

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра инноватики и строительной физики имени И. С. Суровцева

Алгоритмы решения нестандартных задач

**методические указания к практическим занятиям, часть 1,
для студентов направления 27.03.05**

**«Инноватика»
очной формы обучения**

Воронеж 2023

Составители :

ассистент Э. И. Еникеев

Настоящие методические указания содержат вводный теоретический минимум сведений об общих принципах решения нестандартных задач.

Методическое пособие предназначено для проведения практических занятий по дисциплине «алгоритмы решения нестандартных задач» для студентов дневной формы обучения, обучающихся по программам подготовки бакалавров по направлению 27.03.05 «Инноватика».

Методические указания подготовлены в электронном виде.

Введение

Одним из главных качеств, высоко ценящемся в современном мире , является способность максимально быстро и качественно принимать решения в изменяющихся условиях. Данный навык находит свое применение практически во всех сферах деятельности человека: производственной, экономической, социальной. Курс «Алгоритмы решения нестандартных задач (АРНЗ)» ставит целью развитие вышеуказанной способности . Практические занятия АРНЗ призваны обеспечить развитие творческого мышления, инновационности и способности к нетрадиционному подходу к решению проблем.

В процессе изучения студенты знакомятся с различными головоломками, задачами, требующими нетрадиционного подхода. Они учатся анализировать и решать эти задачи, разрабатывать собственные изобретательские проекты и реализовывать их.

На практических занятиях студенты изучают и анализируют алгоритмы для создания изобретений и инновации в различных областях. Помимо расширения кругозора, поднимаемые темы становятся фундаментом для работы студентов над собственными патентами.

АРНЗ настоящее время набирает популярность. Это – мощный инструмент создания новшеств, основанный на длительных исследованиях закономерностей мышления и алгоритмизации при создании новых продуктов. Расширение использования подобных научных технологий творчества значительно ускоряет все виды прогресса.

Раздел №1. Противоречия.

Прежде всего решение любой задачи начинается с постановки и уточнения вопроса. Выбор задачи во многом предопределяет судьбу изобретения и изобретателя. Изобретатель должен хорошо знать историю техники, особенно той отрасли техники, в которой он работает. Пример:

Когда-то камень на карьерах добывался вручную. Рабочий отбивал камень, оттаскивал его от забоя, складывал в каком-то определенном месте.

Механизация добычи камня началась с появления камнерезных машин.

Появление этих машин на карьерах вызвало необходимость механизации доставки камня. Это было решено применением транспортеров.

Но последний элемент технологического процесса — штабелирование камня — до сих пор производится вручную. Рабочие, занятые штабелированием, не успевают за мощными камнерезными комбайнами. Это задерживает работу транспортеров. В свою очередь, ненормальная работа транспортеров приводит к накоплению неубранного камня у забоя и, следовательно, к простоям камнерезных машин. [1]

В каждой решаемой изобретателем задаче имеет некий конфликт, противоречие. И одним из первых пунктов алгоритма решения нестандартных задач становится выявление и уточнение этого противоречия.

В АРНЗ рассматриваются три вида противоречий:

- Поверхностное противоречие (ПП)
- Углубленное противоречие (УП)
- Обостренное противоречие (ОП).

В терминологии основателя теории решения изобретательских задач Г. С. Альтшуллера они обозначаются соответственно:

- Поверхностное – административным противоречием (АП);
- Углубленное – техническим противоречием (ТП);
- Обостренное – физическим противоречием (ФП).

Поверхностное противоречие - противоречие между потребностью и возможностью ее удовлетворения. Примеры формулировки: "Надо выполнить то-то, а как неизвестно", "Какой-то параметр системы плохой, нужно его улучшить", "Нужно устранить такой-то недостаток, но не известно, как", "Имеется брак в производстве изделий, а причина его не известна".

Углубленное противоречие — это противоречие между определенными частями, качествами или параметрами системы. УП представляет собой причину возникновения поверхностного противоречия, углубляя его. Можно сказать, что глубине одного ПП, лежит несколько УП. Техническое (углубленное) противоречие возникает в результате диспропорции развития различных частей (параметров) системы.

Обостренное противоречие — предъявление диаметрально противоположных свойств (например, физических) к определенной части технической системы. Его роль заключается в определении причин, породивших углубленное противоречие. Характерной особенностью ОП является формулировка: некоторая часть ТС должна находиться **сразу в двух взаимоисключающих (взаимоположных) состояниях**: быть холодной и горячей, подвижной и неподвижной, длинной и короткой, гибкой и жесткой, электропроводной и неэлектропроводной и т. д.

Рассмотренные три вида противоречий образуют цепочку: поверхностное противоречие (ПП) – углубленное противоречие (УП) - обостренное противоречие (ОП), которая определяет причинно-следственные связи в исследуемой технической системе.

Пример задачи с выделением противоречий:

1. Можно обжечься, когда берешь горячую кастрюлю с плиты. Как устранить этот недостаток? - Выделено поверхностное противоречие.
2. Необходимость нагрева кастрюли при приготовлении пищи вступает в противоречие с процедурой снятия кастрюли голыми руками? Выделение углубленного противоречия – температура (приготовление пищи) – вредные факторы, генерируемые самим объектом (безопасность).

3. Кастрюля должна быть горячей, чтобы осуществлялся процесс варки, и должна быть холодной, чтобы ее было безопасно брать.- Выделение обостренного противоречия.[2]

Горячим должна быть внутренняя поверхность кастрюли. Холодной должны быть ручки, внешняя поверхность кастрюли и крышки.

Частичные решения: ручки выполняются из теплоизоляционного материала или ручку теплоизолируют от поверхности кастрюли. Такое же решение и с ручкой от крышки.

Немного лучшее решение, если дно кастрюли делать теплопроводным (металлическим), а стенки кастрюли делать теплоизоляционными, например, пластмассовыми или керамическими.

Полное решение – внешний слой кастрюли и крышки покрывать теплоизоляционным слоем. Тогда в кастрюле будет дольше сохраняться тепло. Это же решение может быть применено и к чайнику.

Дополнительные задачи для решения в группах:

1. Перед конструкторским бюро А.Н.Туполева была поставлена задача создания к концу 50-х годов нового пассажирского самолета на 170 мест с большой дальностью полета. Для этого потребовалось авиадвигатели на суммарную мощность 50 тыс. л.с. У самого мощного из имеющихся в СССР двигателей ТВ-2 было всего 6 тыс. л.с. Как быть?

2. Необходимо увеличить скорость судна, а как — неизвестно.

3. Обычно проводники в интегральных микросхемах (ИМС) делают из золота, имеющего самое малое удельное сопротивление току, но недопустимо плохую адгезию с материалом подложки. Как быть?

Раздел №2. Преодоление психологической инерции.

В процессе решения задачи человек часто пытается применить уже известные решения, методике или понятия. Данное явление получило название психологической инерции.

Основные причины появления психологической инерции:

1. Употребление специальных терминов,
2. Пространственно-временные представления об объекте,
3. Система ценностей,
4. Традиции (профессиональные, фирменные, национальные, территориальные и т.п.).

Проиллюстрируем, к примеру, первый пункт: с передвижением ледокола во льдах, мы уже невольно представляем определенную "технология" передвижения во льдах. "Ледокол" - значит, лед необходимо колоть. Хотя может быть его лучше резать, пилить, взрывать или двигаться подо льдом, надо льдом или сквозь лед?

Психологическая инерция появляется с употреблением привычных пространственно-временных представлений, которое связывается с тем или иным объектом или процессом. Размеры объекта и продолжительность его действия либо прямо указаны в условиях задачи, либо подразумеваются сами собой.

Ценностные представления о вещах и понятиях (система ценностей) накладывают на них свое мировоззрение, которое мешает их увидеть в другом свете.

Большое влияние на стиль нашей жизни, на моду, на способы приготовления пищи, на вид и содержание окружающих нас предметов, на стиль работы и мышления оказывает традиция.

Использование методов развития творческого воображения позволяет управлять психологической инерцией.

Инструмент творческого воображения : моделирование маленькими человечками.

Решая многие задачи, знаменитый физик Максвелл представлял себе исследуемый процесс в виде маленьких гномиков, которые могут делать все, что необходимо. Такие гномики в литературе получили название "гномиков Максвелла". Аналогичный метод моделирования с помощью толпы маленьких человечков предложил Г.Альтдуллер. Любой процесс моделируется с помощью маленьких человечков, которые в нашем воображении могут осуществлять любые действия. Метод маленьких человечков

Основы:

- а) выделенную часть объекта, которая не выполняет требования идеального конечного результата, изобразить в виде совокупности маленьких человечков;
- б) разделить человечков на группы, действующие по заданным функциям, требованиям;
- в) предоставить человечкам возможность самим разрешить конфликт, выполнить противоречивые требования;
- г) оценить сделанное человечками перестроение.

Порядок работы по ММЧ

1. Описать проблему и выделить элемент – объект для изменения.
2. Сформулировать противоречивые требования (ИКР) к объекту.
3. Представить объект в виде толпы маленьких человечков.
4. Разделить человечков на разные группы, выполняющие каждая по одной функции или отражающие то или иное свойство объекта.
5. Перестроить модель (дать человечкам команду) так, чтобы выполнялись нужные действия, и не возникало конфликтов разных групп человечков.
6. Поискать техническое решение.

Приведем пример из источника [3]:

«Задача 7.2. Имеется дозатор жидкости, выполненный в виде устройства, показанного на рис. 7.9. Жидкость поступает в ковш дозатора, Когда наберется установленное количество жидкости, дозатор наклонится влево, жидкость выливается. Левая часть дозатора становится легче, дозатор возвращается в исходное положение.

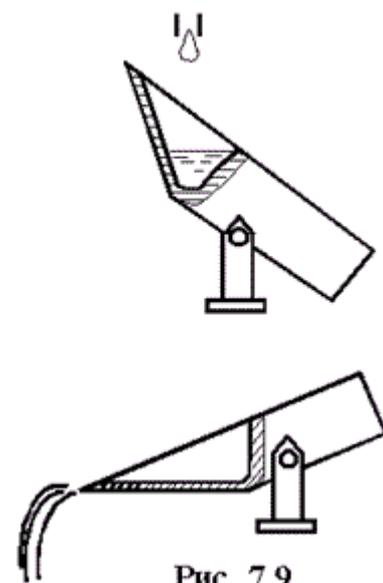


Рис. 7.9.

К сожалению, дозатор работает неточно. При наклоне влево, как только начинается слив жидкости, левая часть дозатора становится легче, дозатор возвращается в исходное положение, хотя в ковше остается часть жидкости. "Недолив" зависит от многих факторов (разность левой и правой частей дозатора, вязкость жидкости, трение оси дозатора и пр.), поэтому нельзя просо взять ковш побольше.

Надо устранить описанный недостаток дозатора. Не предлагайте другие дозаторы: суть задачи в усовершенствовании имеющейся конструкции.

Помните: надо сохранить присущую ей простоту.

Представим описанную конструкцию в виде модели с помощью маленьких человечков (рис. 7.10).

Анализ данной модели показывает, что человечки противовеса не отвечают

необходимым требованиям.

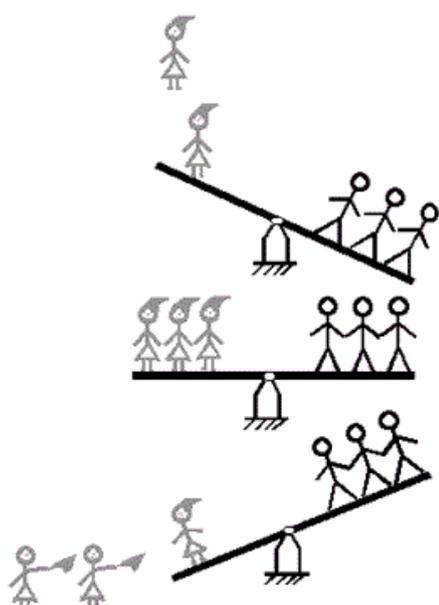


Рис. 7.10.

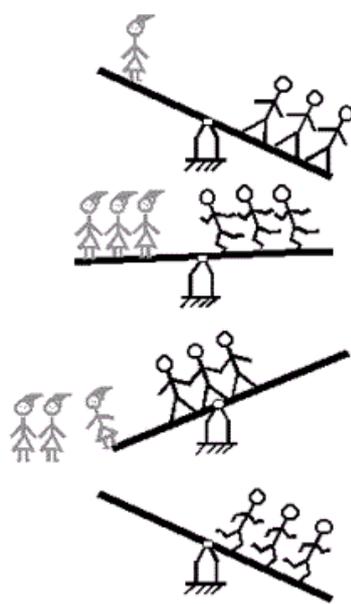


Рис. 7.11.

Где
 - человечки груза;
 - человечки жидкости

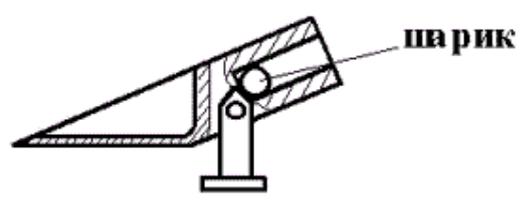


Рис. 7.12.

.Здесь возникает обостренное (физическое) противоречие "Человечки противовеса должны быть справа, чтобы возвращать дозатор в исходное положение, и не должен быть справа, чтобы человечки жидкости могли полностью сойти".

Такое противоречие может быть разрешено, если человечки противовеса станут подвижными (рис. 7.11). Технически это можно представить, например, как показано на рис. 7.12. Дозатор выполнен в виде корпуса, посаженного на ось, по одну сторону которой расположена мерная емкость, а по другую - каналы с перемещающимся балластом, например шариком.»

Задачи для решения на занятиях:

1.В гидростроительстве при перекрытиях русел рек и разного рода отсыпках под воду используют саморазгружающиеся (опрокидывающиеся) баржи, в частности, баржи показанные на рис. 7.13. Они состоят из двух отсеков плавучести 1 и 2 ("нос" и "корма"), которые держат баржу на плаву. Между отсеками плавучести находится грузовой трюм 3, выполненный в виде трехгранной призмы.

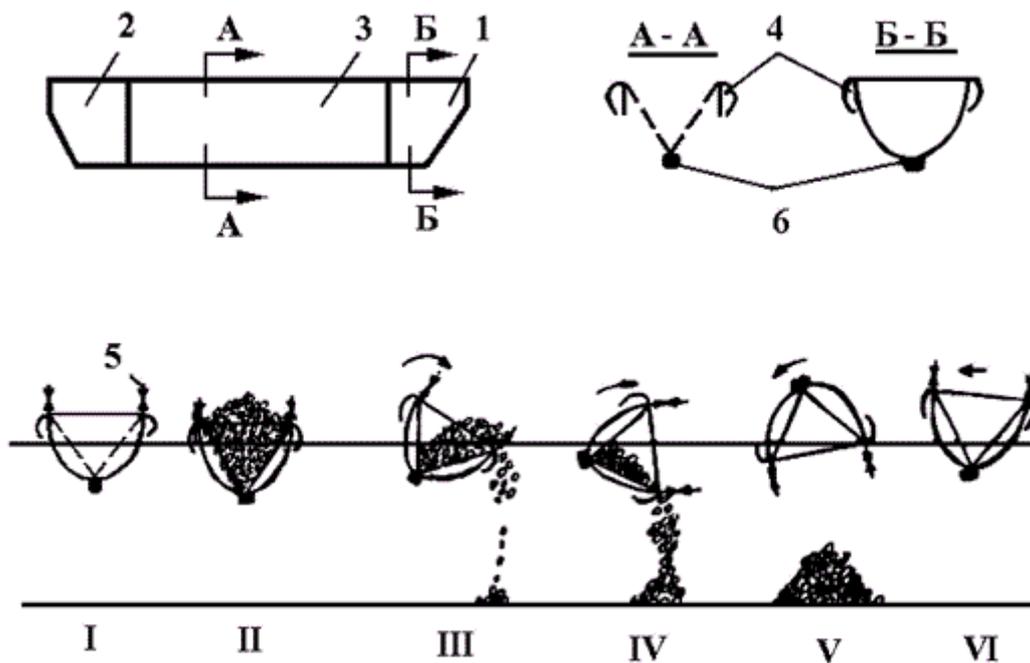


Рис . 7.13.

Стенки трюма имеют отверстия, в трюм всегда проходит вода (без этого трудно было бы опрокидывать баржу и возвращать ее в исходное положение). Вдоль корпуса с обеих сторон расположены воздушные полости 4. Нижняя часть этих полостей открыта. Когда баржу нагружают, она оседает, вода поджимает воздух в воздушных полостях. Когда надо произвести разгрузку баржи, открывают кран 5, воздух выходит, вода заполняет одну бортовую полость, баржа опрокидывается. После того, как груз высыпался, вращающий момент, создаваемый килем 6, автоматически возвращает баржу в исходное положение.

Такие баржи решено было использовать на строительстве Асуанской плотины. В силу специфических условий потребовалось создать баржи грузоподъемностью 500 т с низкой осадкой, то есть, более широкие и плоские. Построили модель баржи и обнаружили, что модель не возвращается в исходное положение.

Чтобы вернуть баржу в исходное положение, необходимо было делать киль тяжелее, но тогда придется все время возить "мертвый" груз. Чем тяжелее киль, тем меньше полезная грузоподъемность баржи.

Как быть?

2. Во время Второй Мировой войны возникла проблема, как сделать, чтобы противник не обнаружил поставленную подводную мину?

Подводная мина в те времена представляла собой сферу, начиненную взрывчаткой, а взрыватели были выполнены в виде "рожек" (рис. 7.17). Мина имеет положительную плавучесть. Она прикреплялась к якорю с помощью троса (минрепа), так чтобы она оставалась на глубине осадки корабля.

Мины вылавливают с помощью специальных кораблей - тральщиков. Между

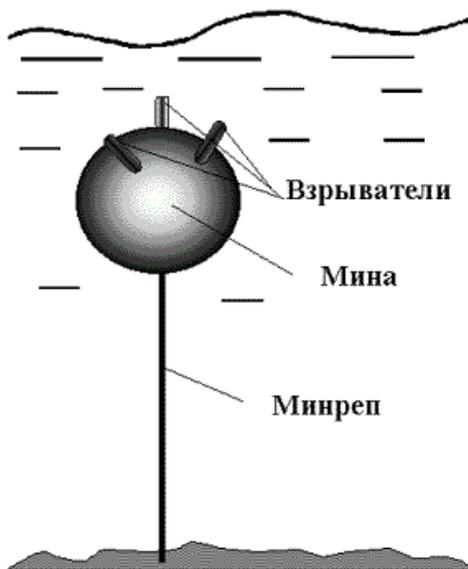


Рис. 7.17.

двумя тральщиками натянут трос (трал).

Трос заглубляется с помощью специальных

заглубителей. Трос трала подходит к тросу

минрепа (рис. 7.18). Когда в трал попадает мина

(трос трала движется по тросу минрепа), то

специальными ножом или взрывным

устройством, обрывается минреп. Мина

всплывает и ее расстреливают.

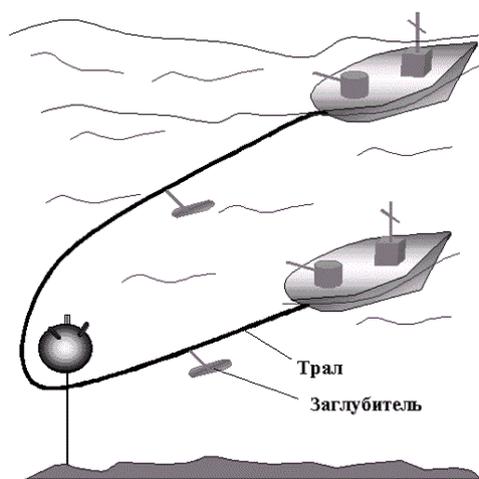


Рис. 7.18.

Инструмент творческого воображения: идеальный конечный результат.

Идея идеального конечного результата (ИКР) базируется на том, что задачу легче решать с конца, то есть зная конечный ответ. Проложить дорогу к решению в этом случае становится легче. Введем понятие идеальной технической системы:

Идеальная техническая система - это система, которой нет, а ее функции выполняются, т.е. цели достигаются без средств. ИКР - маяк, к которому следует стремиться при решении задачи.

ИКР - решение, которое мы хотели бы видеть в своих мечтах, выполняемое фантастическими существами или средствами (волшебная палочка). Например, дорога существует только там, где с ней соприкасаются колеса транспорта. ИКР транспортного средства - когда его нет, а груз транспортируется (груз сам передвигается в нужном направлении с необходимой скоростью).

Помочь составить ИКР помогут следующие особенности "идеального устройства" ("идеальной системы")

1) оно должно появляться только в тот момент, когда необходимо выполнять полезную работу, причем в это время система несет 100% расчетную нагрузку. Во все остальное время этой системы не должно существовать или она должна выполнять другую полезную работу. Пример: складная и приставная мебель (стол, диваны, кровати и т.д.), надувные предметы (лодки, спасательные жилеты, матрасы, кресла, понтоны и т. д.)

2) Вторая особенность "идеальной машины" или идеального устройства - его вообще нет, а работа, которую они должны выполнять, производится как бы сама собой (с помощью волшебной палочки). Пример: идеальный грузовик - это кузов, перемещающий груз. Все остальные части грузовика лишние, они необходимы только для достижения этой цели.

Стремление к идеалу – общая тенденция развития технических систем.

Исходя из выше сказанного , мы можем представить себе окончательно основную линию решения задач по АРИЗ в следующем виде:

ПП → УП → ИКР → ОП → Решение 1

С точки зрения АРИЗ задача точно сформулирована, когда выявлены ПП, УП, ИКР, ОП согласно приведенной цепочке .

Список литературы:

1. <https://www.altshuller.ru/triz/>

2. Петров В. М., Алгоритм решения изобретательских задач, учебное пособие. / В.М. Петров, Тель-Авив, 1999, 256 с.

3. <http://www.triz.natm.ru>

4. Альтшуллер, Г. С. Найти идею. Введение в ТРИЗ-теорию решения изобретательских задач : [науч. изд.] / Г.С. Альтшуллер. - М. : Альпина Бизнес Букс, 2007. - 400 с.