цель любой прогрессивной технологии.

Таким образом, суть АРИЗ заключается в том, чтобы на основе сопоставления идеального и реального состояния выявить противоречие и установить его. Именно для этого важно, чтобы у изобретателя было развито критическое и творческое мышление, которое можно тренировать с помощью ТРИЗ-задач.

2.2.Использование элементов ТРИЗ на уроках по физике

Адаптированные методы ТРИЗ как нельзя лучше подходят к реализации целей развивающего обучения в школе, воспитания творческой личности, способной к поиску нетривиальных решений поставленных задач. ТРИЗ-задания можно использовать при изучении любого школьного предмета как гуманитарной, так и естественнонаучной направленности, а физика является одной из тех дисциплин, при освоении которой ТРИЗ-

методы наиболее востребованы и методически оправданы. Интеграция ТРИЗ-задач с основным контекстом урока (или иного учебного занятия) делает его более интересным и эффективным, позволяет решать стратегические задачи по формированию у обучающихся устойчивой потребности к научному творчеству, формированию по-настоящему критического мышления.

Отметим, что в некоторых школах Пензенской области ТРИЗ-занятия – это уже не просто эпизодические занимательные встречи, факультатив или кружок, проводимые во внеклассное время, а практика, переходящая в целостную систему, которой учитель стремится следовать из урока в урок. Естественно предположить, что сформированность навыков творческого мышления выше там, где педагог следует принципам развития креативности целенаправленно и регулярно.

Для выявления уровня сформированности умений генерировать творческие идеи среди обучающихся двух общеобразовательных учреждений г. Пензы (МБОУ СОШ № 58 г. Пензы и МБОУ «Гимназия № 44» г. Пензы; 7-ые, 9-ые и 11-ые классы выборочно) в 2020 году был проведён эксперимент, в ходе которого группам школьников предлагалось решать задачи физико-технической направленности из открытого банка заданий для «Креатив-боя». Например, такие как:

1. Из бетонного пола торчит железная труба метровой длины с открытым верхним концом. Таня уронила туда теннисный мячик. Как его достать?

Контрольный ответ: налить в трубу воду, мячик всплывёт.

2. Около восьми процентов мужчин – дальтоники, т. е. не различают или плохо различают цвета. В большинстве стран таким людям не дают водительские права. Причина в том, что эти люди не могут различать сигналы светофоров. Предложите конструкцию светофоров, которая решила бы эту проблему. Учтите, что сигнал светофора должен хорошо различаться в разных дорожных условиях.

Контрольный ответ: контрольного ответа нет.

Как известно, такие задания принадлежат к типу открытых, т. е. не имеющих единственного правильного ответа. Поэтому во время проведения эксперимента были зафиксированы все варианты обучающихся, в том числе совпавшие с контрольными, признанные жюри наиболее удачными, оригинальными. Например, при решении задачи № 1 (см. выше) были приняты во внимание следующие интересные ответы (кроме контрольного): «использовать всасывающую силу пылесоса», «с помощью палки с липучкой на конце» и др.; при решении задачи № 2: «использовать разные формы сигналов», «пусть зелёный горит как обычно, а на жёлтом цвете опускается нечто вроде шлагбаума», «разные цветовые сигналы сопровождать разными звуками», «добавить в каждую машину функцию автопилота, тогда она сама будет тормозить», «поставить в каждую машину распознаватель цветов с динамиком, который будет сообщать, какой цвет светофора горит», «использовать разный режим горения разных цветов (мигание, постоянное свечение, переливание)» и др.

Следует отметить, что доля ответов, совпавших с контрольными или близкими к таковым, оказалась примерно на 20 % выше в тех группах (соответственно возрастным категориям), где ТРИЗ-занятия проводились на регулярной основе. Таким образом, необходимость в подобного рода занятиях вполне очевидна. Однако для обеспечения образовательного процесса с использованием технологий развития творческого мышления обучающихся требуются разнообразные дидактические ресурсы. Нами, в частности, разрабатываются такие материалы физико-технического содержания, которые позволяют реализовывать идеи креативного подхода на уроках физики, а также внеурочных занятиях по физике[20].

Ниже приводятся краткие характеристики уроков по физике и их фрагментов, на которых, на наш взгляд, целесообразно использование элементов ТРИЗ-технологии.

7 класс

Тема урока: «Сообщающиеся сосуды»

Тип урока: урок «открытия» новых знаний.

Цели:

- образовательная: продолжить формирование понятия давления жидкости на дно сосуда и изучение закона Паскаля на примере однородных и разнородных жидкостей в сообщающихся сосудах, находить примеры сообщающихся сосудов в быту, технике, природе;
- развивающая: формировать интеллектуальные умения анализировать, сравнивать, развивать навыки самостоятельной работы;
- воспитательная: воспитание аккуратности, бережного отношения к оборудованию кабинета, умения слушать и быть услышанным.

Этапы урока:

1. Организационный этап.
2. Мотивационный этап.
3. Актуализация знаний.
4. Постановка проблемы.

На четвёртом этапе можно предложить следующую ТРИЗ-задачу, в ходе решения которой обучающиеся приходят к теме урока «Сообщающиеся сосуды».

Задача № 1

Однажды я случайно подслушал рассказ садовода-любителя своему соседу. «Накачал я вчера вечером погружным насосом, «Малышом», из колодца воду в бак, чтобы в течение следующего дня она прогрелась. Выключил насос и довольный пошёл домой. А сегодня прихожу, смотрю – бак-то почти пуст. До сих пор понять не могу, куда вода делась».

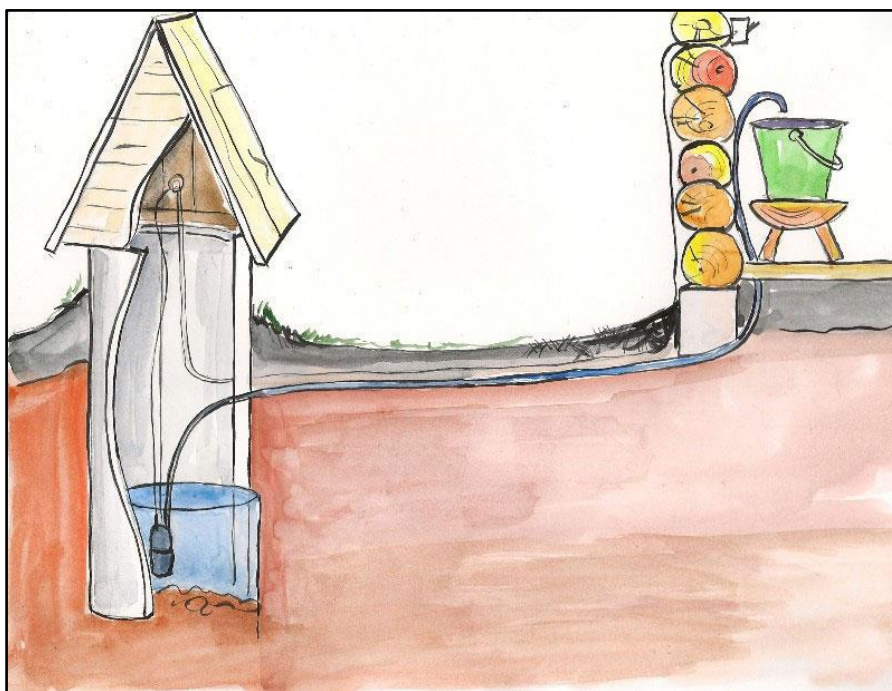


Рис. 7. К задаче № 1

Далее обучающимся предлагается поразмышлять и выдвинуть различные версии «исчезновения воды». Как показывает практика, вариантов обучающимися высказывается достаточно много. Причём их тем больше, чем больше школьники до этого выполняли ТРИЗ-заданий.

Ни одна из версий не должна критиковаться учителем. Также нужно добиться того, чтобы и одноклассники не критиковали возникающие, пусть даже и нелепые, гипотезы. Контрольный правильный ответ не является самоцелью ТРИЗ-задачи, её главное предназначение в развитии многовариативности мышления, его творческой составляющей.

Так, во время поиска ответа на вопрос вышеуказанной задачи были предложены следующие версии:

- бак проржавел, потёк;
- был плохо закрыт кран;
- бак присоединён к автоматической системе полива;
- вода испарилась;
- вода обратно утекла по шлангу в колодец и др.

После выслушивания вариантов. Учитель может продолжить «рассказ садовода-любителя», из которого обучающиеся услышат, что бак был новым

и никаких повреждений он не обнаружил, кран был хорошо закрыт и ни к чему бак не присоединялся, ну а такое большое количество воды испариться не могло... В итоге должна остаться только одна версия, совпавшая с контрольным ответом, позволяющая вывести обучающихся на тему урока.

Работа с указанной ТРИЗ-задачей на этом не заканчивается. К ней необходимо будет вернуться на этапе закрепления материала и «столкнуть» обучающихся с ещё одной проблемной ситуацией: «необычное соединение сообщающихся сосудов» – «через верх», провести эксперимент, выводящий на понятие и принцип действия такого устройства как сифон.

8 класс

Тема урока: «Лампа накаливания. Электронагревательные приборы»

Тип урока: урок рефлексии.

Цели:

– деятельностная: научить учеников выявлять причину своих затруднений, формировать способность к самостоятельному выстраиванию алгоритма действий по устранению возникшего затруднения, научить самоанализу своих действий и разным способам нахождения выхода из конфликта.

– содержательная: с помощью практических методов закрепить полученные ранее знания, понятия и скорректировать их при необходимости.

После изучения темы электричества, лампы накаливания и электрические приборы, можно предложить для закрепления материала следующую открытую ТРИЗ-задачу.

Задача № 2

В подъездах домов часто выходят из строя лампы накаливания. Жильцы часто жалуются на это. Управляющая компания, постоянно посылая электриков на устранение данной проблемы, вынуждена тратить лишние средства, что в дальнейшем снова бьёт по кошельку плательщиков. Почему же так часто горят лампочки и как решить эту проблему?

Варианты ответов обучающихся:

– Всему виной скачок напряжения. В результате этого на короткое время увеличивается степень накала вольфрамовой нити, она становится тоньше и обрывается раньше установленного срока.

– Лампочки могут быстро перегорать из-за халатности жильцов, потому что днём они попросту забывают их выключать. Установить специальный таймер, который автоматически будет выключать лампочку с утра и включать её вечером.

– Лампочка может быстро выходить из строя потому, что в подъезде темно и она должна гореть постоянно. Можно установить датчик движения, который будет зажигать лампочку только тогда, когда человек находится в подъезде.

– Лампа не перегорает, а её крадут соседи, вкручивая на её место перегоревшую. Чтобы решить эту проблему необходимо поместить лампу в защитный короб с замком, а ключ хранить в управляющей компании.

– Заменить лампу накаливания на энергосберегающую лампу.

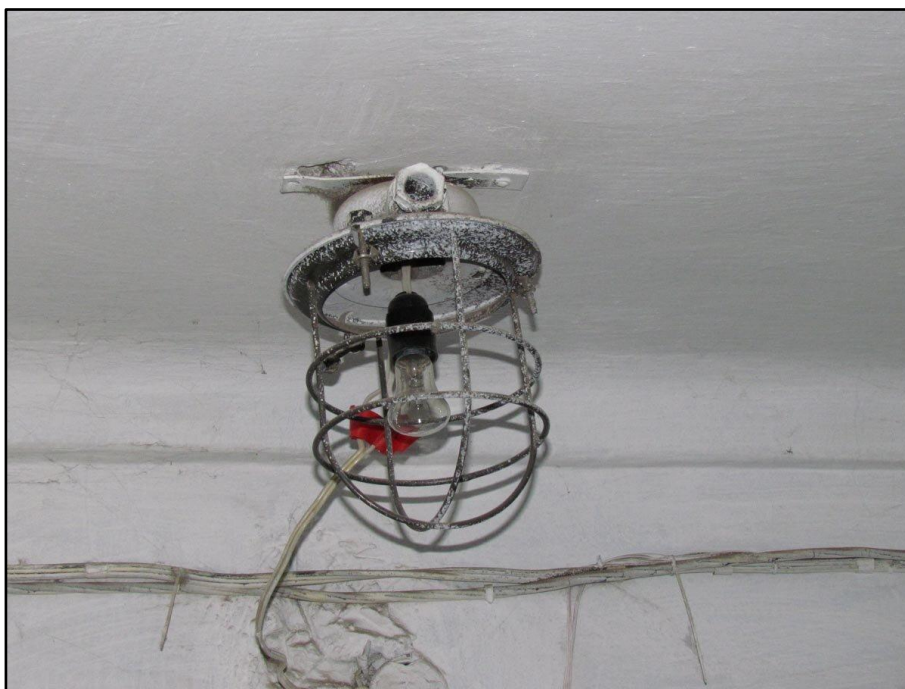


Рис. 8. К задаче 2

9 класс

Тема урока «Звук колебания. Источники и характеристики звука»

Тип урока: «открытия» новых знаний.

Цели урока:

– деятельностная: формировать у учеников способность к открытию новых знаний, познакомить учащихся с понятием «звук», характеристиками звука

– содержательная: научить различать звуки по громкости, тону, тембру; показать, как эти характеристики связаны с частотой и амплитудой колебаний; показать связь физики с музыкой.

На этапе первичного закрепления материала можно предложить обучающимся порассуждать над решением следующей актуальной проблемы.

Задача № 3

2020 год запомнится всему миру не только эпидемиологической обстановкой, но и сильными лесными пожарами. Лишь только в нашей Пензенской области от пожара пострадало 317 гектар земли. Сгорели посёлки, а от угарного газа задохнулись люди, так как не были вовремя оповещены о приближающейся беде и не успели эвакуироваться. Предложите надёжный способ вовремя оповещать людей о начавшемся недалеко от них лесном пожаре.



Рис. 9. К задаче № 3

Так как это очень актуальная и сложная проблема, то на первый взгляд трудно придумать множество решений. После мозгового штурма обучающиеся могут прийти к варианту позволяющему задействовать спутниковую систему.

Если где-то будет начинаться лесной пожар, информация со спутниковых систем мгновенно будет поступать в МЧС. Сотрудники МЧС, обработав сигнал, будут оповещать населённые пункты, которые находятся в опасной зоне. Для этого можно будет использовать радиотрансляционные узлы и либо по проводному радио, либо посредством телефонных кабелей передавать информацию в эти пункты и организовывать спасение населения.

Но бывает такая ситуация, когда местные жители просто не имеют в своих отдалённых домах ни телевизоров, ни телефонов. Тогда можно усовершенствовать подачу сигнала от спутника до совсем нового изобретения под название «электронная рында».

Рында – это колокол, располагаемый на корабле. По аналогии так же называют колокол на пожарной башне.

Электронная рында – это универсальный радиотрансляционный узел, которым может управлять МЧС и представители местных органов власти. Если установить такой прибор в сёлах, то все жители будут вовремя оповещены о приближающейся опасности.

10 класс

Тема урока: «Капиллярные явления»

Тип урока: урок развивающего контроля.

Цели:

- деятельностная: научить учащихся различным способам самоконтроля и взаимоконтроля, сформировать способности, позволяющие осуществлять контроль знаний;
- содержательная: проверка ЗУН учителем и самопроверка учеников.

Следующую ТРИЗ-задачу можно использовать на этапе актуализации знаний и осуществления пробного действия.

Задача № 4

Каждое утро на столе рядом с заварником хозяйке приходится стирать «чайное» пятно. Каждый раз она делает замечания своим детям или мужу, что те неаккуратно наливают заварку. Они говорят, что не виноваты. Да и хозяйка не наливает воды в него слишком много. Как же образуется чайная лужица?



Рис. 10. К задаче № 4

В ходе рассуждений над этой ТРИЗ-задачей обучающиеся должны выяснить, какой чай заваривает хозяйка в чайнике (рассыпной или пакетированный). Узнав, что хозяйка помещает в заварник пару пакетиков чая, все возможные решения придут к единственно верному ответу, всё дело в капиллярном явлении. Жидкость впитывается в ниточки чайных пакетиков и постепенно спускается вниз, образуя на столе столь нежелательную лужу.

11 класс

Тема урока «Магнитное поле. Ферромагнетики»

Тип урока: «открытия» новых знаний.

Цель: организовать деятельность обучающихся по изучению магнитных свойств веществ, создать условия к получению знаний и умений работать с информацией, расширение мировоззрения обучающихся: осознание ими современного развития науки и её значимости.

Задача № 5

Зимой во время сильных снегопадов на провода линий электропередач оседает много снег. Во время оттепелей снег начинает таять и превращается в лёд. Под тяжестью льда провода могут прогибаться, а потом и рваться. Очищать вручную или на специальной технике многокилометровые участки проводов очень долго и дорого. Как очищать провода быстро и дёшево?



Рис. 11. К задаче № 5

ТРИЗ-задачу можно использовать на этапе постановки проблемы. Дать возможность обучающимся проанализировать ситуацию, актуализировать ранее полученные знания и прийти к определённым решениям. В конце

урока, подводя итоги, обозначить, какие ответы были полностью верны, а какие были не совсем близки к истине.

Использовать ферромагнитный нагреватель проводов. Такая конструкция позволит исключить образование льда на проводах. Просто необходимо через определённое расстояние надеть на провода ферритовые колечки. Под действием переменного тока идущего по проводам, колечки будут нагреваться и поддерживать температуру провода выше нуля градусов. Чтобы исключить нагрев проводов летом, колечки должны быть изготовлены из материала с точкой Кюри чуть выше нуля градусов.

7 класс

Тема урока: «Давление»

Тип урока: урок развивающего контроля.

Цели:

- деятельностная:развить у обучающихся способы самоконтроля и взаимоконтроля.
- содержательная:произвести проверкуЗУН и самопроверка учеников по теме давления.

Подобную ТРИЗ-задачу можно использовать на этапе актуализации знаний и осуществления пробного действия.

Задача № 6

Велосипедист готовится к серии летних велогонок. Ежедневно совершая заезды на разные дистанции, он замечает, что заднее колесо понемногу спускает. Проведя осмотр колеса, он понимает, что повреждений нет. Более того, проверка камеры в воде показывает, что проколы отсутствуют. Ниппель тоже не пропускает воздух. Но как только он вставляет камеру обратно, накачивает колесо и даже закручивает колпачок на ниппель, колесо понемногу снова начинает спускаться. В чём же дело? Почему колесо спускает?

Для верного решения этой задачи, семиклассникам стоит дать вводную справку. Разобрать основные детали колеса, зарисовать его или продемонстрировать картинку с помощью мультимедийного оборудования. Сделать акцент на таком элементе, как ниппель. Объяснить, что ниппель – это устройство, служащее для удержания сжатого воздуха внутри велосипедной или автомобильной камеры.



Рис. 12. К задаче № 6

После теоретического обзора ребята быстро придут к выводу, что проблема в каком-то инородном объекте, например камешке, который попал в колпачок и давит на ниппель.

7 класс

Тема урока: «Тепловое расширение»

Тип урока: «открытия» новых знаний.

Цели:

- деятельностная: развитие умений объяснять тепловое расширение тел.
- содержательная: получение и формирование умений объяснять тепловое расширение тел, исходя из дискретности строения вещества.

Данную ТРИЗ задачу можно совмещать с методом «Корзина идей». В начале урока при постановке проблемы предложить эту задачу. Дать время на обдумывание и собрать в «корзину» варианты ответов учеников. После этого в течение урока при изучении темы «тепловое расширение» прийти к правильному ответу.

Задача № 7

Около четырех тысяч лет назад по приказу египетского фараона Аменхотепа III были высечены из камня две огромные статуи. Почти две тысячи лет они стояли молча. Но произошло землетрясение и ...о чудо! Одна из статуй стала «говорящей». Каждое утро, как только лучи восходящего солнца нагревали статую, она издавала протяжный и жалобный стон. Египтяне воспринимали статую как настоящее чудо, считая, что души умерших людей или даже сами Боги разговаривают с людьми таким образом. Даже фараоны почитали «говорящую» статую. Как Вы думаете, почему статуя стала «говорящей»?



Рис. 13. К задаче № 7

Во время землетрясения в одной каменной статуе образовалась длинная и глубокая вертикальная трещина. Утром, первые лучи солнца касавшиеся статую нагревали воздух в трещине. Воздух в трещине

расширялся и устремлялся вверх. Поток воздуха в самой узкой части трещины и производил звук, похожий на стон.

11 класс

Тема урока: «Система Земля-Луна»

Тип урока: урок развивающего контроля.

Цели:

- деятельностная: формировать способности обучающихся, осуществлять контроль и взаимоконтроль знаний;
- содержательная: закрепить знания обучающихся о физической природе единственного естественного спутника Земли.

Такого рода ТРИЗ-задачу можно рассматривать как на физике в IV четверти 11 класса, так и на астрономии в 10 или 11 классе (в зависимости от программы).

Задача № 8

Во время работы над станцией «Луна-16» инженеры столкнулись с проблемой: им нужна была лампочка для подсветки поверхности Луны. Было экспериментально получено 4 типа ламп с нужными характеристиками, но вот беда: ни одна из них не выдерживала расчётных механических нагрузок. Самое слабое место – крепление баллона с цоколем. Инженеры переживали, что в этом месте и будет проблема: баллон может разрушиться или лампа просто разгерметизируется. С этой проблемой инженеры и подошли к Генеральному конструктору Георгию Бабакину. Бабакину нужно было несколько секунд, чтобы решить эту проблему. Что же он сделал?

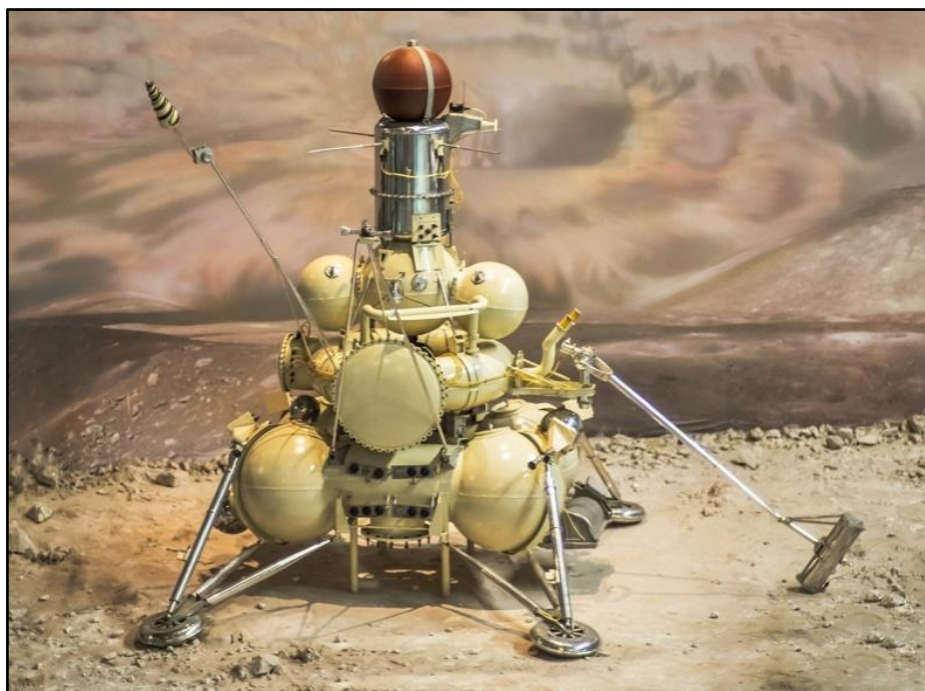


Рис. 14. К задаче № 8

На предыдущих уроках обучающиеся уже познакомились подробнее со строением естественного спутника Земли Луной, поэтому в ходе своих рассуждений они вспомнят о наличии вакуума и поймут, что баллон попросту не нужен. Учитель в конце может подытожить решение этой задачи цитатой конструктора.

Георгий Бабин сказал: «Ну и пусть себе ломается. На Луне – вакуум, и никакой необходимости в баллоне там нет!».

10 класс

Тема урока: «Электрически ток. Сила тока. Условия существования электрического тока»

Тип урока: урок систематизации знаний.

Цели:

– деятельностная: научить обучающихся систематизации приобретённых знаний, развивать умения перехода от общего к частному и наоборот.

– содержательная: научить учащихся обобщению материала, выделению главной мысли, научить видению нового знания в структуре

общего курса, устанавливать связи с уже приобретённым ранее опытом и его значение для последующего обучения.

Вначале, при актуализации ранее полученных знаний, вспоминая программу 8 класса, можно организовать непривычный опрос, предложить обучающимся порассуждать над исторической технической ТРИЗ-задачей.

Задача № 9

Во второй половине XIX века улицы европейских столиц освещались «русским светом». Так парижане называли дуговые лампы. Главная часть лампы – два угольных стержня, между которыми при подаче напряжения возникало яркое свечение – электрическая дуга. Чтобы дуга была устойчивой и не гасла, расстояние между концами угольных стержней должно быть постоянным. Но стержни быстро выгорают, становятся короче – и дуга гаснет.

Внимание вопрос: как сделать, чтобы расстояние между стержнями было строго постоянным?

Для справки стоит отметить, что эту задачу решало целое поколение инженеров. Было придумано часовое устройство, которое сближало стержни по мере выгорания. Шестерёнки, пружины, коромысла, приводное устройство – всё это надо было постоянно регулировать, смазывать и ремонтировать. «Русский свет» оказался дорогим удовольствием.

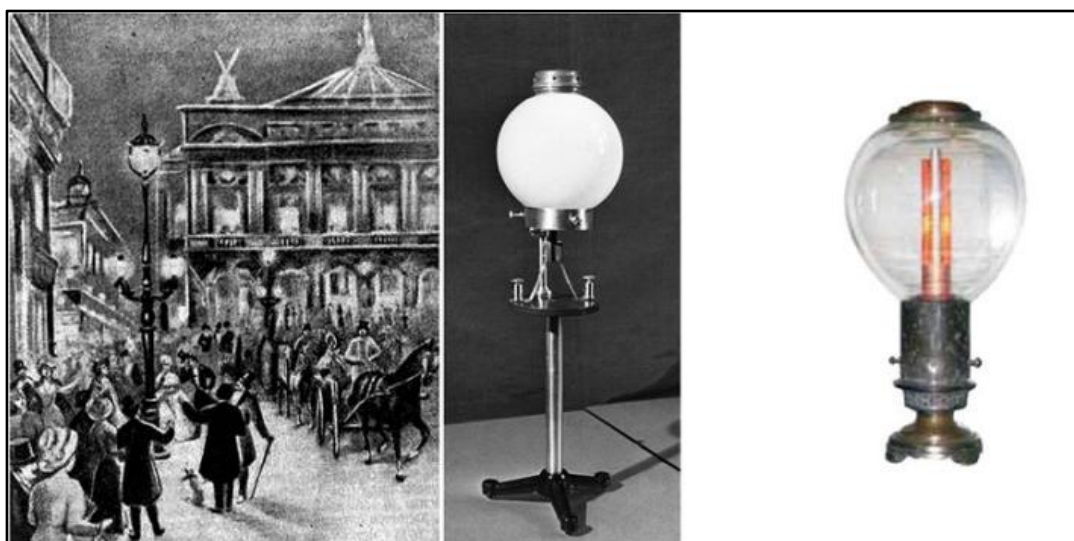


Рис. 15. К задаче № 9

Всё гениальное просто, для решения этой проблемы нужно лишь посмотреть на задачу под другим углом. Задачу «русского света» решил инженер Яблочков. Он просто расположил стержни параллельно. Теперь расстояние между ними всегда поддерживалось одинаковым, никакой сложной дополнительной механики не потребовалось.

8 класс

Тема урока: «Объяснение физических явлений»

Тип урока: «открытия» новых знаний.

Цели:

- деятельностная: формирование у обучающихся способностей к открытию новых знаний;
- содержательная: формирование знаний об электризации тел, объяснение электрических явлений.

Вариант многофункциональной задачи. Её можно предложить обучающимся как на этапе построения проблемной ситуации в начале урока, так и на этапе рефлексии в конце занятия, чтобы подытожить и закрепить на практике изученный материал.

Задача № 10

В XIX веке доктор Дредингер, сойдя с дилижанса и войдя в гостиницу, обнаружил, что у него пропал его любимый черепаховый портмоне, инкрустированный металлическими вставками в виде двух переплетённых букв «Д». Найти вора по горячим следам не удалось. А через несколько дней полицейские вызвали доктора в больницу к человеку. Тот с трудом пережил сильнейшую грозу и сейчас находился без сознания. В пострадавшем Дредингер узнал одного из своих попутчиков, ехавших с ним в дилижансе. Полицейские вернули доктору его черепаховое портмоне. Как полицейским удалось вычислить преступника?



Рис. 16. К задаче № 10

Обучающиеся могут в ходе мозгового штурма выдвигать разнообразные версии:

- вор мог обронить портмоне;
- ему стало плохо, он потерял сознание на улице и его нашли полицейские;
- попытался расплатиться в магазине и достал приметное портмоне;
- пытался продать его.

Главное акцентировать их внимание, что ему стало плохо после сильнейшей горы. Если ребята затрудняются ответить сразу, то можно подключить приём «Да-Нет», чтобы они с помощью наводящих вопросов пришли к правильному решению задачи.

Доктор Дредингеру видел на груди пациента красную «татуировку» в виде двух «Д» – точно таких же, какие были на его портмоне. «Татуировка» повторяла все малейшие завитки вензеля, отпечаталась даже знакомая Дредингеру царапина на уголке одной из букв. Разряд молнии перенёс изображение букв на грудь пострадавшего, заклеив его как вора.

8 класс

Тема урока: «Постоянные магниты»

Тип урока: урок «открытия» новых знаний.

Цели:

– деятельностная: развивать аналитическое мышление и творческую самостоятельность обучающихся, уметь проводить исследования и анализировать полученные результаты;

– содержательная: познакомить со свойствами постоянных магнитов, дать представление о магнитном поле Земли.

Сюжетная ТРИЗ-задача вызовет интерес обучающихся к новому материалу. Загадав задачу, можно постепенно подвести к теме урока.

Задача № 11

В магазине находится игровой автомат, в котором на нитках подвешены множество девайсов: умные часы, сотовый телефон, портативная колонка и беспроводные наушники. Всё находится за стеклом. За небольшую плату можно управлять джойстиком и передвигать внутри автомата ножницы, которые перерезая нить дарят счастливчику приз.

Желающих испытать удачу и поиграть в автомат было предостаточно. Владельцы специально затупили ножницы, получить приз было невозможно, а вот деньги поступали регулярно. Какого же было удивление владельцев автомата, когда они обнаружили, что в нём нет половины девайсов, при этом автомат никто не взламывал и тупые ножницы были на месте, а денег в монетоприёмнике не было вообще, значит кто-то перерезал нитки снаружи, как это было сделано?

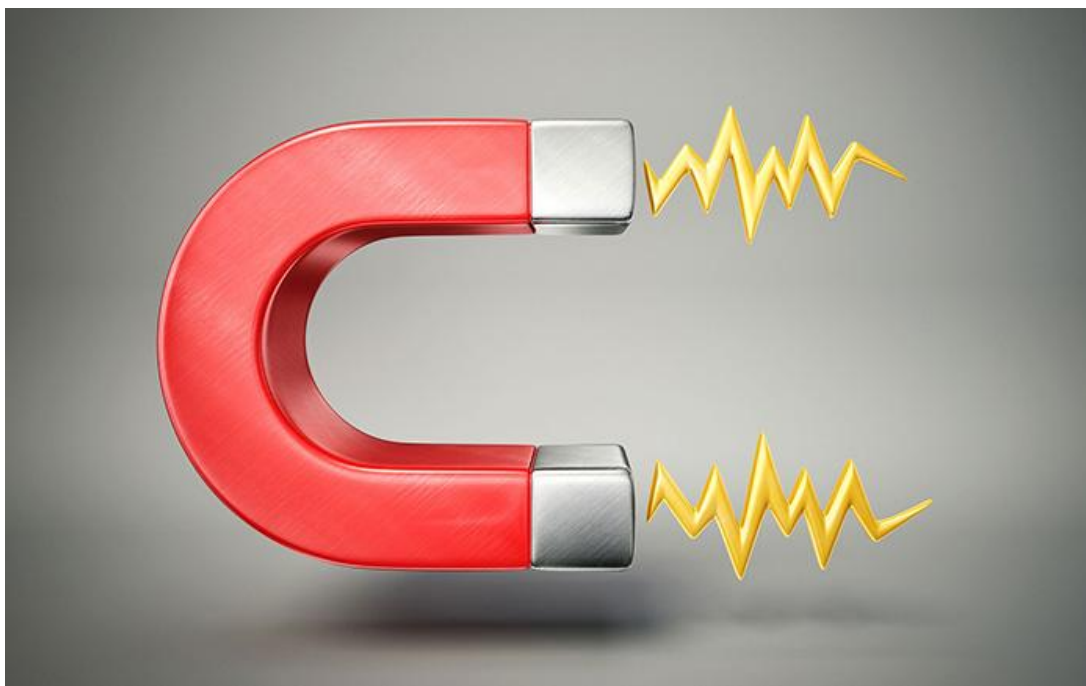


Рис. 17. К задаче № 11

Процесс обсуждения можно начать вначале в парах или в группах, а после приступить к коллективному обсуждению самых креативных вариантов ответа. Возможно, обучающиеся предложат куда более интересные ответы, чем ключевой, но постепенно их ход мыслей необходимо направлять в сторону темы урока. Чтобы они смогли проанализировать, что все предметы на нитках имеют металлические детали, а значит с помощью магнита их можно притянуть к стене. Нить коротка и просто отрывается при натяжении, таким нехитрым образом и были получены призы.

9 класс

Тема урока: «Типы оптических спектров. Спектральный анализ»

Тип урока: урок «открытия» новых знаний.

Цели:

- деятельностная: уяснив новые термины и виды спектров, применить их на практике;
- содержательная: изучить механизмы возбуждения атомов, рассмотреть виды спектров, познакомить обучающихся со спектрами излучения и поглощения.

Данная ТРИЗ-задача повышенного уровня сложности, в ней переплетаются знания физики и химии. Обучающимся её можно предложить в конце урока для проверки усвоения материала.

Задача № 12

Жильцы одного частного пансиона, в котором поселился американский физик Роберт Вуд, подозревали, что жареное мясо, которое им подаёт на завтрак повар, готовится из остатков прошлого обеда, собранных старелок. Вуд решил это проверить и уже через несколько дней представил неопровержимые доказательства недобросовестности повара. Как ему это удалось?

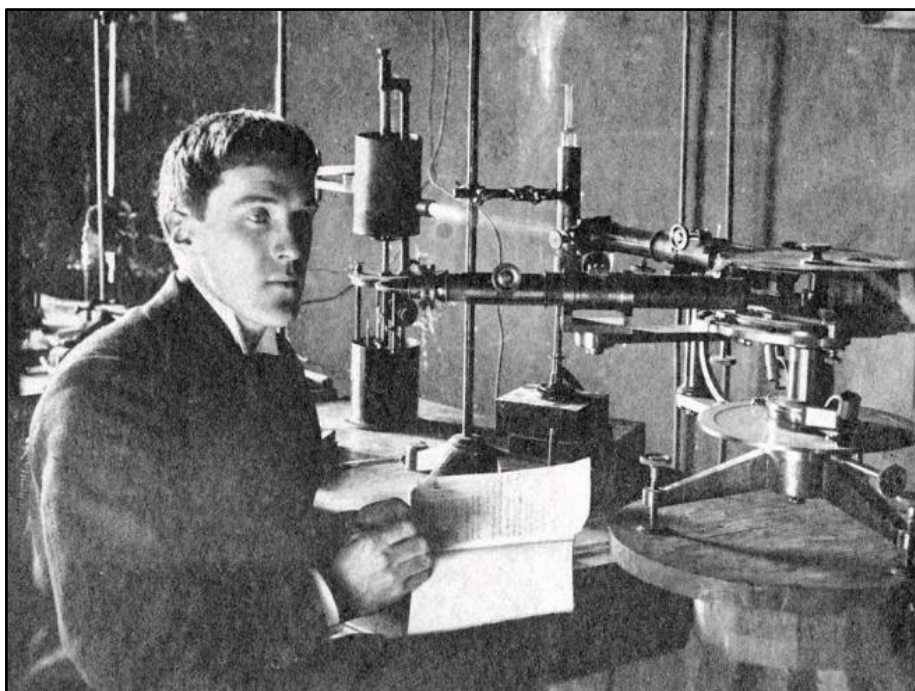


Рис. 18. К задаче № 12

Всё дело в хлористом литии. Роберт Вуд посыпал им мясо во время обеда. Он ни по вкусу, ни по виду ничем не отличается от обычной соли (хлористого натрия). За завтраком Вуд сжёг кусочек мяса и с помощью спектрографа наблюдал красную линию лития, таким образом доказав нечестность повара.

2.3. Использование элементов ТРИЗ на внеклассных занятиях по физике

ТРИЗ-задания как нельзя лучше подходят для организации внеклассных занятий по физике.

Причём стимулом для педагогических и методических разработок ТРИЗ-характера могут являться телевизионные игры, построенные на идеях развития творческого мышления. Это такие игры как «Пятеро на одного» или «Сто к одному» телеканала «Россия 1». В первой из них широко используется приём «Да-Нет». Во второй набрасываются различные варианты ответов на предложенные вопросы, идёт своего рода командный мозговой штурм.

По подобию игры «Сто к одному» нами было создано анимационное игровое средство по физике, адаптированное к школьному формату проведения и направленное на развитие творческого мышления. Оно получило название «Наилучший вариант».

Игру можно провести на внеклассном занятии по физике в 10 классе. Класс делится на две команды, ребята самостоятельно решают, кто из них будет капитаном и как будет называться их команда. Далее учителем озвучиваются правила игры.

Правила:

Игра состоит из четырёх этапов:

- Первый этап.
- Двойная игра.
- Третий этап.
- Игра наоборот.

В классе с помощью проектора высвечивается игровое табло (см. рис. 19) на котором показаны: вопрос текущего раунда, вспомогательное изображение, игровой счёт команд, а также пять закрытых строк с самыми целесообразными с точки зрения физики ответами на заданный вопрос.

Каждая команда по очереди отвечает на вопрос. Побеждает та, которая к концу игры наберёт большее число игровых очков.



Рис. 19. Визуализация первого этапа игры «Наилучший вариант»

Первый этап игры (см. рис. 18) направлен на формирование умений организации обратного мозгового штурма. Обучающимся, предлагается расшифровать физический друдл (в данном случае скрытое изображение некоторого физического устройства). На закрытых строчках экрана заготовлены возможные ответы. Если участники игры предлагают варианты, совпадающие с одним из них, то получают соответствующее количество баллов. Баллы за такие варианты суммируются.

Варианты, не вошедшие в основной перечень ответов первого этапа игры (см. рис. 20):

- чемодан (вид сверху);
- полый кирпич;
- строительный уровень;
- плоская розетка;
- штатив;
- резистор;
- пряжка;

- тубус;
- батарейка и др.



Рис. 20. Первый этап игры

На втором этапе (см. рис. 21) обучающимся предлагается решить физико-техническое ТРИЗ-задание, опираясь на принцип идеального конечного результата, используя мозговой штурм, а также другие креативные методы.



Рис. 21. Второй этап – двойная игра

На третьем этапе (см. рис. 22) необходимо объяснить, почему не слышно зазвеневшего будильника, причём сделать это, дав наиболее содержательные с точки зрения физической интерпретации ответы. Варианты, которые наиболее близки к контрольным, оцениваются бóльшим количеством баллов.

НАИЛУЧШИЙ ВАРИАНТ				
Команда 1	0	ТРЕТИЙ ЭТАП	Команда 2	0
		1. Он в вакууме 50		
		2. Мы в наушниках 30		
		3. Показывают по телевизору, звук выкл. 25		
		4. Мы за окном 15		
		5. Слишком шумно 5		
<p>Видно, что будильник сработал и зазвенел. Почему его не слышно?</p>				

Рис. 22. Третий этап игры

Заключительный этап – игра наоборот (см. рис. 23) – требует от обучающихся межпредметных знаний. На этом этапе обучающимся необходимо вспомнить крылатые выражения, в которых говорится о звуке, свете и их характеристиках.

Как показывает практика, применение имеющихся и создаваемых ТРИЗ-средств на занятиях по физике, позволяет не только значительно активизировать мыслительную деятельность обучающихся, но и более глубоко и всесторонне подходить к изучению физических явлений и процессов.

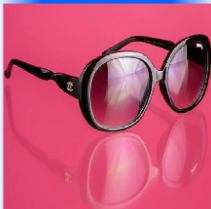
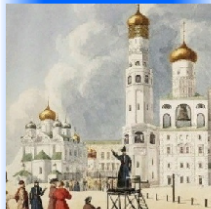
НАИЛУЧШИЙ ВАРИАНТ					
Команда 1		0		ИГРА НАОБОРОТ	
Команда 2		0			
		<div>1. Тише воды, ниже травы50</div> <div>2. Кричать во всю ивановскую30</div> <div>3. Давать зелёный свет25</div> <div>4. Слышал звон, да не знает, где он15</div> <div>5. Видеть в розовом свете5</div>			
Вспомните крылатые выражения, в которых говорится о звуке, свете, их характеристиках.					

Рис. 23. Игра наоборот

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе написания магистерской диссертации были решены все поставленные задачи.

Сделан обзор научной и учебно-методической литературы по данной тематике.

Разработаны перечни ТРИЗ-заданий для использования на уроках и внеклассных занятиях по физике, которые были встроены в конспекты уроков по физике в разных классах.

Разработана игра «Наилучший вариант» для внеклассного занятия по физике в 10 классе с использованием элементов ТРИЗ.

В 2020 году была написана статья «Использование элементов теории решения изобретательских задач на занятиях по физике», которая была опубликована в сборнике статей XVI национальной заочной научно-практической конференции «Артёмовские чтения».

Теория решения изобретательских задач была придумана Генрихом Сауловичем Альтшуллером ровно 65 лет назад. Несмотря на то, что изначально она задумывалась автором только для решения технических задач, но впоследствии была дополнена множеством методов и стала использоваться в различных областях.

Порой человек даже не задумывается, что для решения какой-то самой бытовой проблемы он использует метод ТРИЗ.

Конечно, систему школьного образования ТРИЗ-технологии также не обошли стороной, в работе были рассмотрены методы, которые уже используются учителями и предложены новые для ещё большей эффективности усвоения материала, а главное развитию у подрастающего поколения критического и творческого мышления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Альтшуллер Г.С. Найди идею. Введение в ТРИЗ – теория решения изобретательских задач. – М: Альпина Паблишер, 2013. – 402 с.
2. Альтшуллер Г.С. Поиск новых идей: от озарения к технологии. – Кишинёв: КартяМолдовеняскэ, 1989. – 181 с.
3. Гин А.А. Приёмы педагогической техники: Свобода выбора. Открытость. Деятельность. Обратная связь. Идеальность: Пособие для учителя. – М.: Вита-Пресс, 1999. – 88 с.
4. Иванов Г.И. Формулы творчества, или как научиться изобретать. – М.: Форум, 2016. – 304 с.
5. Меерович М.И., Шрагиной Л.И. Технология творческого мышления. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2008. – 495 с.
6. Брушлинский А.В., Поликарпов В.А. Мышление и общение. – Самара: Самар. Дом печати, 1999. – 128 с.
7. Выготский Л.С. Мышление и речь. – М.: Лабиринт, 1999. – 352 с.
8. Лурия А.Р. Основы нейропсихологии. Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 384 с.
9. Еникеев М.И. Юридическая психология. С основами общей и социальной психологии. – М.: Норма, 2018. – 512 с.
10. Давыдов В.В. Лекции по общей психологии. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 176 с.
11. Рубинштейн С.Л. О природе мышления и его составе – Питер, 2007. – 644 с.
12. Корнилов Ю.К. Общая психология. Мышление – Ярославль: ЯрГУ, 2010. – 36 с.
13. Заир-Бек С.И., Муштавинская И.В. Развитие критического мышления на уроке: пособие для учителей общеобразовательных учреждений – М.: Просвещение, 2011. – 223 с.
14. Халперн Д.Н. Психология критического мышления – Питер, 2000. – 496 с.

15. Заир-Бек С.И., Муштавинская И.В. Развитие критического мышления на уроке: пособие для учителей общеобразовательных учреждений – М.: Просвещение, 2011. – 223 с.
16. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. Теория решения изобретательских задач – М.: Сов. радио, 1979. – 105 с.
17. Альтшуллер Г.С. Найди идею. Введение в ТРИЗ – теория решения изобретательских задач – М: Альпина Паблишер, 2013. – 402 с.
18. Горев П.М., Утёмов В.В. Научное творчество. Практическое руководство по развитию креативного мышления. Методы и приёмы ТРИЗ – М.: URSS, 2018. – 168 с.
19. Петров В.В. Алгоритм решения изобретательских задач. Учебное пособие – Тель-Авива, 1999. – 256 с.
20. Киндаев А.А., Козлова М.И., Кычкина А.Г. Статья/Использование элементов теории решения изобретательских задач на занятиях по физике. – Сб. ст. по материалам XVI национальной заочной науч.-практ. конф. (с международным участием) «Артёмовские чтения» – г. Пенза, Россия, 2020 г.