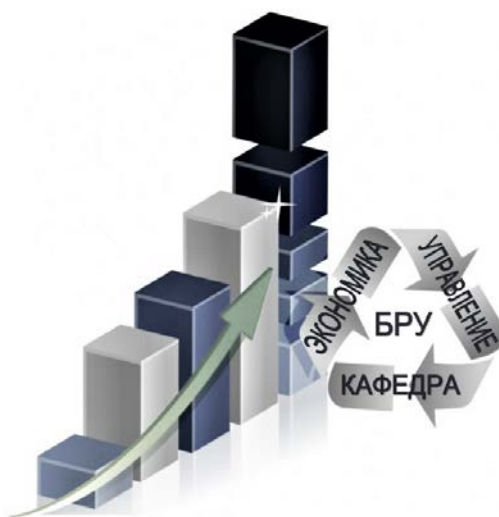


МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Экономика и управление»

# АЛГОРИТМЫ РЕШЕНИЯ НЕСТАНДАРТНЫХ ЗАДАЧ

*Методические рекомендации к лабораторным работам  
для студентов направления подготовки  
27.03.05 «Инноватика» очной формы обучения*



Могилев 2023

УДК 001.895  
ББК 65.290  
А24

Рекомендовано к изданию  
учебно-методическим отделом  
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Экономика и управление» «5» сентября 2023 г.,  
протокол № 1

Составитель канд. техн. наук, доц. К. А. Токменинов

Рецензент канд. техн. наук, доц Т. В. Пузанова

Методические рекомендации к лабораторным работам «Алгоритмы решения нестандартных задач» содержат теоретические сведения по рассматриваемым разделам курса, контрольные вопросы и задания для практического освоения изучаемых вопросов.

Методические рекомендации основываются на базовых принципах теории решения изобретательских задач.

Учебное издание

## АЛГОРИТМЫ РЕШЕНИЯ НЕСТАНДАРТНЫХ ЗАДАЧ

Ответственный за выпуск	Т. В. Романькова
Корректор	А. А. Подошевка
Компьютерная верстка	М. М. Дударева

Подписано в печать 06.10.2023 .Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.  
Печать трафаретная. Усл. печ. л. 1,40. Уч.- изд. л. 1,44 . Тираж 26 экз. Заказ № 1105.

Издатель и полиграфическое исполнение:  
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования  
«Белорусско-Российский университет».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя,  
изготовителя, распространителя печатных изданий  
№ 1/156 от 07.03.2019.  
Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский  
университет, 2023

## Содержание

1	Методы развития творческого воображения.....	4
2	Мозговой штурм. Методика проведения. Роль и функции ведущего. Генерация и группирование предложений. Достижение консенсуса группы...	7
3	Метод морфологического ящика.....	8
4	Прогнозирование развития технических систем .....	9
5	Основные принципы решения творческих задач.....	11
6	Учебные примеры и кейс-стадии для иллюстрации применения технических противоречий и матрицы Альтшуллера.....	14
7	Учебные примеры и кейс-стадии для иллюстрации применения физических противоречий.....	16
8	Учебные примеры и кейс-стадии для иллюстрации применения вещественно-полевого анализа.....	18
9	Построение и использование веполей.....	20
10	Использование стандартов.....	20
11	Патентный поиск.....	21
12	Функционально-стоимостной анализ.....	22
	Список литературы .....	23

## 1 Методы развития творческого воображения

**Цель и задачи лабораторной работы:** изучить отдельные методы быстрого решения сложных технических и организационных задач. Особое внимание уделить приемам метода фокальных объектов и оператора «размер, время, стоимость» (РВС).

### **Метод фокальных объектов.**

Предполагает поиск новых идей путем присоединения к исходному объекту свойств или признаков случайных объектов. Применяется при поиске новых модификаций известных устройств и способов, в частности товаров народного потребления (ТНП), создании рекламы товаров, а также для тренировки воображения.

Другие названия: метод каталога, метод случайных объектов. Автор метода Ф. Кунце (Германия, 1926 г.).

Целью метода является совершенствование объекта за счет получения большого количества оригинальных модификаций объекта с неожиданными свойствами. Переносятся признаки случайно выбранных объектов на совершенствуемый объект, который лежит как бы в фокусе переноса и поэтому называется фокальным. Возникшие необычные сочетания стараются развить путем свободных ассоциаций.

Использование метода предусматривает следующий порядок действий:

- из условий задачи выделить объект (прототип), подлежащий усовершенствованию, уточнить цель;
- выбрать три-четыре случайных объекта (открыв наугад каталог, книгу и т. п.);
- выписать для каждого из них несколько характерных признаков;
- полученные признаки перенести на прототип (фокальный объект), получить новые сочетания;
- новые сочетания развить путем свободных ассоциаций. Зафиксировать все интересные идеи;
- оценить новые идеи и отобрать наиболее эффективные с точки зрения реализации. Сформулировать задачи на разработку новых модификаций объекта.

### ***Пример применения метода фокальных объектов (МФО).***

Совершенствуемый объект – фонарик.

Случайные объекты – очки, валенок, парашют.

Характерные свойства или признаки случайных объектов.

1 Очки: солнечные, защитные, модные.

2 Валенки: теплые, мягкие, деревенские.

3 Парашют: раскрывающийся, цветной, надежный.

Новые сочетания.

1 Фонарик солнечный, фонарик защитный, фонарик модный.

2 Фонарик теплый, фонарик мягкий, фонарик деревенский.

3 Фонарик раскрывающийся, фонарик цветной, фонарик надежный.

Новые идеи.

1 Фонарик с подзарядкой от солнечного света, фонарик с электрошоком, фонарик в виде украшения.

2 Фонарик плюс обогреватель, фонарик в виде мягкой игрушки, фонарик-маячок для домашних животных.

3 Фонарик складной, фонарик с цветными фильтрами, фонарик ударопрочный.

### ***Вопросы для контроля знаний***

1 Сущность метода фокальных объектов.

2 Преимущества и недостатки метода фокальных объектов.

3 Порядок применения метода.

### **Задание**

Используя случайные объекты, предложить новые идеи использования перечисленных ниже объектов.

Совершенствуемые объекты – электродрель-перфоратор, чайник, миксер, вентилятор.

### **Оператор «размер, время, стоимость» (РВС).**

Оператор РВС может применяться в различных областях человеческой деятельности при решении различных задач. Один из инструментов алгоритма решения изобретательских задач (АРИЗ) – инструмент управления психологическими факторами.

Цель – уменьшить психологическую инерцию, расшатать привычное представление об объекте, навязанное условиями задачи. Облегчить работу по алгоритму решения изобретательских задач. Оператор РВС снижает психологическую инерцию мышления путем мысленного изменения параметров объекта. Это позволяет взглянуть на объект по-новому, увидеть ранее не замечаемые свойства и возможности объекта и способствует перестройке условий задачи.

Использование метода предусматривает следующий порядок действий.

1 Мысленно уменьшить размеры объекта от заданной величины до нуля. Как теперь решается задача?

2 Мысленно увеличить размеры объекта от заданной величины до бесконечности. Как теперь решается задача?

3 Мысленно уменьшить время процесса (или скорость движения объекта) от заданной величины до нуля. Как теперь решается задача?

4 Мысленно увеличить время процесса (или скорость движения объекта) от заданной величины до бесконечности. Как теперь решается задача?

5 Мысленно снизить стоимость (допустимые затраты) объекта или процесса от заданной величины до нуля. Как теперь решается задача?

6 Мысленно повысить стоимость (допустимые затраты) объекта или процесса от заданной величины до бесконечности. Как теперь решается задача?

С помощью оператора РВС можно получить несколько необычных направлений для решения, хотя иногда он дает неожиданные идеи.

### ***Пример применения метода***

При искусственном опылении арахиса поток воздуха от воздуходувки должен переносить пыльцу. Но растения в процессе эволюции выработали способность закрываться при сильном ветре. А слабый ветер плохо разносит пыльцу. Как быть?

1 Если цветок очень маленький, опыление будет невозможным.

2 Если цветок очень большой, потребуется индивидуальное опыление каждого цветка – это невыгодно.

3 Если значительно уменьшить время опыления – это переход к импульсному опылению.

4 Если значительно увеличить время опыления, задача исчезает – это переход к естественному опылению.

5 Если затраты на опыление должны быть очень маленькими, тогда следует использовать машину, которая уже выполняет какую-либо другую операцию на поле с арахисом (например, культивацию, прополку и пр.), поручив ей опыление одновременно с выполняемой операцией.

6 При очень больших расходах на опыление, можно опылять каждый цветок, например, кисточкой. Но тогда это должны быть очень ценные растения, а не арахис.

В результате проведения работы по оператору РВС получены две идеи, заслуживающие дальнейшей проверки: импульсное дутье и опыление одновременно с другими операциями. Но самое главное – были расшатаны привычные стереотипные представления, уменьшена психологическая инерция. Аналогично можно использовать оператор РВС и для рассмотрения параметров воздуходувки.

Предложено решение: перед обдуванием лепестки раскрываются под воздействием электростатического заряда.

### ***Вопросы для контроля знаний***

1 Сущность метода РВС.

2 Преимущества и недостатки метода.

3 Порядок применения метода.

### **Задание**

Найти решение нижеизложенных проблем.

1 Тушение пожара, вызванного горящим фонтаном нефти, бьющим из под земли, который может возникнуть при бурении скважины.

2 Для повышения скорости полета крыло самолета должно иметь стреловидность. Однако стреловидное крыло на малых скоростях имеет низкую несущую способность. Это приводит к необходимости увеличения посадочной скорости и связанному с этим целому ряду проблем (длинные взлетно-посадочные полосы, повышенная опасность взлета и посадки и др.).

## **2 Мозговой штурм. Методика проведения. Роль и функции ведущего. Генерация и группирование предложений. Достижение консенсуса группы**

**Цель и задачи лабораторной работы:** изучить методику поиска решений в различных областях человеческой деятельности при недостатке информации творческой группой и принципы организации группы.

Мозговой штурм – один из наиболее известных методов коллективного поиска решений. Применяется при поиске решений в различных областях человеческой деятельности при недостатке информации.

Другие названия: мозговая атака, прямая мозговая атака (Brainstorming). Автор метода А. Осборн (США, конец 30-х гг. XX в.).

Цель метода – стимулировать группу к быстрому генерированию большого количества разнообразных идей.

Правила проведения мозгового штурма:

- количество идей предпочтительнее качества;
- критика идей на этапе генерации запрещена;
- в группе генерации идей не должно быть начальства;
- нет плохих идей! Приветствуются любые идеи;
- любая идея должна быть развита, даже если ее уместность кажется в данный момент сомнительной;
- поощрение шуток, каламбуров, фантастических идей;
- оказание поддержки и поощрение для освобождения участников заседания от скованности;
- идеи излагаются кратко.

Все выдвинутые идеи фиксируются и затем редактируются.

При оценке идей заведомо ошибочные и нереальные отбрасываются.

### ***Вопросы для контроля знаний***

1 Основные правила проведения мозгового штурма.

2 Преимущества и недостатки метода.

3 Порядок организации творческой группы и применения метода.

### **Задание**

1 В баке автомобиля в переходный осенне-зимний период могут появиться кристаллики льда, которые засоряют топливный фильтр. В результате этого топливо не попадает в двигатель. Найти способ устранения проблемы.

2 В Сибири мало дорог. Летом для перевозки больших объемов грузов используют водный транспорт. Как быть зимой?

3 Для увеличения скорости судна на воде необходимо использовать более мощный двигатель. Но более мощный двигатель имеет больший вес и требует большего запаса топлива, что также ведет к утяжелению судна, его большей осадке и повышает сопротивление движению. В результате скорость не возрастает. Как решить проблему?

## **3 Метод морфологического ящика**

**Цель и задачи лабораторной работы:** изучить принципы решения нестандартных задач с использованием комбинаций вариантов исполнения элементов на основании заранее построенной таблицы.

Известным методом систематизированного поиска новых идей является морфологический анализ, предложенный швейцарским астрофизиком Ф. Цвикки. Морфологический анализ основан на построении таблицы, в которой перечисляются все основные элементы, составляющие объект и указывается, возможно, большее число известных вариантов реализации этих элементов. Комбинируя варианты реализации элементов объекта, можно получить самые неожиданные новые решения.

Последовательность действий при этом следующая.

- 1 Точно сформулировать проблему.
- 2 Определить важнейшие элементы объекта.
- 3 Определить варианты исполнения элементов.
- 4 Занести их в таблицу.
- 5 Оценить все имеющиеся в таблице варианты.
- 6 Выбрать оптимальный вариант.

Основной идеей морфологического анализа является упорядочение процесса выдвижения и рассмотрения различных вариантов решения задачи. Расчет строится на том, что в поле зрения могут попасть варианты, которые ранее не рассматривались. Принцип морфологического анализа легко реализуется с помощью компьютерных средств.

Однако для сложных объектов, имеющих большое число элементов, таблица становится слишком громоздкой. Появляется необходимость рассмотрения огромного числа вариантов, большая часть которых оказывается лишённой практического смысла, что делает использование метода слишком трудоемким. Таким образом, главными недостатками метода является упрощенность подхода к анализу объекта и возможность получения слишком



большого для рассмотрения числа вариантов. Морфологический анализ имеет много как простейших, так и усложненных модификаций. Однако его применение рационально для простых объектов и там, где возможно найти новую идею за счет комбинации известных решений (реклама, дизайн и т. п.).

### ***Вопросы для контроля знаний***

- 1 Описать порядок при проведении морфологического анализа.
- 2 Преимущества метода.
- 3 Недостатки метода при решении сложных задач.

### **Задание**

Требуется разработать новый вид тары для соков. При составлении морфологического ящика по вертикали взять следующие элементы объекта: материал тары, форма, укупорка, время использования, утилизация.

По горизонтали взять возможные варианты параметров для предложенных элементов. Например, для материала тары выбрать стекло, пластмассу, металл, пленку, картон, покрытый пленкой.

## **4 Прогнозирование развития технических систем**

**Цель и задачи лабораторной работы:** рассмотреть основные линии развития технических объектов и возможности их применения для решения социально-экономических, технико-экономических проблем и принятия управленческих решений.

Природа, различные области знания, деятельности, мышления и любые объекты материального мира, в том числе и техника, развиваются по своим определенным законам. Но существуют и некоторые общие законы развития, появившиеся вследствие единства мира. Самые общие из них – законы диалектики.

Техника развивается в тесном взаимодействии с общественным развитием и экосферой, вследствие чего наблюдаются значительное проникновение и обогащение законов развития общества, природы и техники. Например, развитие техники во многом зависит от потребностей общества и влияет на развитие природы.

В общем, виде система законов техники должна иметь уровни потребностей, функций и систем.

Закономерности развития потребностей определяют тенденции их изменения. Это необходимо для определения функций и систем, с помощью которых можно удовлетворить возрастающие потребности.

Закономерности развития функций связаны с закономерностями развития потребностей, но имеют и свою специфику, например, переход систем к многофункциональности (универсальности) или, наоборот, к однофункциональности

(специализации). Законы развития потребностей и функций здесь рассматриваться не будут. Подробнее с ними можно ознакомиться в учебном пособии по законам развития технических систем.

Собственно законы техники можно разделить на две группы:

- 1) законы организации систем, определяющие жизнеспособность системы;
- 2) законы эволюции систем, определяющие развитие технических систем.

Технические системы в своем развитии следуют законам материального мира и, в частности, законам диалектики.

Наиболее общие из законов диалектики следующие:

- единство и борьба противоречий;
- переход количественных изменений;
- отрицание отрицания.

Действие этих законов распространяется на все области бытия и мышления, по-разному развивались в каждой из них. Именно поэтому каждая вновь создаваемая наука должна опираться на эти законы.

Кроме того, технические системы развиваются также в соответствии с другими общими законами. Это закон перехода количественных изменений в качественные, закон полноты частей системы, закон избыточности частей системы, закон наличия связей между частями системы и системы с надсистемой, закон перехода в надсистему.

Механизм такого перехода состоит в объединении двух исходных систем, при этом получают бисистему, или нескольких систем с получением полисистемы. Переход «моно-би-поли» – неизбежный этап в развитии всех технических систем. После объединения систем в би- или полисистему происходит некоторое изменение новой системы. При этом сокращаются вспомогательные элементы и устанавливается более тесная связь между отдельными системами. Такие системы называются частично свернутыми.

Дальнейшее развитие приводит к полностью свернутым системам, в которых один объект выполняет несколько функций. Полностью (а иногда и частично) свернутая би- или полисистема становится новой моносистемой и может совершить новый виток спирали. Объединение в би- и полисистему может происходить несколькими путями.

1 Создание системы из однородных (одинаковых) элементов. Объединение производится таким образом, что полезное (необходимое) качество отдельных элементов складывается, усиливается, а вредные взаимно компенсируются или остаются на прежнем уровне. Объединение такого типа возможно как для достаточно высокоразвитых систем, так и для простых элементов.

Объединяются электростанции в единую энергетическую систему, вагоны – в железнодорожный состав, детали – для совместной обработки торцевых поверхностей.

2 Соединение би- или полисистемы из однородных элементов со сдвинутыми характеристиками. Элементами со сдвинутыми характеристиками называются однородными элементами с неодинаковыми параметрами,

свойствами, характеристиками. Объединение элементов в систему происходит аналогично объединению однородных элементов.

### ***Вопросы для контроля знаний***

1 Назвать основные законы развития технических систем, дать их краткую характеристику.

2 Сущность закона перехода системы в надсистему.

3 Привести пример перехода количества в качество для технической системы в процессе развития человеческого общества.

### **Задание. Воркшоп «Поиск формы и содержания».**

Инструкция.

1 Разделиться на команды по 4 человека.

2 Придумать и сконструировать фигуру необычной формы, дать ей название и обосновать его.

3 Описать возможные сферы применения данной формы (фигуры) в городе, технике, быту и т. д.

4 Зафиксировать технологию поиска решения в вашей команде (сделать «фотографию» рабочего процесса).

5 Презентовать свою работу перед группой (1...2 мин).

## **5 Основные принципы решения творческих задач**

**Цель и задачи лабораторной работы:** изучить метод моделирования маленькими человечками как один из основных принципов решения творческих задач.

Рассмотрим метод моделирования маленькими человечками (ММЧ).

Метод моделирования маленькими человечками предложил Генрих Альтшуллер.

Уже давно замечено, что решение многих задач облегчает представление их в виде моделей. 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. Альтшуллер. Любой процесс моделируется с помощью маленьких человечков, которые в нашем воображении могут осуществлять любые действия.

Проиллюстрируем этот метод.

Имеется дозатор жидкости, выполненный в виде устройства, показанного на рисунке 5.1. 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.

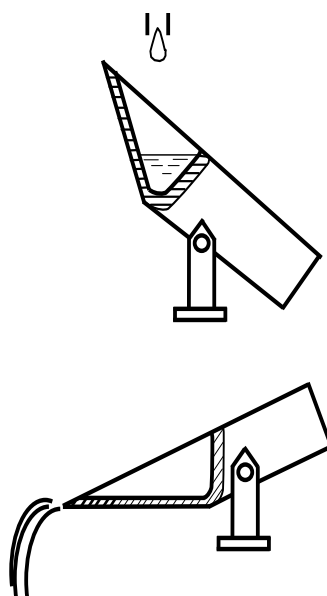


Рисунок 5.1 – Схема дозатора

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 прочее, поэтому нельзя просто взять ковш побольше.

Представим описанную конструкцию в виде модели с помощью маленьких человечков (рисунок 5.2).

Анализ данной модели показывает, что человечки противовеса не отвечают необходимым требованиям. 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. Схема регулирования процесса с помощью маленьких человечков представлена на рисунке 5.2.

Технически это можно представить, например, как показано на рисунке 5.3.

Дозатор выполнен в виде корпуса, посаженного на ось, по одну сторону которой расположена мерная емкость, а по другую – каналы с перемещающимся балластом, например, шариком.

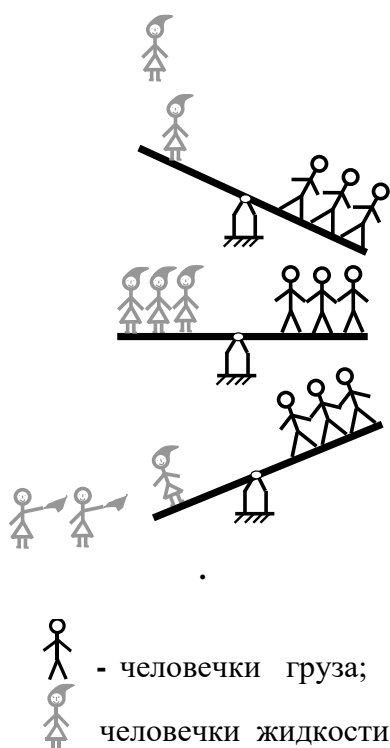


Рисунок 5.2 – Схема регулирования процесса

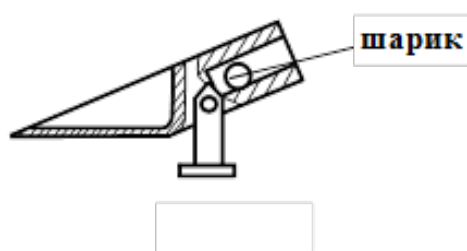


Рисунок 5.3 – Макет регулирования процесса

### ***Вопросы для контроля знаний***

- 1 Причины появления психологической инерции при решении творческих задач.
- 2 Существующие методы развития творческого воображения.
- 3 Сущность метода «маленьких человечков».

### **Задание**

В гидростроительстве при перекрытиях русел рек и разного рода отсыпках под воду используют саморазгружающиеся (опрокидывающиеся) баржи. Они состоят из двух отсеков плавучести 1 и 2 («нос» и «корма»), которые держат баржу на плаву. Между отсеками плавучести находится грузовой трюм, выполненный в виде трехгранной призмы. Стенки трюма имеют отверстия, 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. Нижняя часть этих полостей открыта. Когда баржу нагружают, она оседает, вода поджимает воздух в воздушных полостях. Когда надо произвести разгрузку баржи, открывают кран, воздух выходит, вода заполняет одну бортовую полость, баржа опрокидывается. После того, как груз высыпался, вращающий момент, создаваемый килем, 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, т. е. 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?

## **6 Учебные примеры и кейс-стадии для иллюстрации применения технических противоречий и матрицы Альтшуллера**

**Цель и задачи лабораторной работы:** сформировать умения по выявлению технических противоречий, получить представление о ходе выполнения работ по устранению технических противоречий.

Сложные изобретательские задачи требуют нетривиального подхода, т. к. улучшение одних параметров системы приводит к недопустимому ухудшению других параметров. Возникают противоречия.

Прежде всего уясним, что такое противоречие и какие его виды присущи техническим системам.

Противоречием является взаимодействие противоположных, взаимоисключающих сторон и тенденций предметов и явлений, которые вместе с тем находятся во внутреннем единстве и взаимопроникновении, выступая источником самодвижения и развития объективного мира и познания.

В жизни мы часто сталкиваемся с противоречиями. Чаще всего они возникают при попытке что-то изменить в системе.

Улучшая систему, одну ее часть (подсистему), свойство или параметр, мы невольно ухудшаем другие. Так возникают противоречия.

Обычно эти противоречия пытаются сгладить. Чуть-чуть улучшить один параметр и чуть-чуть ухудшить другой, находя компромиссные решения, но при этом не устраняется первопричина возникновения противоречия. Это временное решение, через некоторое время вновь придется возвращаться к этой задаче.

Более правильно разрешить имеющееся противоречие. Для этого мы должны выявить противоречия и причины их возникновения, а затем разрешить их.

Решение задач по АРИЗ представляет собой последовательность по выявлению и разрешению противоречий, причин, породивших данные противоречия и устранению их использованием информационного фонда. Так определяются причинно-следственные связи, суть которых – углубление и обострение противоречий.

Для этого в АРИЗ рассматриваются три вида противоречий:

- 1) поверхностное противоречие (ПП);
- 2) углубленное противоречие (УП);
- 3) обостренное противоречие (ОП).

Г. Альтшуллер их назвал соответственно:

- поверхностное – административным противоречием (АП);
- углубленное – техническим противоречием (ТП);
- обостренное – физическим противоречием (ФП).

Поверхностное противоречие возникает между потребностью и возможностью ее удовлетворения. Его достаточно легко выявить. Оно часто задается администрацией или заказчиком.

Углубленное противоречие – противоречие между определенными частями, качествами или параметрами системы. УП возникает при улучшении одних частей (качеств или параметров) системы за счет недопустимого ухудшения других, т. е. полезное действие вызывает одновременно и вредное. УП можно рассматривать и как введение или усиление полезного действия, либо устранение или ослабление вредного действия, вызывает ухудшение одной из частей системы или всей системы в целом. Углубленное противоречие называется техническим противоречием.

Обостренное противоречие – предъявление диаметрально противоположных свойств (например, физических) к определенной части технической системы. Оно необходимо для определения причин, породивших углубленное противоречие.

Решение математических задач и задач «на сообразительность» часто выполняют методом «от противного». Суть метода заключается в том, что решать задачу начинают с конца. Определяют конечный результат – ответ. Уяснив его, «прокладывают» дорогу к началу, т. е. решают задачу.

Заманчиво было бы и решение технических задач осуществлять аналогичным образом. Но как же узнать ответ?

Действительно, при решении технических задач ответ не известен, но можно пойти дальше... Можно представить идеал разрабатываемого устройства – идеальное устройство – идеальный конечный результат (ИКР).

### ***Вопросы для контроля знаний***

- 1 Техническое противоречие. Физическое противоречие.
- 2 Выявление технических противоречий. Приемы устранения технических противоречий. Особенности применения приемов.
- 3 Способы разрешения физических противоречий.

## Задание

1 Техническое противоречие. Используя алгоритм, выявите технические противоречия для следующих технических систем: холодильник, шкаф-купе, миксер, потолочный светильник, мобильный телефон, велосипед.

Представьте полную схему технического противоречия для каждого объекта.

2 На борту авианосца должно находиться как можно больше самолетов. Однако крылья самолетов имеют большой размах и это не позволяет компактно размещать самолеты на палубе и в трюме. Уменьшить крылья по длине нельзя, т. к. размах крыльев определяется, исходя из тактико-технических требований к самолетам. Найдите возможные варианты решения для авианосца и самолета.

## 7 Учебные примеры и кейс-стадии для иллюстрации применения физических противоречий

**Цель и задачи лабораторной работы:** изучение причин, породивших углубленное (техническое) противоречие, в технических системах для выявления противоречивых физических свойств системы (физических противоречий).

Для разрешения технического противоречия часто приходится изменять физические свойства объекта: обеспечить возникновение – исчезновение вещества (разложения – соединения), замена фазового состояния части системы или внешней среды. Например, техническим противоречием является отсутствие колебания жидкости при транспортировке. Для решения этого противоречия, используя физические противоречия, можно жидкость заморозить, перевести ее другое агрегатное состояние.

Систематизация приемов разрешения противоречий позволяет облегчить поиск путей их решения.

В таблице 7.1 приведены основные принципы разрешения противоречий.

Таблица 7.1 – Основные принципы разрешения противоречий

Название принципа	Описание	Пример
Во времени	Противоречивые свойства реализуются в разное время	Необходимое меню появляется только на то время, которое нужно. Индексация файлов включается в момент, когда нет других заданий на компьютере
В пространстве (в направлении)	Противоречивые свойства реализуются в разном месте пространства (или в разных направлениях одной точки пространства)	Для обеспечения безопасности основные базы данных хранятся на безопасных серверах. Необходимые подсказки возникают только при подведении курсора к определенному месту экрана



Окончание таблицы 7.1

Название принципа	Описание	Пример
Системный переход (в надсистеме, в подсистеме)	Система обладает одним свойством, а ее подсистемы или надсистемы – другим: объединение однородных или неоднородных систем от системы к антисистеме или к сочетанию системы с антисистемой вся система наделяется свойством С, а ее части – свойством анти-С	Отдельные звенья велосипедной цепи жесткие, а цепь в целом – гибкая. Отдельные элементы иконки для программы неизменные, а иконка в целом динамично изменяется. В социальной сети взаимодействие с каждым пользователем строго регламентировано, а сеть в целом гибкая и динамично изменяется
В сравнении (для художественных и других систем)	Разновидность системного перехода: сама по себе система обладает одним свойством, а в сравнении с другими элементами – другим свойством. Зрительные эффекты, изменяющие кажущуюся длину или форму фигуры или предмета	«Даная» Рембрандта. На темном фоне кажется, что Даная сама как источник света. По сравнению со знакомыми, но удаленными предметами, система, размещенная ближе, кажется очень большой. Быстроизменяющийся элемент на экране компьютера создает впечатление, что процесс идет быстрее, чем на самом деле
На микроуровне (для техники)	Разновидность системного перехода	Вместо механического крана для воды – регулирование зазора при помощи нагрева-охлаждения (от температуры изменяются размеры металла)
Физико-химические и фазовые переходы (для техники)	Возникновение-исчезновение вещества (разложения–соединения). Замена фазового состояния части системы или внешней среды.	В воде воздуха нет, но при охлаждении появятся пузырьки растворенного газа. То же происходит и с воздухом: при его охлаждении появляются капельки воды. Для транспортировки мороженых грузов используют опоры из брусков льда

### ***Вопросы для контроля знаний***

- 1 Основные принципы разрешения физических противоречий.
- 2 Суть принципов системного, физико-химического и фазового переходов.
- 3 Привести примеры разрешения технического противоречия, используя физические противоречия.

### **Задание**

1 Необходимо перевести весь газ из транспортного баллона в два пустых (рабочих). Емкость каждого из них равна половине емкости транспортного баллона.

2 Для создания нормальных условий жизнедеятельности экипажа кабина самолета выполняется герметичной. На случай ее разгерметизации самолет

снабжается определенным запасом кислорода, который под давлением накачивается в тяжелые стальные баллоны.

Таких баллонов требуется несколько десятков, самолет при этом утяжеляется. Как быть?

## 8 Учебные примеры и кейс-стадии для иллюстрации применения вещественно-полевого анализа

**Цель и задачи лабораторной работы:** с помощью вепольного анализа найти решение задач, достраивая полезный или разрушая вредный веполь.

Веполь – минимально управляемая техническая система, состоящая из двух взаимодействующих объектов и энергии их взаимодействия. Взаимодействующие объекты условно названы веществами и обозначаются  $V_1$  и  $V_2$ , а энергия взаимодействия – полем и обозначается  $\Pi$ .

Веполь изображен на рисунке 8.1

Термин ВеПоле произошел от слов «Вещество» и «Поле».

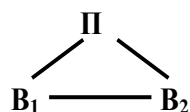


Рисунок 8.1 – Простой веполь

Вепольный анализ включает в себя определенные правила и тенденции. Эти тенденции подчиняются закону увеличения степени вепольности.

Если  $V_1$  – изделие,  $V_2$  – инструмент, «обрабатывающий» изделие  $V_1$ , а  $\Pi$  – поле (энергия, сообщаемая инструменту), то веполь будет иметь вид, представленный на рисунке 8.2.

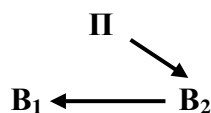


Рисунок 8.2 – Вепольный анализ

Воздействия могут быть неэффективными или недостаточными (обозначаются прерывистой линией), вредными или нежелательными (обозначаются волнистой линией).

*Видоизменение поля.* Необходимо обнаружить вещество  $V_1$ . Для этого к нему присоединяют вещество  $V_2$ , на которое воздействуют полем  $\Pi'$  и

вещество В2 видоизменяет его в поле П". Видоизменение поля представлено на рисунке 8.3.

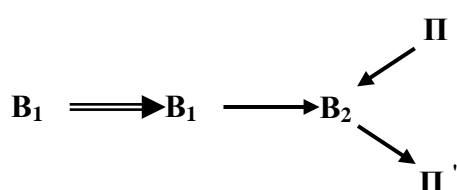


Рисунок 8.3 – Видоизменение поля

Для того чтобы в темное время суток обнаружить и не сбить пешехода (В1) к его одежде, обуви или сумке прикрепляют светоотражающий материал (В2). Свет фар (П') автомобиля отражается от этого материала и шофер видит отраженный свет (П'').

### ***Вопросы для контроля знаний***

- 1 Сущность термина «веполь».
- 2 Вепольный анализ.
- 3 Последовательность решения задачи с помощью вепольного анализа.

### **Задание**

Решение задачи следует сопровождать построением модели веполя.

1 Алмазные зерна необходимо нанести на основу углом вверх. Как облегчить этот процесс, исключив ручной труд?

2 Существует способ групповой запайки ампул. 25 ампул устанавливаются в гнездах металлического держателя и сверху подводится групповая горелка. Пламя горелки регулируется плохо, в результате некоторые ампулы перегреваются и лекарство портится, некоторые ампулы совсем не запаиваются. Как быть?

3 Как простым способом развальцевать трубу?

4 Промышленность ежегодно выпускает сотни миллионов фаянсовых чашек, блюдец, тарелок. Каждое изделие дважды подвергают обжигу. После первого обжига изделия сортируют в зависимости от того, как прошел обжиг, затем еще раз обжигают, подбирая для каждой группы наиболее подходящий режим. Сортировку ведут по звуку – работница осторожно ударяет по изделию молоточком и по «звонкости» определяет степень обжига. Необходимо создать автомат для перезвонки. Как он должен работать?

## 9 Построение и использование веполей

**Цель и задачи лабораторной работы:** изучить обозначения элементов для построения вепольных схем и принципов построения вепольных структур.

Тенденции развития веполей подчиняются закону увеличения степени вепольности, разработанному Г. Альтшуллером. В данной работе закон излагается в усовершенствованном авторами виде. Закон описывает последовательность изменения структуры и элементов (веществ и полей) веполей с целью получения более управляемых технических систем, т. е. систем более идеальных. При этом в процессе изменения необходимо осуществлять согласование веществ, полей и структур.

Последовательность построения вепольной структуры:

- переход от невепольной системы к простому веполю;
- изменение и последующее согласование веществ и полей;
- изменение структуры веполя;
- переход к форсированному веполю.

### *Вопросы для контроля знаний*

- 1 Закон увеличения степени вепольности.
- 2 Основные элементы вепольной структуры.
- 3 Сущность понятия форсированный веполь.

### **Задание**

1 Обычно кору древесины отделяют механически в специальных корообдирочных барабанах или механическими инструментами. При этом повреждается и сама древесина. Предложить новый метод, используя вепольный анализ.

2 Известен способ упаковки и консервации изделий путем окунания их в расплав полимера. Снимать такую упаковку с изделий со сложнорельефной поверхностью достаточно тяжело. Приходится ее разрезать, что может привести к порче ее поверхности. Предложить новый метод, используя вепольный анализ.

## 10 Использование стандартов

**Цель и задачи лабораторной работы:** закрепление навыков использования различных методов решения нестандартных задач.

Теория решения изобретательских задач включает в себя различные методы, приемы и способы их решения. Основные из них были изучены в предыдущих лабораторных работах.

В каждом конкретном случае целесообразно воспользоваться определенным методом для сокращения времени и повышения эффективности решения задачи. Важно уметь ориентироваться в целом в методах теории решения нестандартных задач (ТРНЗ).

### ***Вопросы для контроля знаний***

- 1 Основные группы методов решения нестандартных задач.
- 2 Сущность приема использования идеального конечного результата.
- 3 Взаимосвязь технического и физического противоречий.

### **Задание**

Укажите физическое или химическое явление или эффект, которое может быть использовано для осуществления требуемого действия в изобретательской ситуации. Опишите суть явления. Приведите примеры изобретений на основании таблицы 10.1

Таблица 10.1 – Задания для выполнения

Требуемое действие, свойство	Физическое явление, эффект, фактор, способ
Измерение температуры	Пример
Стабилизация температуры	
Индикация положения и перемещения объекта	
Управление перемещением объектов	
Управление движением жидкости и газа	
Управление потоками аэрозолей (пыль, дым, туман)	
Перемешивание смесей	
Образование растворов	
Разделение смесей	
Стабилизация положения объекта	

## **11 Патентный поиск**

**Цель и задачи лабораторной работы:** изучить порядок и последовательность проведения патентно-литературного поиска для обеспечения правового порядка оформления интеллектуальной собственности.

Информация об изобретениях содержится в патентной документации. Для упорядочивания пользования патентной документацией существует классификация изобретений. Классификация изобретений имеет цель распределения технических решений, содержащихся в описании изобретений, по тематическим рубрикам для обеспечения поиска патентной документации.

В настоящее время основными системами классификации являются международная классификация изобретений (МКИ) и национальная классификация изобретений (НКИ).

Предмет поиска определяют исходя из конкретных задач патентных исследований, категории объекта – устройство, способ, вещество, а также из того, какие его элементы, параметры, свойства и другие характеристики предполагается исследовать.

### ***Вопросы для контроля знаний***

- 1 Объекты изобретений.
- 2 Цели проведения патентно-информационного поиска.
- 3 Аналог и прототип объекта.

### **Задание**

Лабораторная работа по патентному поиску с целью определения технического уровня объекта техники проводится в следующем порядке.

- 1 Определяется предмет поиска – объект техники (по желанию студента или указанию преподавателя).
- 2 Устанавливаются классификационные индексы объекта техники и его составных частей.
- 3 Разрабатывается регламент поиска патентной информации.
- 4 Проводится поиск и отбор патентной и другой научно-технической документации по предмету поиска. Устанавливается аналог выбранного объекта.

## **12 Функционально-стоимостной анализ**

**Цель и задачи лабораторной работы:** изучить основные этапы проведения функционально-стоимостного анализа (ФСА), преимущества этого метода.

План проведения ФСА изложен в форме семи последовательно выполняемых этапов.

**1 Подготовительный этап.** Его цель – предварительная проверка обоснованности поставленной задачи, ее уточнение, в случае необходимости, и организационное обеспечение работ по проведению ФСА.

**2 Информационный этап.** На этом этапе производится сбор, систематизация и изучение информации по объекту ФСА.

**3 Аналитический этап.** Основные цели этого этапа – построение функционально-идеальной модели объекта, выявление и постановка задач по реализации этой модели.

**4 Творческий этап.** На этом этапе решаются выявленные задачи и разрабатывается комплекс предложений, обеспечивающих совершенствование исходного объекта.

**5 Исследовательский этап.** Целями этого этапа являются выявление максимального эффекта от найденных решений и прогнозирование дальнейшего развития объекта.

**6 Рекомендательный этап.** На этом этапе анализируются предложения ФСА, отбираются наиболее эффективные и даются рекомендации по их внедрению с утверждением решения у руководства.

**7 Этап внедрения.** На этом этапе ведутся работы, обеспечивающие внедрение принятых рекомендаций ФСА.

Следует отметить, что правильно проведенный ФСА позволяет снизить затраты на 30 % и более.

### ***Вопросы для контроля знаний***

- 1 Цели проведения ФСА.
- 2 Раскрыть сущность аналитического этапа на конкретном примере.
- 3 Причины снижения затрат при внедрении результатов ФСА.

### **Задание**

По согласованию с преподавателем выбрать объект исследования, подробно описать этапы ФСА.

## **Список литературы**

- 1 **Шульмин, В. А.** Основы научных исследований: учебное пособие / В. А. Шульмин. – Старый Оскол: ТНТ, 2017. – 280 с.
- 2 **Шпаковский, Н. А.** ТРИЗ. Практика целевого изобретательства: учебное пособие / Н. А. Шпаковский, Е. Л. Новицкая. – Москва: Форум, 2011. – 336 с.
- 3 **Орлов, М. А.** Первичные инструменты ТРИЗ: справочник практика / М. А. Орлов. – Москва: Солон-Пресс, 2013. – 128 с.
- 4 **Вершина, Г. А.** Основы инженерного творчества: методическое пособие для студентов специальности 1-37 01 01 «Двигатели внутреннего сгорания» / Г. А. Вершина, М. П. Ивандиков. – Минск: БНТУ, 2012. – 43 с.
- 5 **Чернышов, Е. А.** Основы инженерного творчества в дипломном проектировании и магистерских диссертациях: учебное пособие / Е. А. Чернышов. – Москва: Высшая школа, 2008. – 254 с.