

ВОДА В РЕШЕТЕ И ЛАМПА АЛАДДИНА

Жужа Михаил Александрович, физик, преподаватель

Предисловие

Данная работа получила диплом 1 степени на 1-м конкурсе РА ТРИЗ «ТРИЗ в школьном уроке» для преподавателей дошкольных, школьных, средних профессиональных и высших учебных заведений, а также педагогов учреждений дополнительного образования.

Согласно Положению о конкурсе «ТРИЗ-УРОК-2008» работа должна была содержать планы-конспекты 1–3 уроков, разработанных конкурсантом по своей специализации с использованием ТРИЗ.

Ниже представлены разработки двух уроков.

Изучаемая дисциплина – физика.

Образовательная программа «Творческая и экспериментальная физика» в Центре дополнительного образования (г. Краснодар, 2008 г).

Возраст обучаемых – 16–17 лет, 11 класс.

УРОК № 1. Вода в решете – 35 новых решений

Тема урока – применение типовых приёмов устранения технических и физических противоречий (ТП и ФП) для решения бытовых задач.

Цели урока:

- закрепление умения формулировать ТП и ФП;
- формирование умения применять приёмы устранения ТП и ФП для решения физико-бытовых задач.

Дидактический материал: 40 приёмов устранения ТП и приёмы устранения ФП.

План урока.

1. Повторение правил формулирования ТП и ФП.
2. Проблемная ситуация «Как носить воду в решете?»
3. Решение задачи.
4. Обобщение и анализ предложенных решений.
5. Выводы по уроку, домашнее задание.

Конспект урока

1. Повторение правил формулирования ТП и ФП.

Что такое ТП и ФП и как они формулируются?

(Выслушиваются и корректируются ответы учащихся.)

ТП: если известными способами улучшать одну часть (один параметр) системы, то недопустимо ухудшается другая часть (другой параметр).

Формулирование ТП: записывается одно состояние элемента системы с объяснением того, что при этом хорошо, а что – плохо. Затем записывается противоположное состояние этого же элемента, и вновь – что хорошо, что плохо.

Усиление ТП: вместо «мало элементов» надо взять «ноль элементов».

ФП: к одной и той же части системы предъявляют взаимно противоположные требования.

Формулирование ФП: данная зона должна обладать свойством А, чтобы выполнять такую-то функцию, и свойством не-А, чтобы удовлетворить условию задачи.

2. Проблемная ситуация «Как носить воду в решете?»

Рассмотрим широко известную задачу «Как носить воду в решете?», которая на бытовом уровне не имеет решения, так как вода выливается сквозь сетку. Эта задача для многих других задач-аналогов является эталоном бессмысленности поиска решений в очевидном тупиковых ситуациях.

Известны ли вам из научно-популярных источников какие-либо решения этой задачи? (*Выслушиваются и обсуждаются ответы учащихся.*) Одно из возможных решений можно найти у Я.И. Перельмана в «Занимательной физике», где предложено опустить решето в расплавленный парафин, чтобы получить сетку, которая не смачивается водой.

Сформулируйте ТП и ФП для данной задачи. (*Ответы детей.*)

ТП1: отверстия в сетке должны быть достаточно большими, чтобы сквозь неё можно было просеивать сыпучие вещества, но при этом вода будет быстро выливаться.

ТП2: отверстия в сетке должны быть очень маленькими, тогда вода почти не будет выливаться, но тогда с трудом будут просеиваться сыпучие вещества.

Выбираем ТП2, т.к. нам надо носить воду решетом.

Усиление ТП2: отверстий в сетке не должно быть совсем.

ФП: в сетке *должны быть отверстия*, чтобы через решето можно было просеивать сыпучие вещества, и в сетке *не должно быть отверстий*, чтобы вода не выливалась.

На основе приёмов устранения ТП и ФП предложите различные способы решения данной задачи.

3. Решение задачи.

Поскольку в задаче нет никаких дополнительных ограничений, будем рассматривать все возможные варианты. (*Выслушиваются, корректируются и развиваются ответы учащихся, которые после обсуждения можно сформулировать следующим образом.*)

Приёмы разрешения ТП.

ДРОБЛЕНИЕ.

№ 1. Если разборным сделать решето, то можно изготовить 2 съёмных дна: одно с сеткой, а другое сплошное (для воды).

№ 2. Если раздробить воду, то получатся капли воды, поэтому вода может находиться в решете в виде капель на сетке и на поверхности корпуса (ведь ограничений на количество воды в условии задачи нет).

МЕСТНОЕ КАЧЕСТВО.

№ 3. Неоднородная структура воды – это, например, вода со снегом (мокрый снег), которым можно наполнить решето доверху.

АНТИВЕС.

№ 4. Вода в решете в невесомости (на космической станции).

№ 5. Вода в решете в невесомости может быть в момент падения воды и решета с одинаковым ускорением, например, решето в водопаде или спрыгнуть со стола на пол с решетом в руках (ведь в условии задачи не сказано о том, сколько времени должна находиться вода в решете).

№ 6. Можно дуть на решето снизу широкой струёй воздуха, например, из пылесоса (воздушная подушка), тогда вода выливаться не будет или даже может падать вверх.

№ 7. Электрически заряженная капля воды висит в электрически заряженном решете (отталкиваясь от него).

ОБЪЕДИНЕНИЕ.

№ 8. Если имеется не одно решето, а 10–20 штук, которые можно герметично вставить друг в друга, то получается отрезок «трубы» с перегородками из сеток (создадим полисистему). Этот горизонтальный кусок «трубы» надо положить концами на две опоры, и он под своей тяжестью прогнётся посередине выпуклостью вниз. В этот изгиб и можно налить воду для переноски.

№ 9. А если имеется 100–200 решёт, то собирается труба длиной в десятки метров, по которой можно перекачивать воду из точки А в точку В.

НАОБОРОТ.

№ 10. Если у Я.И. Перельмана в «Занимательной физике» рассматривается только эффект несмачивания водой сетки, то и при эффекте смачивания вода будет находиться в решете в виде тонкого слоя «прилипшего» к сетке (или к боковой поверхности).

№ 11. Решето «наоборот» – это когда сетка сверху, а не снизу. Чтобы вода при этом не выливалась, решето следует изготовить в виде герметичной коробки (контейнера) с дном, у которого сетка расположена сверху на съёмной крышке. В такой конструкции легко переносить воду. В неё также легко насыпать порцию сыпучего материала, закрыть крышкой-сеткой, перевернуть и просеять.

№ 12. Приём «наоборот» советует что-то поменять местами. Это означает, что надо поменять местами сетку и боковую поверхность (боковая цилиндрическая поверхность состоит из сетки, а дно – сплошное). В этом случае дно лучше выполнить с углублением, например, в форме тарелки, в которую удобно налить воду, а также что-то насыпать. Просеивание осуществляется с небольшим наклоном решета через боковую сетчатую поверхность.

№ 13. Чтобы вода была не только внутри решета, но и снаружи, надо решето положить в ведро с водой (вода – в решете, решето – в ведре с водой).

СФЕРОИДАЛЬНОСТЬ.

№ 14. Боковую цилиндрическую поверхность решета можно заменить на бочкообразную – сделать выпуклой формы. Тогда, если решето поставить на бок, то в «ямку» на боковой поверхности можно налить некоторое количество воды.

ДИНАМИЧНОСТЬ.

Если движется вода, а решето неподвижно, то это – льющаяся вода (решения нет, хотя можно сказать, что при наливании воды в решето (и вытекании из него) какая-то часть льющейся воды всегда находится во внутреннем объёме решета).

№ 15. Если движется решето, а вода неподвижна, то мы имеем случай, когда загребаящими движениями решетом (как веслом) по поверхности воды можно переместить воду на некоторое расстояние (на берег) в виде «волны» или брызг.

№ 16. Если подвижны и вода и решето, то это случай, когда решето (с водой внутри) плывёт по речке или морю.

ОБРАТИТЬ ВРЕД В ПОЛЬЗУ.

№ 17. Если решетом зачерпнуть грязную воду (с землёй, тиной, водорослями, листьями), то примесями забьются отверстия в сетке, и оставшаяся вода дальше не будет выливаться (ИКР – отверстия в сетке исчезнут сами). В продолжение этой идеи можно и специально замазать сетку тонким слоем глины, который потом легко смывается.

№ 18. Можно развить предыдущую мысль и дальше, создав «искусственные водоросли», например, к сетке одним концом прикрепляются нити или кусочки тонкой резины в виде лепестков или полосок («жалюзи»). В обычном состоянии они свисают с сетки вниз и сквозь сетку можно просеивать сыпучие вещества. Но если такое решето перевернуть «вверх ногами», то под действием своего веса и налитой сверху воды лепестки или полоски прижмутся плотно друг к другу и к сетке, закрывая её отверстия. (Сетку с «гидроклапанами» в такой конструкции лучше располагать не с краю, а посередине цилиндрической боковой стенки решета, чтобы в решето с одной стороны можно было что-то насыпать, а с обратной стороны – налить.)

ПОСРЕДНИК.

№ 19. Переносить воду в виде киселя, желе, холодца, манной каши, геля.

№ 20. Положить в решето арбуз, огурец, яблоко, апельсин, из которых можно легко получить сок.

КОПИРОВАНИЕ.

№ 21. Здесь можно предложить решение в форме шутки – «копия» воды – это либо бумажка с надписью «H₂O» или «вода», а также демонстрационный макет молекулы воды из шариков, либо фотография (карта) реки (озера, моря), положенные в решето.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИДРОКОНСТРУКЦИЙ.

№ 22. Поставить в решето сосуд с водой – тарелку, миску, кружку, стакан, бутылку.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОНКИХ ПЛЁНОК.

№ 23. Положить в решето кусок полиэтиленовой плёнки или газеты (с загибом на стенки), а сверху налить воды.

№ 24. Положить в решето полиэтиленовый кулёк или воздушный резиновый шарик, наполненные водой.

ПРИМЕНЕНИЕ ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ.

№ 25. Вода в решете может быть внутри мокрой ткани (полотенца), бумаги (промокاشки), поролоновой губки или мокрого песка (вода в порах твёрдых материалов).

№ 26. «Пористая вода» – это вода с пузырьками воздуха. Значит, в решете вода может быть в виде мыльной пены.

ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ.

№ 27. Вода в виде снега, льда (или заморозить только тонкий слой воды на сетке, а сверху – вода).

№ 28. Вода в химически связанном состоянии (в составе химических соединений), например, в твёрдом виде (CuSO₄ · 5H₂O, Na₂CO₃ · 10H₂O) – надо насыпать в решето таких кристаллов.

№ 29. Поскольку воздух всегда имеет какую-то влажность, то вода в виде водяного пара всегда находится внутри решета.

№ 30. Надо охладить решето ниже точки росы, и на нём появится вода. Таким образом, можно из одного решета получить бесконечное количество воды (*ресурсы вещества* – влажность воздуха).

№ 31. В конце концов, можно изготовить и ледяное решето – целиком из воды.

Используем для решения задачи *приёмы разрешения ФП*. Самые сильные изобретательские решения получаются, если ориентироваться на *идеальный конечный результат* (ИКР), который обычно формулируется со словом «сам»: если в решете находится вода, то отверстия **сами** исчезают, а если решето – сухое, то отверстия **сами** появляются. Простейшими приёмами разрешения ФП является *разделение противоречивых свойств во времени или в пространстве*.

№ 32. Логично *разделить противоречивые свойства во времени* – нам надо либо что-то просеивать, либо переносить воду. Вспомнив, что многие вещества в воде сильно «разбухают», увеличиваясь в объёме, приходим к идее сетки, сотканной из таких нитей, которые в мокром виде становятся «толстыми» и **сами** перекрывают дырки, а при сушке – нити «усыхают», становясь тонкими, и между ними появляются промежутки – отверстия в сетке.

№ 33. *Разнесём противоречивые свойства в пространстве*. Можно прийти к идее конструкции решета по диаметру разделённого высокой перегородкой на две секции: в одной – герметичная ёмкость для воды, в другой – на дне сетка. Недостаток такой конструкции – использование только 50 % всего объёма и для просеивания и для переноски воды.

В процессе обсуждения могут быть предложены и другие идеи. Например, если вспомнить *приём фантазирования* – «*уменьшение*», то получаются ещё два варианта решения задачи. Если решето маленькое, например, диаметром в несколько сантиметров, то можно закрыть сетку снизу ладонью руки (№ 34, *ресурс вещества* – ладонь). Если решето ещё меньше и имеет миллиметровые размеры, то можно получить идею (№ 35) кон-

струкции решета в виде связки вертикальных тонких трубочек (как пчелиные соты), через которые сыпучий материал будет просыпаться, а вода будет заполнять всю высоту трубок за счёт капиллярного эффекта.

4. Обобщение и анализ предложенных решений.

Большая часть предложенных выше идей легко реализуема, другие идеи требуют в конструкции решета сделать некоторой доработки, а часть идей можно рассматривать лишь как упражнения по развитию фантазии (что тоже полезно). Были получены решения, которые не только изменяли «инструмент» – решето, но и «изделие» – воду.

При решении задачи приходилось бороться с психологической инерцией, поскольку неосознанно подразумевалось, что в решете можно носить воду так же, как и в кастрюле на поверхности Земли, хотя в условии задачи нет никаких ограничений на количество воды, на время её нахождения в решете, на направление и дальность транспортировки.

Какое же решение самое лучшее? (*Выслушиваются ответы детей.*) Лучшим (не требующим изменения решета и воды) можно, наверное, считать полиэтиленовую плёнку (кулёк) внутри решета.

5. Выводы по уроку, домашнее задание.

Итак, «неразрешимая» («открытая») задача была решена 35-ю способами. Использовались 14 приёмов устранения ТП и 2 приёма устранения ФП. Основное содержание урока – это практическое применение ТРИЗ для генерации новых физико-технических идей. Урок доказывает, что «высокие технологии» должны быть не только в технических устройствах, а с первую очередь – в «головах» в виде технологий умственного труда.

Домашнее задание:

- 1) постараться найти дополнительные решения данной задачи, используя все изученные к этому времени «творческие инструменты» ТРИЗ;
- 2) используя ключевые слова «вода в решете» найти в Интернете другие решения данной задачи.

УРОК № 2. Волшебная лампа Аладдина

Тема урока – применение типовых приёмов устранения ТП для выдвижения гипотез при решении сказочных задач.

Цели урока:

- закрепление умения формулировать ТП и ФП;
- закрепление знаний о вещественно-полевых ресурсах (ВПР);
- развитие воображения путём применения приёмов устранения ТП для решения физико-сказочных (научно-фантастических) задач;
- формирование умения выдвижения гипотез при решении исследовательских задач приёмом «обращение».

Дидактический материал: 40 типовых приёмов устранения ТП.

План урока.

1. Повторение материала о ТП, ФП, приёме «обращение» и ВПР.
2. Формулирование задачи о волшебной лампе Аладдина.
3. Решение задачи.
4. Обобщение и анализ предложенных решений.
5. Выводы по уроку, домашнее задание.

Конспект урока

1. Повторение материала о ТП, ФП, приёме «обращение» и ВПР.

Что такое ТП и ФП и как они формулируются?

Что такое ВПР и какими они бывают?

В каких случаях применяют приём «обращение»?

(Выслушиваются и корректируются ответы детей.)

Приём «обращение» применяют в задачах исследовательского типа, в которых необходимо найти объяснение причин, определить механизмы явления, наблюдаемого в природе или технике. Вместо вопроса **«Как это можно объяснить?»** следует задать вопрос **«Как это можно сделать?»**. При этом исследовательская задача превращается в изобретательскую, к которой можно применить весь арсенал творческих инструментов ТРИЗ. При этом необходимо, чтобы **решение задачи было получено только за счет ресурсов** (так как наблюдаемое явление реально существует).

2. Формулирование задачи о волшебной лампе Аладдина.

В известном старом советском кинофильме «Волшебная лампа Аладдина» на экране нам показывают газообразного джина высотой не меньше 15–20 м (ведь голова джина располагалась на уровне крыши дворца султана). По закону Архимеда плотность джина должна быть равна плотности воздуха, чтобы он мог быть в воздухе неподвижным (а не всплывать, как воздушный шар, или «тонуть», растекаясь по земле). Если предположить, что количество молекул джина в газообразном состоянии и помещенного внутрь лампы одинаково, попробуем оценить массу волшебной лампы с джином. Пусть рост Аладдина и рост джина отличаются в 10 раз, следовательно, объёмы их тел отличаются в 1000 раз. Так как плотность тела человека близка к плотности воды, то Аладдин мог иметь, например, объём 60 л, а джин, следовательно, 60 м³. При плотности воздуха 1,2 кг/м³ его масса в объёме 60 м³ равна 72 кг. Получается, что масса джина (лампы) равна массе человека. И Аладдин мог бы использовать такую лампу в качестве гири для атлетической гимнастики. Поскольку лампа по фильму кажется лёгкой, следовательно, первоначальная гипотеза о строении тела газообразного джина неверна.

На основе приёмов устранения ТП предложите другие «правдоподобные» гипотезы о строении тела газообразного джина. Вначале сформулируйте ТП и ФП.

(Выслушиваются и корректируются ответы детей, которые после обсуждения можно представить в виде, изложенном ниже.)

ТП1: масса джина должна быть большой, чтобы он был большого роста и казался могучим и сильным, но тогда и лампа (с джином внутри) будет очень тяжелой.

ТП2: масса джина должна быть малой, чтобы лампа была лёгкой, но тогда джин получается маленького роста.

Выбираем ТП2, так как лампа должна быть лёгкой.

ФП: джин должен быть великаном, чтобы казаться большим и могущественным, и джин должен быть гномом, чтобы иметь малую массу и помещаться в лампе.

ФП: джин должен быть (вне лампы) и не должен быть (внутри лампы).

Обычный вопрос: как можно *объяснить* то, что огромный джин появляется из не-большой и лёгкой лампы?

Приём «обращение»: как *сделать* так, чтобы джин был большим, а лампа – лёгкой?

3. Решение задачи.

ПЕРЕХОД В ДРУГОЕ ИЗМЕРЕНИЕ.

№ 1. Джин находится не в лампе, а в другом измерении (в четвёртом измерении, в параллельном мире), а лампа – это пульт управления и портал перехода в наше измерение. (**Ресурсы пространства** – параллельные миры.)

ПЕРИОДИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ.

№ 2. Один могущественный джин (как мощный компьютер) «обслуживает» сразу несколько «пользователей» разных волшебных предметов, в том числе и лампы Аладдина, появляясь (телепортируясь) на короткое время (сотые доли секунды) перед каждым «пользователем». Если частота появления джина выше 24 Гц, то для человеческого глаза он (как в телевизоре) не кажется «мерцающим». А за короткое время своего появления джин не успевает значительно всплыть (или упасть), даже если джин легче воздуха (или тяжелее его). (Используются *ресурсы времени*, так как человек «тормозит» таким органом чувств, как зрение.)

КОПИРОВАНИЕ.

№ 3. Лампа является проекционным аппаратом, а джин – голограммой.

№ 4. Джин существует постоянно над лампой в виде инфракрасного или ультрафиолетового изображения, но если к лампе притронуться (как к пульту управления), то изображение переходит в видимый диапазон.

ДЕШЕВАЯ НЕДОЛГОВЕЧНОСТЬ.

№ 5. «Одноразовый» джин. Лампа заполнена волшебным «джиновым» веществом. При вызывании джина, он появляется наподобие пламени над лампой (зажигалкой) или в виде аэрозоля над газовым баллончиком. Душа джина (в полевой форме) формирует вещество джина в виде человеческого образа. После выполнения желания вещество джина рассеивается в пространстве, а его невесомая душа возвращается обратно в лампу. Поскольку вещество джина в лампе является расходуемым материалом, то владелец лампы будет вызывать джина только в крайних случаях, а не по любому поводу (где человек сможет справиться и сам). Для того, чтобы долгое время пользоваться такой лампой Аладдина, желательно наладить производство волшебного джинового вещества и иметь «заправочную станцию» для лампы.

ЗАМЕНА МЕХАНИЧЕСКОЙ СХЕМЫ.

№ 6. Лампа является генератором акустических, электромагнитных, «торсионных» или других полей или галлюциногенного запаха (так как лампа – старая, то и масло в ней – старое, протухшее, с ядовитым дурманящим запахом). Под влиянием воздействия лампы, мозг человека переходит в изменённое состояние сознания, и джин появляется субъективно только в затуманенном сознании человека в виде «бреда», галлюцинаций, «сна наяву».

№ 7. Джин появляется только в сознании человека. Общение человека и джина – телепатическое (например, через энергоинформационное поле Земли). Лампа – дистанционный пульт вызова джина.

№ 8. Лампа является источником ионизирующего излучения, а джин появляется в воздухе как северное сияние.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПНЕВМОКОНСТРУКЦИЙ.

№ 9. Джин появляется наподобие мыльного пузыря (воздушного шарика) – очень тонкая оболочка в форме человеческой фигуры, а внутри – тёплый воздух, который появляется за счёт трения рукой по лампе. Чем сильнее трётся рука по лампе, тем большего размера джина можно «выдуть» из лампы. После прекращения трения рукой, воздух внутри оболочки джина остывает, и за счёт атмосферного давления оболочка втягивается в лампу. (*Ресурсы энергии* – теплота человеческого тела и трение рукой.)

ИЗМЕНЕНИЕ ОКРАСКИ.

№ 10. Джин не появляется из лампы, а всегда находится рядом с ней, но он – невидимый (как человек-невидимка). А прикосновение рукой к лампе (как к пульту управления) даёт ему сигнал быть видимым.

ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ.

№ 11. При трении рукой о лампу изменяется температура воздуха, а значит и показатель его преломления. Джин появляется в виде миража, увеличенного газовой линзой. (*Ресурсы энергии* – теплота человеческого тела и трение рукой.)

Из условия задачи вытекает вопрос: «Как небольшим количеством молекул джина заполнить большой объём?» Джин в виде только оболочки был рассмотрен ранее (решение № 9). Но возможно ещё два пути решения – уменьшение концентрации «молекул» джина за счёт его смеси с воздухом. Рассмотрим эти варианты.

№ 12. Джин в виде дыма (диффузия «молекул» джина в воздухе). Это решение обычно и показывают в кино или мультфильмах.

№ 13. В другом решении можно использовать физический эффект и ресурсы вещества: при трении рукой о лампу давление джина в ней возрастает, и джин быстро (адиабатически) расширяется с охлаждением окружающего воздуха ниже точки росы; поэтому джин появлялся в виде облачка тумана за счёт конденсации влаги из окружающего воздуха. (*Ресурс вещества – влажный воздух.*)

4. Обобщение и анализ предложенных решений.

Использовались 8 приёмов разрешения ТП и предложено 13 возможных решений задачи (и лампа – лёгкая, и джин – большой). Каждое решение имеет свои плюсы и минусы (*какие? – обсуждаются ответы детей*). Самый большой минус – волшебную лампу можно потерять или она может быть украдена (как и любой другой волшебный предмет – волшебная палочка, сапоги-скороходы и т.п.). Поэтому первое желание для джина (*какое?*) – исключить для хозяина лампы возможность её случайной потери или кражи.

5. Выводы по уроку, домашнее задание.

Урок получился комплексным, поскольку затрагивает несколько разделов ТРИЗ – ТП, ФП, ВПР, приём «обращение». Основное содержание урока – это практическое применение полученных знаний по ТРИЗ. Известный сказочный сюжет всегда вызывает интерес учащихся любого возраста, особенно если имеется возможность его «научно обосновать».

Домашнее задание:

1) постараться найти дополнительные решения рассмотренной задачи, используя таблицу выбора приёмов устранения ТП и приёмы разрешения ФП;

2) используя ТРИЗ, «научно» обоснуйте принцип действия волшебных предметов в других сказках.