

Тризовский подход при решении задач

В.А. Курышев — кандидат технических наук, старший научный сотрудник, преподаватель ТРИЗ гимназии №35 г. Екатеринбурга

Теория решения изобретательских задач (ТРИЗ) была создана Г.С. Альтшуллером для решения задач технического плана.

Однако вскоре стало ясно, что инструментарий ТРИЗ, реализующий диалектический подход к решению проблемы, применим и к решению исследовательских задач (ИЗ), в которых требуется что-либо объяснить: будь то причины явлений в живой или неживой природе или причины возникновения брака на производстве.

Большинство задач подобного плана решается методом, получившим название «обращение исследовательской задачи».

Этот метод заключается в том, что вместо вопроса «как это объяснить?» нужно перейти к вопросу «как это сделать?». Тогда исследовательская задача становится изобретательской и для её решения можно использовать обычный инструментарий ТРИЗ.

При этом в рассматриваемую систему, конечно, нельзя вводить дополнительные вещества или поля, а можно использовать только наличные ресурсы, то есть пользоваться тем, что есть в системе или около неё, так как в рассматриваемом явлении искомые вещества и поля уже взаимодействуют.

Таким образом, метод обращения — это переформулирование исследовательской задачи в изобретательскую, решение которой всегда достигается только за счёт использования ресурсов.

Поскольку качественные физические задачи есть особая разновидность исследовательских, то мы предлагаем при их решении (с учётом их особенностей) частично или полностью пользоваться следующим упрощённым алгоритмом.

Алгоритм решения физических задач

1. Переформулировать условие физической задачи таким образом, чтобы она звучала как изобретательская с помощью метода обращения.

2. Сформулировать идеальный конечный результат (ИКР) для изобретательской задачи, т.е. ответить на вопрос: как устранить нежелательный эффект или приобрести искомый полезный без ухудшения функционирования рассматриваемой системы.

3. Рассмотреть имеющиеся ресурсы, прежде всего вещества и поля в системе или около неё, способные совершить нужное действие. При этом следует обратить внимание на области пространства или моменты времени, характеризующиеся взаимодействием веществ и полей в рассматриваемой системе.

Поскольку в физических задачах рассматриваются процессы и сравниваются вещества и поля (часто в неявной форме), то особую инструментальность в физических задачах приобретают ресурс изменения (изменение параметров системы во времени) и ресурс различия (изменение параметров системы в пространстве).

Однако далеко не все ИЗ решаются с помощью обращения. Это связано с тем, что в ТРИЗ рассматриваемые системы характеризуются функцией и принципом действия.

Исходя из этого, исследовательские задачи можно разделить на три типа:

- 1) ИЗ могут иметь неопределённость в принципе действия;
- 2) неопределённость в функции;
- 3) неопределённость и в принципе действия, и в функции.

Так, приём «обращение задачи» работает в ИЗ первого типа.

При решении ИЗ второго типа строится дерево функций рассматриваемой системы.

Сначала выясняется главная функция рассматриваемой системы, а затем функции, которые обеспечивают выполнение главной. Они могут иметь свои подфункции, что и образует дерево функций.

Решение ИЗ второго типа — это ответ на вопрос: какие функции улучшаются при работе системы с указанной в задаче особенностью. Следовательно, для каждой функции из построенного дерева нужно выяснить, улучшается ли она при выполнении условий задачи.

ИЗ третьего типа предлагается решать, устранив неопределённость в функции, сведя таким образом задачу к ИЗ первого типа.

Следовательно, для того чтобы понять, как решать задачу, прежде всего требуется выяснить тип решаемой задачи.

Как показывает практика, зачастую для решения исследовательских задач по физике второго и третьего типов достаточно выявить главную функцию рассматриваемой системы. При этом для выхода на искомую функцию можно использовать ресурс различия.

Естественно, всё сказанное нами нуждается в конкретизации. Поэтому рассмотрим действие предлагаемой методики непосредственно на примерах решения физических задач.

Задача 1. «Промачи на Фолклендах»

Во время Первой мировой войны между британским и немецким флотами произошло сражение в районе Фолклендских островов. В самом начале сражения выяснилось, что снаряды английских пушек, пристрелянных совсем недавно в Англии, падают в сотне метров от немецких кораблей. Английские артиллеристы быстро внесли поправку, но в чём всё-таки было дело?

Решение

1. Обращение задачи: как сделать, чтобы снаряды отклонялись в полёте?

— Надо подействовать на них какой-нибудь силой.

2. ИКР: сила «сама возникает» и воздействует на снаряды...

3. Ресурс различия: какая сила может по-разному воздействовать на снаряды в Англии и на Фолклендах? В чём различие с этой точки зрения между Англией и Фолклендами?

— Они расположены на разных широтах и сила инерции— сила Кориолиса для них различна.

Задача 2. «Суеверие по отношению к летучим мышам»

Суеверные чувства человека к летучим мышам связаны с тем, что в темноте они часто вцепляются человеку в голову.

Объясните явление.

Решение

1. Обращение задачи: как сделать, чтобы летучая мышь вцеплялась в голову?

— Голова чем-то должна привлекать летучую мышь...

2. ИКР: голова «сама притягивает» летучую мышь...

3. Ресурс различия: чем отличается голова от других частей тела?

— На ней обычно растут волосы...

Ресурс различия: чем волосы для мыши могут отличаться от других частей человеческого тела?

— Если принять во внимание, что летучие мыши ориентируются в темноте с помощью ультразвука, то...

Ресурс различия: чем отличается взаимодействие ультразвука с волосами и другими частями человеческого тела?

— В рыхлых волосах ультразвук поглощается и летучая мышь просто «не видит» волосы

и поэтому по ошибке может пытаться «пролететь сквозь голову». Ударившись о голову, летучая мышь цепляется за неё, руководствуясь инстинктом самосохранения, что и объясняет возникшее суеверие.

Задача 3. «Гайка в жидком азоте»

В жидкий азот погружают металлическую гайку комнатной температуры. Азот закипает, кипение резко усиливается, а потом прекращается. Почему?

Решение

1. Обращение задачи: как усилить кипение?
— Увеличить теплообмен азота с гайкой.
2. ИКР: теплообмен сам увеличивается в конце кипения...
3. Каковы ресурсы изменения азота и гайки в рассматриваемой зоне контакта?
— Гайка охлаждается, т.е. изменяется её температура. Азот закипает, а потом прекращает кипеть, т.е. он изменяет своё агрегатное состояние...
— В конце кипения азот из газообразного состояния переходит в жидкое, газообразного азота образуется всё меньше и в конце концов возникает непосредственный контакт жидкого азота с гайкой, на короткое время приводя к увеличению теплообмена, что и объясняет наблюдаемый эффект.

Задача 4. «Ультразвук в жидкости»

На физфаке МГУ проводили серию экспериментов, погружая ультразвуковой излучатель в воду, бензин, спирт и другие жидкости. Но когда очередь дошла до глицерина, звук, вместо того чтобы полностью рассеяться у дна сосуда, как это наблюдалось в предыдущих экспериментах, стал концентрироваться прямо под излучателем.

В чём тут дело?

Решение

1. Обращение задачи: как сфокусировать ультразвук?
— С помощью линзы...
2. ИКР: линза сама возникает при прохождении звука через глицерин.
3. Какие существуют ресурсы в зоне прохождения ультразвука через глицерин для создания линзы?
— Ресурс различия: чем глицерин отличается от других исследованных жидкостей.
— Глицерин отличается большей вязкостью. При прохождении звука через него это приводит к большему затуханию, т.е. более интенсивному превращению колебательной энергии в тепловую.
— Каков ресурс изменения при прохождении ультразвука через глицерин?
— Верхние слои нагреваются сильнее нижних. Разнонагретые слои отличаются своими акустическими свойствами, по-разному преломляя ультразвук, образуя искомую линзу.

Задача 5. Случай на «дороге жизни»

На «дороге жизни» к блокадному Ленинграду грузовики постоянно проваливались под лёд даже без обстрела. Причём в основном — на обратном пути, без груза.

Сначала думали, что водители становятся менее внимательными, и провели массированную идеологическую работу, а «ответственных» наказали «за халатное отношение к порученному делу, граничащее с изменой Родине». Но это не дало ожидаемых результатов. Тогда пришлось привлечь группу физиков.

К какому выводу пришли физики?

Решение

1. Обращение задачи: как сделать, чтобы машина провалилась?

— Увеличить нагрузку на лёд.

2. ИКР: нагрузка на лёд сама увеличивается при снижении веса грузовика...

— Но машины без груза стали легче. За счёт чего можно увеличить нагрузку?

— Если уменьшилась статическая нагрузка, остаётся только увеличить динамическую, т.е. создать вибрацию льда.

— Как создать сильную вибрацию льда?

— Только путём возникновения резонансных колебаний льда.

— ИКР: грузовик при движении сам вызывает вибрацию льда...

3. Какой ресурс различия льда при движении по нему грузовика может вызвать его вибрацию?

— Поверхность Ладоги неровная, поэтому во время движения порожний грузовик «подпрыгивает», что и приводит к возбуждению вибрации. И при определённых скоростях машины могут возникнуть резонансные колебания льда.

Вывод, к которому пришли физики: для предотвращения несчастных случаев нужно избегать опасных скоростей движения.

Задача 6. «Изгиб катода»

Электролиз воды ведётся с помощью двух тонких электродов, покрытых с одной стороны лаком. Через некоторое время катод начинает изгибаться.

Почему?

Решение

1. Обращение задачи: как воздействовать на тонкую пластинку, чтобы изогнуть её?

— Приложить к ней нагрузку или как-то изменить её внутреннюю структуру...

2. ИКР: внутренняя структура катода сама изменяется во время электролиза.

— Ресурс изменения: какое различие возникает между катодом и анодом при электролизе воды?

— Около анода собираются ионы кислорода, а около катода — ионы водорода.

3. Ресурс различия: чем отличаются ионы кислорода и водорода?

— Знаком электрического заряда, размерами и массой.

— Как сделать, чтобы маленькие и лёгкие ионы водорода вызвали изменения внутренней структуры катода, приводя к его изгибу?

— Нужно, чтобы эти ионы проникли из-за своих малых размеров в кристаллическую решётку катода и «расклинили» её.

— Да, в физике этот эффект хорошо известен и называется водородным короблением. Кстати, в какую сторону будет изгибаться катод?

— Конечно, в сторону, покрытую лаком, куда водороду путь затруднён.

Примечание. В этом примере использование ТРИЗовской методики позволяет выйти на понимание сути физического явления, которое не изучается в средней школе.

Задача 7. «Водород в алмазе»

В живых организмах, нефти, газе, осадочных породах процентное содержание дейтерия по сравнению с протием меньше, чем в морской воде. Это связано с тем, что химически дейтерий менее активен. Но в алмазах его, наоборот, больше.

Почему?

Решение

1. Обращение задачи: как сделать, чтобы в алмазах протия было меньше?
— Нужно, чтобы при образовании алмазов в недрах Земли происходило разделение изотопов водорода по другому принципу.
2. ИКР: разделение изотопов само происходит во время кристаллизации алмазов...
3. Ресурс различия: в чём различие свойств дейтерия и протия, кроме указанного выше?
— Дейтерий тяжелее, чем протий.
— В процессе кристаллизации алмазов более лёгкий протий успева­ет частично улечься.

Задача 8. «Писк комара»

Каждый знает, как пищит комар. По высоте тона можно сообразить, что частота взмахов его крыльев велика. Оказывается, около 1000 раз в секунду. В то же время известно, что нервные клетки комара могут возбуждаться не чаще, чем 20–30 раз в секунду.

Как же получается, что редко возбуждающаяся нервная клетка заставляет мышечное волокно работать с гораздо более высокой частотой?

Решение

1. Обращение задачи: как сделать, чтобы частота сокращений летательных мышц была гораздо больше рабочей частоты нервных клеток?
2. ИКР: мышцы сами сокращаются без помощи нервных клеток...
3. Какие ресурсы рассматриваемой системы позволяют реализовать ИКР?
— Система «крылья — мышцы — сухожилия — скелет — ...» входит в резонанс, частота которого отличается от рабочей частоты нервных клеток.
— Получается, что нервные импульсы запускают систему, которая далее работает в автоколебательном режиме. Но тогда возникает естественный вопрос: как же выйти из этого режима?
— Значит, относительно редкие периодические нервные импульсы необходимы для поддержания автоколебаний, и если они прекращают поступать, то это приводит к срыву автоколебаний.
— Вы можете убедиться в правильности гипотезы, укоротив крылья комара: частота их взмахов увеличится.

Справка: по данным биофизики, под действием нервных импульсов в мышцы комара поступают ионы кальция, необходимые для процесса сокращения. Когда импульсы прекращаются, концентрация ионов кальция в мышцах уменьшается и взмахи крыльев прекращаются.

Задача 9. Задача академика И.К. Кикоина

Грозовой разряд представляет собой гигантский электрический разряд в газе. Но электрический ток не виден и не слышен.

Как же объяснить вспышки молнии и раскаты грома?

Решение

1. Начнём с молнии. Обращение задачи: как преобразовать электрическую энергию в световую?
2. ИКР: электрическая энергия сама преобразуется в световую...
3. Среди вещественных ресурсов у нас есть только воздух, поэтому он и должен выполнить требуемое преобразование.
— Каковы ресурсы изменения воздуха при разряде и после него?
— При разряде происходит ионизация воздуха. После разряда ионы и электроны, притягиваясь, образуют нейтральные молекулы воздуха, а избыток энергии даёт вспышку.

- Откуда берётся гром?
- Обращение задачи: как создать звуковой импульс в воздухе?
- Нужно создать скачок давления.
- За счёт чего можно изменить давление в газе?
- Из уравнения Клапейрона—Менделеева следует, что можно изменить объём или температуру...
- Как это можно сделать с помощью мощного разряда?
- Сильным нагревом!
- Почему возникают именно раскаты грома, хотя весь процесс разряда протекает в тысячные доли секунды?
- 1. Обращение задачи: как сделать раскаты грома из одного звукового импульса?
- 2. ИКР: раскаты сами возникают во время грозы...
- Значит, возникает эхо!
- Как создать эхо?
- За счёт отражения, например, от облаков и от поверхности Земли.
- Это хорошо согласуется с тем, что после первого сильного звукового импульса последующие гораздо слабее.

Задача 10. Задача академика М.А. Лаврентьева

Если сжимать деревянную или пластмассовую линейку вдоль её оси, то она изогнётся и, в конце концов, сломается где-то посередине. При сильном ударе по торцу стального стержня он ломается на большее количество кусков.

Почему?

Решение

1. Обращение задачи: как сделать, чтобы стержень разлетелся на несколько кусков?
 - Нужно, чтобы в стержне возникло несколько областей с высокими напряжениями.
 - Как сконцентрировать нагрузку в нескольких сечениях стержня?
2. ИКР: высокие напряжения сами возникают в нескольких сечениях...
 - Остаётся лишь назвать известный каждому старшекласснику физический эффект, который обеспечивает ИКР.
 - Это образование стоячих волн.
 - Но почему в отличие от линейки стержень ломается на большее число кусков?
 - 1. Обращение задачи: как сделать, чтобы в стержне реализовалась изгибная стоячая волна не по первой форме или не только по первой, а и по более высокой? Предположим сначала, что первая форма не возбуждается, как этого добиться?
 - Первая форма либо не может возникнуть, либо не успевает...
 - Почему не может? Как сделать, чтобы она не возбуждалась?
 - Первая форма — самая низкочастотная, а доля энергии ударного импульса, соответствующая этой частоте, слишком мала.
 - Почему первая форма не успевает возникнуть? Как сделать, чтобы не успела?
 - Это возможно, если скорость распространения изгибных волн в стержне растёт с частотой.
 - Этот эффект называется дисперсией. Но тогда стержень должен ломаться не на 3–4 куска, а на гораздо большее количество?
 - Либо опять доля энергии, приходящаяся на высокие формы изгиба, недостаточна, либо становится недостаточной при распространении вдоль стержня, т.е. больше поглощается высокочастотная часть спектра изгибных колебаний.
 - В результате получается, что наряду с основной формой (или без неё) возбуждаются ещё несколько первых, которые при своей суперпозиции и определяют результаты эксперимента.

Примечание. Эта задача показывает, что использование ТРИЗовской методики позволяет сформулировать интересные гипотезы даже при рассмотрении сложной проблемы.

Задача 11. «Газ в лампочке»

Зачем после откачки воздуха колбу лампы накаливания наполняют инертным газом?

Решение

Из 2-го типа, так как неопределённость — в функции.

Формулируем функции, используя стандартный перечень.

Ф 1 (главная функция) — преобразовать электроэнергию в свет: Ф 1.1 — накаливать нить, Ф 1.2 — подать напряжение на нить.

Ф 2 — функции повышения эффективности (в пределах существующего принципа действия): Ф 2.1 — повысить КПД (излучать электромагнитную энергию только в видимой части спектра), Ф 2.2 — удешевить лампочку, Ф 2.3 — упростить конструкцию.

Ф 3 — функция надёжности: Ф 3.1 — предотвратить короткое замыкание, Ф 3.2 — сохранить нить, Ф 3.2.1 — защитить нить от коррозии, Ф 3.2.2 — предотвратить испарение нити.

Ф 4 — функция безопасности: Ф 4.1 — электробезопасность, Ф 4.2 — защитить от ожога, Ф 4.3 — защитить от поражения осколками баллона, Ф 4.3.1 — обеспечить прочность баллона, Ф 4.3.2 — выровнять давления внутри и вне баллона.

Ф 5 — функции эргономики: Ф 5.1 — излучать свет, спектр которого приятен для глаз.

Наполнение газом улучшает функции Ф 3.2.2 (так как испарение происходит тем лучше, чем глубже вакуум) и Ф 4.3.2.

Интересно, что повышение безопасности — дополнение к контрольному ответу в задачнике.

Задача 12. «Вентиляция в космосе»

Зачем на орбитальной станции используется принудительная вентиляция воздуха?

Решение

Из 2-го типа, так как неопределённость — в функции.

— Зачем нужен воздух на станции?

— Во-первых, чтобы дышать, а во-вторых, для технических нужд, при которых происходит окисление кислорода.

— Вентиляция необходима или выполнение этих функций улучшается при использовании вентиляции?

— Необходима, так как в условиях невесомости образующийся углекислый газ может не замещаться свежими порциями кислорода и человек будет испытывать кислородное голодание, а, например, зажжённая спичка погаснет.

Задача 13. «Танки для нефти»

Зачем нефтетанкеры разделены перегородками на отсеки (танки)?

Решение

Из 2-го типа, так как неопределённость — в функции.

Используем ресурс различия (чем танкер отличается от других судов?). Это позволит быстрее выйти на искомую функцию.

— Танкер — большегрузное судно.

— А чем танкер отличается, например, от ледокола?

— Он перевозит жидкость.

- Какая функция улучшается при дроблении перевозимой жидкости на части?
- Улучшается маневренность судна, т.е. при поворотах, торможении и разгоне нефть не будет приливать к бортам, корме или носу судна.
- Кстати, с помощью отсеков разрешается следующее противоречие: нефть должна быть жидкой для удобной погрузки-выгрузки и должна быть твёрдой для обеспечения маневренности судна.

Задача 14. «Хвост самолёта»

Почему хвостовое оперение у скоростных самолётов устанавливают выше плоскости крыльев?

Решение

- Из 2-го типа, так как неопределённость — в функции.
- Используем ресурс различия.
- Чем отличается воздушный поток, возникающий за крыльями?
- Возникают области разрежения — сжатия, турбулентность воздуха...
- На какие функции хвостового оперения это может негативно влиять?
- Прежде всего, на главную функцию: рули хвостового оперения будут неустойчиво работать, а это — небезопасно.

Задача 15. «Молевой сплав»

Почему на Руси издревле молевой сплав приурочивали к спаду половодья?

Решение

- Из 3-го типа, так как неопределённость — и в принципе действия, и в функции.
- Устраним неопределённость в функции.
- Ясно, что речь идёт о повышении производительности сплава и/или повышении качества (уменьшении потерь).
- Вполне вероятно, что такой выбор позволял предкам повышать эффективность сплава за счёт снижения потерь, так как пропускная способность при спаде половодья падает.
- 1. Обращение задачи.
- Как исключить потери леса?
- Надо исключить попадание брёвен на мелководье, около берега...
- 2. ИКР: река сама отгоняет брёвна с мелководья и от берега...
- Как?
- Только если вода движется от берега к середине реки, увлекая брёвна.
- Должна возникнуть разность давлений, которая и обеспечит такое движение воды? Но из-за максимального трения воды у берегов скорость течения реки здесь ниже, чем посередине, и возникающий из-за этого перепад давлений всегда существует и при спаде половодья он не увеличивается.
- Значит, действует другой механизм.
- Как проще всего заставить воду перетекать?
- Нужно создать разность уровней.
- ИКР: разность уровней сама возникает при спаде половодья...
- Как эта разность уровней может возникать при спаде половодья?
- Из-за максимального трения воды у берегов в половодье основная часть воды проходит посередине русла и уровень воды здесь выше. При спаде воды уровень посередине ниже, чем у берегов, и потери леса меньше.
- Кстати говоря, этот перепад не такой уж и маленький. Например, на Миссисипи он достигает 1 м.

Задача 16. «Газированная вода»

Лимонад газировать не только для улучшения вкусовых качеств.

Зачем же ещё?

Решение

ИЗ третьего типа, так как неопределённость — и в функции, и в принципе действия.

Для выхода на искомую функцию используем ресурс различия.

— В чём особенность использования газированных напитков?

— В том, что их пьют охлаждёнными.

— Какая может быть польза от газирования при употреблении холодных напитков?

— ???

— Какой может быть вред при употреблении холодных напитков?

— Можно простудить горло!

— Теперь обращаем задачу: как можно защитить горло от холодной жидкости?

— Увеличить теплоизоляцию горла, уменьшив контакт горла с холодной водой.

— Но для этого нужны вещественные ресурсы — хорошие теплоизоляторы...

— А что у нас имеется в системе?

— Ничего, кроме самой воды и газа...

— Могут ли быть полезны для этого пузырьки газа?

— Да, ведь газ — хороший теплоизолятор!

— Понятно, почему, например, при употреблении ключевой воды по сравнению с колодезной меньше вероятность простудить горло?

Задача 17. «Телемост»

В шестидесятых годах в Омске наблюдалось явление, поставившее многих в тупик. Всесоюзного телевидения ещё не было, и телепередачи велись областной станцией телевидения. И вот однажды на экранах телевизоров после серии помех омичи увидели незнакомое им лицо диктора, который сказал: «Московское телевидение продолжает свои передачи».

Как это объяснить? Ведь УКВ распространяются в пределах прямой видимости, а от Москвы до Омска около двух тысяч километров.

Решение

ИЗ 3-го типа. Устраним сначала неопределённость в функции.

— Какую главную функцию необходимо выполнить для трансляции телепередачи из Москвы до Омска?

— Нужно передать сигнал до Омска.

1. Обращение задачи: как сделать, чтобы сигнал дошёл до Омска?

— Надо установить ретрансляторы.

— Идеально было бы обойтись одним.

2. ИКР: один ретранслятор сам возникает и обеспечивает приём сигнала от Москвы до Омска.

— Учитывая прямолинейность распространения УКВ, какой же высоты должна быть приёмная антенна? И как она сама может возникнуть?

— Это может быть каким-то природным явлением.

— Какое природное явление может возникнуть очень высоко, обеспечивая приём сигнала из Москвы и передачу на Омск?

— Это какое-то явление в атмосфере Земли...

— Что может в атмосфере взаимодействовать с УКВ?

— Из вещественных ресурсов в атмосфере есть только газ и... ионизированный газ!

— Ионизированные частицы могут отражать УКВ, но их должно быть очень много. Что же это за атмосферное явление природы?

— Это или вспышка на Солнце, или...

— Да, в тот вечер под Омском выпал метеоритный дождь из мелких пылинок, что и привело к наблюдаемому явлению.

Задача 18. «Горб верблюда»

Кабаны, моржи, киты откладывают жир равномерно по телу, а верблюд — в горб.

Почему?

Решение

Из 2-го типа, устраним неопределённость в функции.

— В условии задачи сравниваются различные животные, поэтому использование ресурса различия само напрашивается...

— Каковы различия в среде обитания этих животных?

— Кабаны живут в лесу, киты — в море, моржи — в море и на берегу, а верблюды — в пустыне.

— А чем пустыня отличается от других мест обитания?

— Там бывает очень жарко и плохо с водой и пищей...

То, что горб — неприкосновенный запас, — известно, а зачем он при жаре?

— Он помогает избежать теплового удара, что было бы неизбежно при прямых лучах солнца и при равномерном распределении жира, который является хорошим теплоизолятором.

Задача 19. «Почему у слона большие уши»

У одних и тех же широко распространённых видов животных, например у лисиц, размеры ушей существенно различны.

Почему?

Решение

Из 2-го типа, так как требуется выяснить, на каких функциях сказывается размер ушей.

— Ну, ясно, что уши — чтобы слышать. Поэтому чем они больше, тем лучше слух?

— Получается, что слух лучше всего у слона? Однако, музыкальные вкусы у него... Трубит он так громко, что стоило ли создавать для восприятия такую совершенную акустическую систему?

И от врагов своих он не спасается бегством, так как при общении с ними у него есть «весомые» аргументы. Поэтому-то и желающих попробовать слоновье мясо не много...

— Значит, большие уши у слона выполняют другую функцию...

— Да, сила решений природы, в частности, связана с тем, что один и тот же орган может выполнять несколько функций.

— Однако природа не принимает своих решений вопреки физике.

— Для выхода на искомую функцию попробуем использовать ресурс различия.

— Чем отличаются уши от других частей тела?

— Прежде всего тем, что они тонкие, т.е. отношение их площади к объёму очень высоко.

— Как можно использовать такую особенность?

— С точки зрения теплопередачи — это уникальная конструкция. Поэтому там, где жарко, большие уши помогают охладить организм, а там, где холодно, маленькие уши помогают сберечь тепло. Однако первоначальная идея о необычном слухе слонов действительно имеет смысл.

— Используем ресурс различия: чем органы слуха и излучения звука у слона отличаются

от органов других животных?

— Согласно недавним исследованиям зоологов, слоны подают друг другу сигналы не только в звуковом, но и в инфразвуковом диапазоне частот в области 16 Гц. Хобот слона подобен трубе органа, а большое ухо весьма кстати для восприятия инфразвука. Заметим, что уши африканского слона весят 50 кг.

Этим объясняется уверенное движение самца к самке в лесу в брачный период, хорошо организованное изменение направления движения стада, так как инфразвук в отличие от звука очень слабо поглощается даже в лесу.

Задача 20. «Ихтиандр»

В романе А. Беляева «Человек-амфибия» описан юноша, которому пересадили жабры акулы так, что он мог жить под водой в море.

Однако если даже допустить, что проблема отторжения решена, это всё равно невозможно.

Почему?

Решение

Если задачу рассматривать как исследовательскую, то она относится ко второму типу, так как неопределённость — в функции, т.е. требуется найти те функции человеческого организма, которые не могут выполняться при жаберном дыхании под водой.

— Используем ресурс различия.

— Каково различие между воздухом и водой как средой для дыхания?

— Для дыхания нужен кислород, а в воде его в 1000 раз меньше, чем в воздухе, поэтому через жабры Ихтиандра должно проходить воды примерно во столько же раз больше, чем воздуха через лёгкие.

— Но вода — жидкость и обладает высокой теплоёмкостью. А снижение температуры человеческого тела ниже 35 градусов опасно для жизни. Не случайно все морские организмы, которые дышат жабрами, — хладнокровны.

— Интересно, удачно ли А. Беляев для Ихтиандра выбрал жабры акулы?

— Ещё раз воспользуемся ресурсом различия.

— У акул нет жаберных крышек. И чтобы вода омывала жабры, акула вынуждена непрерывно плавать... Но человек без продолжительного сна (в состоянии покоя) быстро умирает!

— У акулы нет плавательного пузыря. Нет его и у Ихтиандра, и поэтому архимедова сила у него меньше силы тяжести, которая тянет его на дно...

— Чем, кстати, акула компенсирует такой существенный для подводного пловца недостаток?

— Требуется вещественный ресурс, который бы уменьшал среднюю плотность тела.

— ИКР: в организме он есть и требуется лишь увеличить его долю!

— Это жир. У акулы его особенно много в необычно большой для рыб печени. Поэтому акулы необычайно прожорливы.

— Да, действительно, у Ихтиандра нет никаких шансов...

— Фантастика бывает научной, а бывает и не научной... А чтобы понимать это, нужно уметь решать задачи по физике!

В заключение отметим, что предлагаемая нами методика решения качественных задач по физике, **во-первых**, делает доступными для учеников достаточно сложные задачи, так как описанные процедуры — алгоритмические; **во-вторых**, облегчает понимание физической сущности рассматриваемых явлений, так как используемые инструменты ТРИЗ носят диалектический характер.

Всё это повышает эффективность решения и способствует формированию и развитию у

учеников творческого аналитического мышления.

Важно ещё и то, что «пошаговый» ход решения позволяет учителю детально разобрать физическую суть задачи, а сам процесс решения в классе носит выраженный эмоциональный характер и позволяет активизировать работу учащихся на уроке, способствуя повышению интереса к физике.