

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна

Должность: проректор по учебной работе

Дата подписания: 12.11.2023 18:37:36

Уникальный программный ключ:

0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)

Кафедра «Космического приборостроения и систем связи»



## АЛГОРИТМЫ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ

### Методические указания

к практическому занятию для студентов, обучающихся по  
направлению 11.03.03 Конструирование и технология электронных  
средств (бакалавриат)

Курск 2021

УДК 621:001 (07)

Составитель: В.Э. Дрейзин

Рецензент

доктор технических наук, старший научный сотрудник,  
профессор кафедры космического приборостроения и систем связи  
*В. Г. Андронов*

**Алгоритмы решения изобретательских задач:** методические указания к практическому занятию для студентов, обучающихся по направлению 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств (бакалавриат) / Юго-Западный гос. ун-т; сост. В.Э. Дрейзин – Курск, 2021. – 14 с.: –. Библиогр.: с. 14.

Методические указания к практическому занятию содержат описание алгоритма решения изобретательских задач АРИЗ-77. Рассматривается содержание каждой из шести частей этого алгоритма. Каждая часть сопровождается подробным комментарием, позволяющим лучше усвоить содержание соответствующей части алгоритма и облегчает его использование для решения конкретных технических задач.

Кроме того, методические указания содержат вопросы для самопроверки.

Методические указания соответствуют рабочей программе дисциплины «Методы инженерного творчества».

Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по направлению 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств (бакалавриат).

Текст печатается в авторской редакции

Подписано печать 150541. Формат 60x841/16.  
Усл. печ. л. 0,81. Уч.-изд. 0,73. Тираж 100 экз. Заказ 491. Бесплатно.  
Юго-Западный государственный университет.  
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94

## **Содержание**

Введение .....	4
АРИЗ-77. Часть 1. Выбор задачи .....	4
АРИЗ-77. Часть 2. Построение модели задачи .....	7
АРИЗ-77. Часть 3. Анализ модели задачи .....	8
АРИЗ-77. Часть 4. Устранение технического противоречия .....	10
АРИЗ-77. Часть 5. Предварительная оценка полученного решения .....	11
АРИЗ-77. Часть 6. Развитие полученного решения .....	13
Вопросы для самопроверки .....	13
Литература .....	14

## **Введение**

В ТРИЗЕ рассматривается богатый арсенал методов и приёмов решения самых разнообразных изобретательских задач. Как связать все эти методы и приёмы в единую систему, которая позволяла бы изобретателю не мечтаться от одного метода к другому, а упорядоченно и целенаправленно вести поиск оптимального решения при минимальном числе анализируемых вариантов? Такая задача была впервые поставлена основоположником ТРИЗ Г. С. Альтшуллером. Для её решения им еще в 60-е годы прошлого столетия был разработан алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ-68), который позже неоднократно совершенствовался.

Наиболее известными вариантами АРИЗ являются АРИЗ-71, АРИЗ – 77 и АРИЗ – 85. Позже основные идеи АРИЗ получили своё воплощение и дальнейшее развитие в программах для персональных компьютеров, получивших название «Изобретающая машина», в основу которых положены наиболее мощные версии АРИЗ, дополненные обширным фондом физико-технических эффектов, фондом эвристических приёмов устранения технических противоречий, обширным фондом стандартов решения изобретательских задач, где по каждому приёму, стандарту или эффекту подобраны примеры их технической реализации. Такая программа является удобным «путеводителем» изобретателя по всем лабиринтам АРИЗ, подсказчиком подходящих для данной задачи приёмов, стандартов и физико-технических эффектов, что существенно облегчает начинающему изобретателю освоение всего накопленного потенциала ТРИЗ и эффективное его использование для решения конкретной технической задачи. В качестве примера рассмотрим ещё достаточно компактный, но уже весьма мощный и продуктивный АРИЗ-77, сопровождая основные его положения краткими комментариями и некоторыми примерами.

### **АРИЗ-77**

#### **Часть 1. Выбор задачи**

- 1.1. Определить конечную цель решения задачи:
  - а) какую характеристику объекта надо изменить?
  - б) какие характеристики объекта заведомо нельзя менять при решении задачи?
  - в) какие расходы снижаются, если задача будет решена?
  - г) каковы (примерно) допустимые затраты на решение данной задачи?

д) какой главный технико-экономический показатель надо улучшить?

1.2. Проверить обходной путь. Допустим, задача принципиально неразрешима. Какую другую задачу необходимо решить, чтобы получить требуемый конечный результат?

а) переформулировать задачу, перейдя на уровень надсистемы, в которую в качестве составной части входит данная система;

б) переформулировать задачу, перейдя на уровень подсистем (веществ), входящих в данную систему;

в) на всех трёх уровнях (надсистема, исходная система и подсистема) переформулировать задачу, заменив требуемое действие (свойство) обратным.

1.3. Определить решение какой задачи целесообразнее: исходной или одной из обходных. Произвести выбор. При выборе должны учитываться как объективные факторы (каковы резервы развития данной системы в выбранной задаче), так и субъективные (на какую задачу взята установка – минимальную или максимальную).

1.4. Определить требуемые количественные показатели (по состоянию данной узкой области техники и мировой конъюнктуры на сегодняшний день).

1.5. Увеличить требуемые количественные показатели с учётом прогноза развития конъюнктуры за время, необходимое для реализации изобретения.

1.6. Уточнить требования, вызванные конкретными условиями, в которых предполагается реализация изобретения:

а) учесть допускаемую условиями внедрения степень сложности решения;

б) учесть предполагаемые масштабы внедрения.

1.7. Проверить, решается ли задача прямым применением стандартов на решение изобретательских задач. Если получен положительный ответ, перейти к шагу 5.1, если нет – к шагу 1.8.

1.8. Уточнить задачу, используя патентную информацию и найденные аналоги:

а) каковы (по патентным данным и найденным аналогам) ответы на задачи, близкие к данной?

б) каковы ответы на задачи, похожие на данную, но относящиеся к ведущей отрасли техники?

в) каковы ответы на задачи, обратные данной?

1.9. Применить оператор РВС (размеры, время, стоимость):

а) мысленно изменяем размеры объекта от заданной величины до нуля. Как теперь решается задача?

б) мысленно меняем размеры объекта от заданной величины до бесконечности. Как теперь решается задача?

в) мысленно меняем время процесса (или скорость движения объекта) от заданной величины до нуля. Как теперь решается задача?

г) мысленно меняем время процесса (или скорость движения объекта) от заданной величины до бесконечности. Как теперь решается задача?

д) мысленно меняем стоимость (допустимые затраты на реализацию) объекта или процесса до нуля. Как теперь решается задача?

е) мысленно меняем стоимость (допустимые затраты на реализацию) объекта или процесса до бесконечности. Как теперь решается задача?

**Комментарий к первой части:**

Данная часть алгоритма направлена на уточнение конечной цели, стратегии и путей решения задачи.

При выполнении **шагов 1.1-1.3** выясняются резервы развития данной технической системы, и выбирается стратегия её решения. При этом необходимо, опираясь на фундаментальный закон развития технических систем, определить, какой стадии развития соответствует техническая система, взятая в качестве прототипа, и какую задачу целесообразней в данных условиях решать – минимальную или максимальную. При решении минимальной задачи чаще всего приходится выбирать прямой путь решения, но при решении максимальной задачи более целесообразным может оказаться обходной путь решения (на уровне надсистемы или подсистемы). Для выявления резервов развития данной технической системы необходимо, опираясь на закон увеличения степени идеальности системы, попытаться сформулировать для данной задачи идеальный конечный результат (ИКР) и определить насколько далеко от него находится система, взятая за прототип. Объективному определению резервов развития данной технической системы и правильному выбору путей решения данной технической задачи способствует и её анализ с позиций других закономерностей развития технических систем.

**Шаги 1.4 – 1.6** направлены на конкретизацию технических и технико-экономических показателей создаваемой технической системы и допустимых затрат на её создание и производство. Эти вопросы особенно актуальны в условиях рыночной экономики. Если создаваемая техническая система не найдёт спроса или её внедрение окажется экономически не выгодным, то все усилия и средства, затраченные на её создание, не окупятся и могут привести к банкротству предприятия. В этих условиях технические и тех-

нико-экономические характеристики будущих изделий должны обеспечивать их конкурентоспособность в тех условиях, которые прогнозируются на момент начала производства (внедрения) нового изделия. Поэтому задача их определения должна решаться на основе детальных прогнозов развития данной узкой области техники и конъюнктуры на внутреннем и мировом рынках. Особенno остро эта проблема ставится в случае планирования крупносерийного или массового производства будущих изделий.

**Шаги 1.7-1.9** представляют собой уже попытки решения поставленной задачи путём непосредственного использования разработанных в ТРИЗе стандартов решения изобретательских задач, а также путём использования уже известных (из патентной и другой доступной информации) решений из той же или других отраслей техники. При этом шаг 1.9 помогает раскрепостить воображение, отрешиться от традиционных тривиальных решений, искать новые, пусть даже парадоксальные, решения. При этом не требуется доводить решение до законченного технического уровня, важно нащупать принципиально новые пути решения.

## Часть 2. Построение модели задачи

- 2.1. Записать условия задачи, не используя специальные термины.
- 2.2. Выделить конфликтующую пару элементов. Если по условиям задачи дан только один элемент, перейти к шагу 4.2.

При выполнении данного шага следует руководствоваться следующими правилами:

Правило 1. В конфликтующую пару элементов обязательно должен входить элемент, принадлежащий объекту.

Правило 2. Вторым элементом пары должен быть элемент, с которым непосредственно взаимодействует объект (инструмент или другой объект).

Правило 3. Если один элемент (инструмент) по условиям задачи может иметь два состояния, то надо взять такое состояние, которое обеспечивает наилучшее осуществление главного производственного процесса (основной функции всей технической системы, указанной в задаче).

Правило 4. Если в задаче есть несколько однородных пар взаимодействующих элементов, то достаточно взять из них лишь одну пару.

2.3. Записать два взаимодействия (действия, свойства) элементов конфликтующей пары: имеющееся (заданное в формулировке исходных данных задачи) и то, которое надо ввести. Часто это сводится к формулировке полез-

ногого и вредного взаимодействия (действия или свойства) конфликтующих элементов.

2.4. С учётом предыдущего пункта записать формулировку модели задачи, указав пару конфликтующих элементов и противоречие, к которому сводится суть конфликта.

2.5. Сформулировать противоречивые физические требования, предъявляемые к конфликтующим элементам, в следующем виде:

а) для обеспечения (указать конкретно полезное взаимодействие) необходимо (указать конкретное физическое состояние элемента или конфликтной зоны, которое должно обеспечивать полезное взаимодействие);

б) для предотвращения (указать конкретно вредное взаимодействие) необходимо (указать конкретное физическое состояние элемента или конфликтной зоны, которое должно предотвращать вредное взаимодействие).

*Правило 5. Указанные в подпунктах (а) и (б) данного шага физические состояния или свойства конфликтующих элементов или конфликтной зоны должны быть взаимно противоречивыми или даже взаимно исключающими друг друга.*

2.6. На основе шагов 2.4-2.5 записать стандартную формулировку модели задачи:

*для выполнения полезного взаимодействия (указать конкретно) выделенная пара конфликтующих элементов и конкретная зона конфликта должна иметь физическое состояние или свойство (указать конкретно по шагу 2.5-а), а для предотвращения вредного взаимодействия (указать конкретно) должна обладать состоянием или свойством (указать конкретно по шагу 2.5-б).*

#### **Комментарий ко второй части:**

*Если поиск решений данной технической задачи на основе уже известных решений аналогичных задач или путём применения стандартов на решение изобретательских задач и использования наиболее часто используемых эвристических приёмов, предпринятый в первой части АРИЗ, не дал эффективных решений, то подключается более мощный арсенал инструментов ТРИЗ, базирующийся на составлении и анализе модели изобретательской задачи. Вторая часть АРИЗ как раз и имеет целью формулировку модели изобретательской задачи.*

*Устранение из описания задачи специальных терминов (шаг 2.1) позволяет лучше разобраться в её сути, отрешиться от тех специфических представлений о ней, которые навязываются этой терминологией. При этом задача часто перестает выглядеть узко специализированной для данной узкой области техники или технологии, что не только облегчает её понимание, но*

и предполагает более широкую базу для поиска её решения (не замыкающуюся в рамках данной узкой области техники или технологии).

Правила 1-4 облегчают выделение конфликтующей пары элементов, а шаги 2.3 и 2.4 позволяют кратко и чётко описать суть конфликта и перевести противоречие на физический уровень. Шаг 2.5 даёт стандартную форму описания модели изобретательской задачи, что облегчает её формулировку. Таким образом, от сложного объекта, который может состоять из десятков, а то и сотен элементов, и взаимодействует со многими элементами внешнего окружения, мы переходим к модели, состоящей всего из двух элементов, во взаимодействии между которыми и проявляется то техническое противоречие, которое породило изобретательскую задачу. Более того, сам конфликт описывается в виде противоречивых требований к физическим свойствам конфликтной зоны. Таким образом, в стандартной формулировке модели задачи не только уменьшается число элементов, но и сам конфликт между этими элементами описывается на физическом уровне, т. е. происходит переход от технического противоречия к физическому. Такое упрощение задачи не только облегчает её дальнейший анализ, но часто само по себе наталкивает на её эффективное и нетривиальное решение.

### Часть 3. Анализ модели задачи

3.1. Выбрать из элементов, входящих в модель задачи, тот, который легче изменять или управлять им. Здесь можно применять следующие правила:

Правило 6. Технические объекты (элементы) легче изменять (или управлять ими), чем природные.

Правило 7. Инструменты легче изменять, чем изделия.

Правило 8. Если в модели задачи нет легко изменяемых элементов, следует проанализировать возможность изменения внешней среды, влияющей на эти элементы.

3.2. Записать стандартную формулировку ИКР (идеального конечного результата):

Элемент (указать элемент, выбранный на шаге 3.1) сам устраняет вредное взаимодействие (указать конкретно), сохраняя способность выполнять полезное взаимодействие (указать конкретно).

3.3. Выделить ту зону элемента, выбранного на шаге 3.1, которая не справляется с требуемым по ИКР сочетанием двух взаимодействий (полезного и вредного). Что в этой зоне – вещества или поле?

3.4. С учётом шага 3.3 скорректировать формулировку модели задачи, включая и физическое противоречие.

#### **Комментарий к третьей части:**

Эта часть АРИЗ предназначена для уточнения и детализации модели задачи. После её выполнения модель изобретательской задачи описывает не просто пару конфликтующих элементов, а более узкую зону конфликта, возникающую при их взаимодействии. А сопоставление с требованиями ИКР позволяет более конкретно описать возникающее в этой зоне физическое противоречие в виде взаимоисключающих требований к физическим свойствам этой конфликтной зоны. В сравнительно простых задачах такой уровень детализации модели задачи может и не потребоваться или же, когда конфликтующая зона очевидна, уже во второй части АРИЗ модель задачи формулируется сразу на необходимом уровне детализации.

### **Часть 4. Устранение технического противоречия**

4.1. Рассмотреть простейшие преобразования выделенной конфликтной зоны, заключающиеся в разделении противоречивых свойств:

- а) в пространстве;
- б) во времени;
- в) путём использования переходных состояний, при которых существуют или попеременно появляются противоположные свойства;
- г) путём перестройки структуры конфликтной зоны: часть выделенной зоны наделяется одним из требуемых свойств, а вся остальная часть противоположным (конфликтующим) свойством.

Если получен физический ответ (т. е. выявлено необходимое физическое действие), то перейти к шагу 4.5. Если физического ответа нет, то перейти к шагу 4.2.

4.2. Построить вспольную модель задачи и применить типовые вспольные преобразования. Если получен физический ответ, перейти к шагу 4.4, если нет – к шагу 4.3.

4.3. Использовать таблицу применения физико-технических эффектов. Если получен физический ответ, перейти к шагу 4.5, если нет – к 4.4.

4.4. Использовать таблицу эвристических приёмов устранения технических противоречий. Если до этого получен физический ответ, то использовать данную таблицу для его проверки и технического подкрепления.

4.5. Перейти от физического ответа к техническому: сформулировать способ и дать схему технического устройства, реализующего этот способ.

### **Комментарий к четвёртой части:**

Данная часть является основной. Именно здесь отыскивается решение изобретательской задачи. Сначала опробуются простейшие приёмы устранения физических противоречий (шаг 4.1). Хотя они и считаются простейшими, но являются весьма эффективными для большого числа различных задач, в чём мы имели возможность убедиться при рассмотрении ряда примеров успешного использования этих приёмов. Если они не дают результатов, то строится вепольная модель задачи и, в зависимости от условий задачи, применяется то или иное вепольное преобразование. Вепольные модели и их преобразования являются, пожалуй, наиболее мощным инструментом ТРИЗ, обеспечивающим нахождение принципиальных решений самых разнообразных изобретательских задач. Однако, полученное в вепольном виде решение лишено не только технического, но, чаще всего, и физического содержания. Поэтому такое решение необходимо ещё наполнить физическим содержанием, что и выполняется на шаге 4.3. Иногда это удается сделать сразу с использованием широко известных физических явлений и физико-технических эффектов (как, например, для решений, получаемых в виде феноменов). Но в ряде случаев для получения физического решения приходится привлекать малоизвестные физические (или химические) явления и основанные на них физико-технические эффекты. В этих случаях большую помощь могут оказать таблицы фонда физико-технических эффектов, наиболее полные из которых насчитывают тысячи различных эффектов.

От физического решения необходимо перейти к техническому, что и делается на последнем шаге этой части. Большую помощь в поиске эффективного технического решения может оказать межотраслевой фонд эвристических приёмов устранения технических противоречий. Этим фондом можно пользоваться не только при наличии физического решения задачи, но и до построения модели изобретательской задачи, т. е. минуя стадии поиска принципиального и физического решений. Для многих задач второго и третьего уровней, в которых даже в первоначальной формулировке отчётливо просматривается техническое противоречие, целесообразно попытаться найти сразу техническое решение задачи, применяя стандарты на решение изобретательских задач и фонд эвристических приёмов разрешения технических противоречий. Это делается в первой части АРИЗ.

### **Часть 5. Предварительная оценка полученного решения**

5.1. Провести предварительную оценку полученного решения.

Контрольные вопросы:

1. Обеспечивает ли полученное решение выполнение главного требования ИКР («элемент сам...»)?
2. Какое физическое противоречие устранено (и устранено ли) полученным решением?
3. Содержит ли полученная система хотя бы один хорошо управляемый элемент? Какой именно? Как осуществлять управление?
4. Годится ли решение, найденное для «одноцикловой» модели задачи, в реальных условиях для многих «циклов»?

Если полученное решение не удовлетворяет хотя бы одному из контрольных вопросов, вернуться к шагу 2.1.

5.2. Проверить по патентным данным формальную новизну полученного решения.

5.3. Какие подзадачи могут возникнуть при технической разработке полученной идеи? Записать возможные подзадачи – изобретательские, конструкторские, расчётные, технологические, организационные.

#### **Комментарий к пятой части:**

Основным критерием оценки полученного решения является его близость к ИКР. При этом надо иметь в виду, что ИКР потому и назван идеальным, что полностью его достичь в реальных разработках практически невозможно. Реально для выполнения главной функции разрабатываемого устройства всегда приходится затрачивать какие-то ресурсы (материальные – в виде каких-то технических устройств, энергетические – для приведения этих устройств в действие, интеллектуальные для разработки программного обеспечения, реализующего данную функцию). В связи с этим степень близости полученного решения к ИКР оценивается достаточно субъективно. Для более объективной оценки всегда желательно сравнить несколько возможных решений. При таком сравнении выбор решения, наиболее близкого к ИКР, существенно облегчается (часто такой выбор становится очевидным). Поэтому, даже если, на первый взгляд, кажется, что получено решение весьма близкое к ИКР, полезно вернуться к шагу 2.1 и получить хотя бы ещё один вариант решения. Кроме этого, безусловно, должно быть проведено сравнение полученного решения с аналогами, найденными в патентных и других источниках, не только по критерию формальной новизны, но и по степени близости к ИКР. Это даст дополнительную уверенность в том, что полученное решение удовлетворяет критерию близости к ИКР и лежит на главной магистрали развития данной узкой области техники.

Получение ответов на все остальные контрольные вопросы не представляет затруднений.

## **Часть 6. Развитие полученного решения**

6.1. Определить, как должна быть изменена надсистема, в которую входит полученная в результате решения изобретательской задачи техническая система.

6.2. Проверить сможет ли надсистема функционировать с измененной в результате решения изобретательской задачи системой.

6.3. Определить может ли полученное решение использоваться для других технических задач. Записать, каких именно.

### **Комментарий к шестой части:**

*В настоящее время трудно назвать какую-либо достаточно сложную техническую систему, которая бы не взаимодействовала с целым рядом других технических систем, включая и системы высшего уровня (надсистемы). Поэтому, внося изменения в какую-либо техническую систему, необходимо обязательно проверить, сохранилась ли сопрягаемость этой изменённой системы с другими системами, с которыми она должна взаимодействовать. Наиболее часто нарушаются требования сопрягаемости с системами верхнего уровня (надсистемами), которые, как правило, более консервативны, чем подчинённые системы. Поэтому, в первую очередь проверяется требование сопрягаемости с надсистемой (шаги 6.1, 6.2). Однако, если данная система кроме надсистемы взаимодействует и с другими системами, то необходимо проверить сохранение сопрягаемости и с ними.*

*Шаг 6.3 выполняется для оценки возможностей расширенного применения найденного технического решения для других технических задач в той же или в других отраслях техники.*

### **Вопросы для самопроверки**

1. Какова цель составления алгоритмов решения изобретательских задач?

2. Как построен АРИЗ-77?

3. В чём заключается первая часть АРИЗ-77 – выбор задачи?

4. Какие характеристики задачи определяются в первой части АРИЗ-77?

5. В чём состоит обходной путь решения задачи и для чего он анализируется?

6. Что составляет основное содержание второй части АРИЗ-77?
7. Какие правила облегчают выбор основных конфликтующих элементов в изобретательской задаче?
8. Какое правило облегчает формулировку физического противоречия в модели изобретательской задачи?
9. В каком виде должна формулироваться модель изобретательской задачи?
10. В чём состоит суть третьей части АРИЗ-77?
11. Какие правила облегчают выбор конфликтующего элемента, управление которым позволит устранить физическое противоречие?
12. Что такое идеальный конечный результат в теории решения изобретательских задач?
13. В чём состоит содержание четвёртой части АРИЗ-77?
14. В какой последовательности применяются различные инструменты ТРИЗ для устранения технического противоречия?
15. В чём состоят основное достоинство и основной недостаток ведущего анализа при решении изобретательских задач?
16. Чем должна заканчиваться четвёртая часть АРИЗ-77?
17. Что рассматривается в пятой части АРИЗ-77 и зачем она нужна?
18. Что рассматривается в шестой части АРИЗ-77 и зачем она нужна?

## Литература

1. Дрейзин В.Э. Современные методы инженерного творчества: учебное пособие / В. Э. Дрейзин; Юго-Зап. гос. ун-т. – Курск, 2017. – 327 с. – Библиогр. с. 326-327
2. Дрейзин В.Э. Основы научных исследований и инженерного творчества [Текст]: учебное пособие. В 4-х кн. Кн. 4. Анализ технических объектов и решений, методы интенсификации инженерного творчества / В.Э. Дрейзин, И.С. Захаров; Курск. гос. техн. ун-т. Курск, 2005. 259 с.