

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ

Цель работы: изучить основные теоретические положения теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) и алгоритма решения изобретательских задач (АРИЗ).

Время выполнения работы – 8 часов.

Порядок выполнения работы:

1. На основе представленной информации изучить содержание алгоритма теории решения изобретательских задач (ТРИЗ).
2. В реферативной форме отразить основное содержание АРИЗ.
3. Выполнить отчет о результатах выполнения пунктов 1, 2.

АРИЗ – комплексная программа алгоритмического типа, основанная на законах развития технических систем и предназначенная для анализа и решения изобретательских задач.

ТРИЗ – уникальный инструмент:

- для поиска нетривиальных идей;
- выявления и решения многих творческих проблем;
- выбора перспективных направлений развития систем, в частности, техники, технологии и снижения затрат на их разработку и производство;
- развития творческого мышления, формирования творческой личности и коллективов.

Описание алгоритма решения изобретательских задач

1. Анализ задачи

Основная цель первой части АРИЗ – переход от расплывчатой изобретательской ситуации к четко построенной и предельно простой схеме (модели) задачи.

1.1. Записать условия задачи (без специальных терминов) по следующей форме.

Техническая система:

для (указать назначение);

включает (перечислить основные части системы);

техническое противоречие 1 (ТП-1): (указать);

техническое противоречие 2 (ТП-2): (указать).

Необходимо при минимальных изменениях в системе указать результат, который должен быть получен.

Мини-задачу получают из изобретательской ситуации, вводя ограничения: все остается без изменений или упрощается, но при этом появляется требуемое действие (свойство), или исчезает вредное действие (свойство).

Переход от ситуации к мини-задаче не означает, что взят курс на решение небольшой задачи. Наоборот, введение дополнительных требований (результат должен быть получен «без ничего») ориентирует на обострение конфликта и заранее отсекает пути к компромиссным решениям.

При записи 1.1 следует указать не только технические части системы, но и природные, взаимодействующие с техническими. В задаче о защите антенны радиотелескопа такими природными частями системы являются молнии и принимаемые радиоволны (если они излучаются природными космическими объектами).

Техническими противоречиями (ТП) называют взаимодействия в системе, состоящие, например, в том, что полезное действие вызывает одновременно и вредное, или введение (усиление) полезного действия либо устранение (ослабление) вредного действия вызывает ухудшение (в частности, недопустимое усложнение) одной из частей системы или всей системы в целом. Технические противоречия составляют, записывая одно состояние элемента системы с объяснением того, что при этом хорошо, а что – плохо. Затем записывают противоположное состояние этого же элемента, и вновь – что хорошо, что плохо.

Иногда в условиях задачи дано только изделие; технической системы (инструмента) нет, поэтому нет явного ТП. В этих случаях ТП получают, условно рассматривая два состояния (изделия), хотя одно из них заведомо недопустимо.

Термины, относящиеся к инструменту и внешней среде, необходимо заменять простыми словами для снятия психологической инерции в связи с тем, что они:

- навязывают старые представления о технологии работы инструмента: ледокол колет лед, – хотя можно продвигаться сквозь льды, не раскалывая их;

- затушевывают особенности веществ, упоминаемых в задаче: опалубка это не просто стенка, а железная стенка;

- сужают представления о возможных состояниях вещества: термин «краска» тянет к традиционному представлению о жидкой или твердой краске, хотя краска может быть и газообразной.

1.2. Выделить и записать конфликтующую пару элементов: изделие и инструмент.

Правило 1. Если инструмент по условиям задачи может иметь два состояния, надо указать оба состояния.

Правило 2. Если в задаче есть пары однородных взаимодействующих элементов, достаточно взять одну пару.

Изделием называют элемент, который по условиям задачи надо обработать (изготовить, переместить, изменить, улучшить, защитить от вредного действия, обнаружить, измерить и т. д.). В задачах на обнаружение и изменение изделием может оказаться элемент, являющийся по своей основной функции собственно инструментом, например, шлифовальный круг.

Инструментом называют элемент, с которым непосредственно взаимодействует изделие (фреза, а не станок; огонь, а не горелка). Инструментом являются стандартные детали, из которых собирают изделие. Например, набор деталей конструктор – инструмент для изготовления различных моделей.

Один из элементов конфликтующей пары может быть сдвоенным. Например, даны два разных инструмента, которые должны одновременно действовать на изделие, причем один инструмент мешает другому. Или даны два изделия, которые должны воспринимать действия одного и того же инструмента: одно изделие мешает другому.

1.3. Составить графические схемы ТП-1 и ТП-2.

Допустимо использование нетабличных схем, если они лучше отражают сущность конфликта. В некоторых задачах встречаются многозвенные схемы конфликтов, такие схемы необходимо свести к однозвенным.

Конфликт можно рассматривать не только в пространстве, но и *во времени*. Такой подход позволяет иногда четче выделить задачу, которую надо решать.

Шаги 1.2 и 1.3 уточняют общую формулировку задачи. Поэтому после шага 1.3 необходимо вернуться к 1.1 и проверить, нет ли несоответствий в линии 1.1 – 1.2 – 1.3. Если несоответствия есть, их надо устранить, откорректировать линию.

1.4. Выбрать из двух схем конфликта (ТП-1 и ТП-2) ту, которая обеспечивает наилучшее осуществление главного производственного

процесса (основной функции технической системы, указанной в условиях задачи). Указать, что является главным производственным процессом.

Выбирая одну из двух схем конфликта, мы выбираем и одно из двух противоположных состояний инструмента. Дальнейшее решение должно быть привязано именно к этому состоянию. Нельзя, например, подменять малое количество проводников каким-то оптимальным количеством. *АРИЗ требует обострения, а не сглаживания конфликта.*

«Вцепившись» в одно состояние инструмента, мы в дальнейшем должны добиться, чтобы при этом состоянии появилось положительное свойство, присущее другому состоянию. Проводников мало и увеличивать их число мы не будем, но в результате решения молнии должны отводиться так, словно проводников очень много.

С определением главного производственного процесса (ГПП) иногда возникают трудности в задачах на измерение. Измерение почти всегда производят ради изменения, то есть обработки детали, выпуска продукции. Поэтому ГПП в измерительных задачах – это ГПП всей измерительной системы, а не измерительной ее части. Например, необходимо измерять давление внутри выпускаемых электроламп. ГПП – не измерение давления, а выпуск ламп. Исключением являются только некоторые задачи на измерение в научных целях.

1.5. Усилить конфликт, указав предельное состояние (действие) элементов.

Большая часть задач содержит конфликты типа «много элементов» и «мало элементов» («сильный элемент» – «слабый элемент» и т. д.). Конфликты типа «мало элементов» при усилении надо приводить к одному виду – «ноль элементов» («отсутствующий элемент»).

1.6. Записать формулировку модели задачи, указав:

- 1) конфликтующую пару;
- 2) усиленную формулировку конфликта;
- 3) что должен сделать вводимый для решения задачи икс-элемент (что он должен сохранить и что должен устранить, улучшить, обеспечить и т. д.).

Модель задачи условна, в ней искусственно выделена часть элементов технической системы. Наличие остальных элементов только подразумевается. Так, в модели задачи о защите антенны из четырех элементов, необходимых для формулировки задачи (антенна, радио-

волны, проводник и молния), остались только два, остальные упоминаются в скобках – их можно было бы вообще не упоминать.

После шага 1.6 следует обязательно вернуться к 1.1 и проверить логику построения модели задачи. При этом часто оказывается возможным уточнить выбранную схему конфликта, указав в ней икс-элемент.

Икс-элемент не обязательно должен оказаться какой-то новой вещественной частью системы. Икс-элемент – это некое изменение в системе, некий икс вообще. Он может быть равен, например, изменению температуры или агрегатного состояния какой-то части системы или внешней среды.

1.7. Проверить возможность применения системы стандартов к решению модели задачи. Если задача не решена, перейти ко второй части АРИЗ. Если задача решена, можно перейти к седьмой части АРИЗ, хотя и в этом случае рекомендуется продолжить анализ со второй части.

Анализ по первой части АРИЗ и построение модели существенно проясняют задачу и во многих случаях позволяют увидеть стандартные черты в нестандартных задачах. Это открывает возможность более эффективного использования стандартов, чем при применении их в исходной формулировке задачи.

2. Анализ модели задачи

Цель второй части АРИЗ: учет имеющихся ресурсов, которые можно использовать при решении задачи (ресурсов пространств, времени, веществ и полей).

2.1. Определить оперативную зону (ОЗ).

В простейшем случае оперативная зона – пространство, в пределах которого возникает конфликт, указанный в модели задачи.

2.2. Определить оперативное время (ОВ).

Оперативное время – имеющиеся ресурсы времени: конфликтное время T_1 и время до конфликта T_2 .

Конфликт (особенно быстротечный, кратковременный) иногда может быть устранен (предотвращен) в течение T_2 .

2.3. Определить *вещественно-полевые ресурсы (ВПР)* рассматриваемой системы, внешней среды и изделия. Составить список ВПР.

Вещественно-полевые ресурсы – вещества и поля, которые уже имеются или могут быть легко получены по условиям задачи. ВПР бывают трех видов:

1. Внутрисистемные:

а) ВПР инструмента;

б) ВПР изделия.

2. Внешнесистемные:

а) ВПР среды, специфической именно для данной задачи, например, вода в задаче о частицах в жидкости оптической чистоты;

б) ВПР, общие для любой внешней среды, «фоновые» поля, например, гравитационные, магнитное поле Земли.

3. Надсистемные:

а) отходы посторонней системы (если такая система доступна по условию задачи);

б) «копеечные» – очень дешевые посторонние элементы, стоимостью которых можно пренебречь.

При решении конкретной мини-задачи желательно получить результат при *минимальном расходе ВПР*. Поэтому целесообразно использовать в первую очередь внутрисистемные ВПР, затем внешнесистемные ВПР и в последнюю очередь надсистемные ВПР. При развитии же полученного ответа и при решении задач на прогнозирование (то есть макси-задач) целесообразно задействовать *максимум различных ВПР*.

Как известно, изделие – неизменяемый элемент. Какие же ресурсы могут быть в изделии? Изделие действительно нельзя изменять, то есть нецелесообразно менять при решении мини-задачи. Но иногда изделие может:

1) изменяться само;

2) допускать расходование (то есть изменение) какой-то части, когда его (изделия) в целом неограниченно много (например, ветер и т. д.);

3) допускать переход в надсистему (кирпич не меняется, но меняется дом);

4) допускать использование микроуровневых структур;

5) допускать соединение с «ничем», то есть с пустотой;

6) допускать изменение на время.

Таким образом, изделие входит в ВПР лишь в тех сравнительно редких случаях, когда его можно *легко менять, не меняя*.

ВПР – имеющиеся ресурсы. Их выгодно использовать в первую очередь. Если они окажутся недостаточными, можно привлечь другие вещества и поля. Анализ ВПР на шаге 2.3 является предварительным.

3. Определение ИКР И ФП

В результате применения третьей части АРИЗ должен сформулироваться *образ идеального решения (ИКР)*. Определяется также и *физическое противоречие (ФП)*, мешающее достижению ИКР. Не всегда возможно достичь идеального решения. Но ИКР указывает направление на наиболее сильный ответ.

3.1. Записать формулировку ИКР-1: *икс-элемент, абсолютно не усложняя систему* и не вызывая вредных явлений, устраняет (указать вредное действие) в течение *оперативного времени (ОВ)* в пределах *оперативной зоны (ОЗ)*, сохраняя способность инструмента совершать (указать полезное действие).

Кроме конфликта «вредное действие связано с полезным действием» возможны и другие конфликты, например «введение нового полезного действия вызывает усложнение системы» или «одно полезное действие несовместимо с другим». Поэтому приведенная в 3.1 формулировка ИКР – только образец, по типу которого необходимо записывать ИКР.

Общий смысл любых формулировок ИКР: приобретение полезного качества (или устранение вредного) не должно сопровождаться ухудшением других качеств (или появлением вредного качества).

3.2. Усилить формулировку ИКР-1 дополнительным требованием: в систему нельзя вводить новые вещества и поля, необходимо использовать ВПР.

При решении мини-задачи следует рассматривать используемые ВПР в такой последовательности:

- ВПР инструмента;
- ВПР внешней среды;
- побочные ВПР;
- ВПР изделия.

Наличие разных ВПР обуславливает существование четырех линий дальнейшего анализа. Практически условия задачи обычно сокращают часть линий. При решении мини-задачи достаточно вести анализ до получения идеи ответа; если идея получена, например, на «линии инструмента», можно не проверять другие линии. При решении макси-задачи целесообразно проверить все существующие в данном случае линии, то есть, получив ответ, например, на «линии инструмента», следует проверить также линии внешней среды, побочных ВПР и изделия.

Решение задачи сопровождается ломкой старых представлений. Возникают новые представления, с трудом отражаемые словами.

При работе с АРИЗ записи надо вести простыми, не техническими, словами, всячески избегая спецтерминов (они увеличивают психологическую инерцию).

3.3. Записать формулировку физического противоречия на **макроуровне**: оперативная зона в течение оперативного времени должна (указать физическое макросостояние, например, быть горячей), чтобы выполнять (указать одно из конфликтующих действий), и не должна (указать противоположное физическое макросостояние, например, быть холодной), чтобы выполнять (указать другое конфликтующее действие или требование).

Физическим противоречием (ФП) называют противоположные требования к физическому состоянию оперативной зоны.

Если составление полной формулировки ФП вызывает затруднения, можно составить *краткую* формулировку: элемент (или часть элемента в оперативной зоне) должен быть, чтобы (указать), и не должен быть, чтобы (указать).

При решении задачи по АРИЗ ответ формируется постепенно, как бы «проявляется». Опасно прерывать решение при первом намеке на ответ и «закреплять» еще не вполне готовый ответ. Решение по АРИЗ должно быть доведено до конца.

3.4. Записать формулировку физического противоречия на **микроуровне**: в оперативной зоне должны быть частицы вещества (указать их физическое состояние или действие), чтобы обеспечить (указать требуемое по шагу 3.3 макросостояние), и не должны быть такие частицы (или должны быть частицы с противоположным состоянием или действием), чтобы обеспечить (указать требуемое по шагу 3.3 другое макросостояние).

При выполнении шага 3.4 еще нет необходимости конкретизировать понятие частицы. Это могут быть, например, домены, молекулы, ионы и т. д.

Частицы могут оказаться:

- а) просто частицами вещества;
- б) частицами вещества в сочетании с каким-то полем;
- в) частицами поля.

Если задача имеет решение только на макроуровне, шага 3.4 может не получиться, потому что дает дополнительную информацию: задача решается на макроуровне.

Три первые части АРИЗ существенно перестраивают исходную задачу. Итог этой перестройки подводит шаг 3.5. Составляя формулировку ИКР-2, мы одновременно получаем новую задачу – физическую. В дальнейшем надо решать именно эту задачу.

3.5. Записать формулировку идеального конечного результата ИКР-2: оперативная зона (указать) в течение оперативного времени (указать) должна сама обеспечивать (указать противоположные физические макро- или микросостояния).

3.6. Проверить возможность применения системы стандартов к решению физической задачи, сформулированной в виде ИКР-2. Если задача не решена, перейти к четвертой части АРИЗ.

Если задача решена, можно перейти к седьмой части АРИЗ, хотя и в этом случае рекомендуется продолжить анализ по четвертой части.

4. Мобилизация и применение ВПР

Ранее, на шаге 2.3, были определены имеющиеся ВПР, которые можно использовать бесплатно. Четвертая часть АРИЗ включает планомерные операции по увеличению ресурсов: рассматриваются производные ВПР, получаемые почти бесплатно путем минимальных изменений имеющихся ВПР. Шаги 3.3-3.5 начали переход от задачи к ответу, основанному на использовании физики; четвертая часть АРИЗ продолжает эту линию.

Правило 1. Каждый вид частиц, находясь в одном физическом состоянии, должен выполнять одну функцию. Если частицы А не справляются с действиями 1 и 2, надо ввести частицы Б; частицы А выполняют действие 1, а частицы Б – действие 2.

Правило 2. Введенные частицы Б можно разделить на две группы: Б-1 и Б-2. Это позволяет «бесплатно», за счет взаимодействия между уже имеющимися частицами Б, получить новое действие – 3.

Правило 3. Разделение частиц на группы выгодно и в тех случаях, когда в системе должны быть только частицы А; одну группу частиц А оставляют в прежнем состоянии, у другой группы меняют главный для данной задачи параметр.

Правило 4. Разделенные или введенные частицы после отработки должны стать неотличимыми друг от друга или от ранее имевшихся частиц.

Правила 1-4 относятся ко всем шагам четвертой части АРИЗ.

4.1. *Метод ММЧ:*

- 1) используя метод ММЧ (моделирование маленькими человечками), построить схему конфликта;
- 2) изменить схему А так, чтобы маленькие человечки действовали, не вызывая конфликта;
- 3) перейти к технической схеме.

Метод моделирования маленькими человечками состоит в том, что конфликтующие требования схематически представляют в виде условного рисунка (или нескольких последовательных рисунков), на котором действует большое число маленьких человечков (группа, несколько групп, толпа). Изображать в виде маленьких человечков следует только изменяемые части модели задачи (инструмент, икс-элемент).

Конфликтующие требования – это конфликт из модели задачи или противоположные физические состояния, указанные на шаге 3.5. Вероятно, лучше последнее, но пока нет четких правил перехода от физической задачи (3.5) к ММЧ, легче рисовать конфликт в модели задачи.

4.1.1. Часто можно выполнить, совместив на одном рисунке два изображения, плохое действие и хорошее действие. Если события развиваются во времени, целесообразно сделать несколько последовательных рисунков.

4.1.2. **Вспомогательный.** Он нужен, чтобы перед мобилизацией ВПР нагляднее представить, что, собственно, должны делать частицы вещества в оперативной зоне и близ нее. Метод ММЧ позволяет отчетливее увидеть идеальное действие (что надо сделать) без физики (как это сделать). Благодаря этому снимается психологическая инерция, фокусируется работа воображения. Таким образом, ММЧ – метод психологический. Но моделирование маленькими человечками осуществляется с учетом законов развития технических систем, поэтому ММЧ нередко приводит к техническому решению задачи. Прерывать решение в этом случае не надо, мобилизация ВПР обязательно должна быть проведена.

Цель мобилизации ресурсов при решении мини-задачи не в том, чтобы использовать все ресурсы. Цель иная – при минимальном расходе ресурсов получить один максимально сильный ответ.

4.2. Если из условий задачи известно, какой должна быть готовая система, и задача сводится к определению способа получения этой системы, можно использовать метод «шаг назад от ИКР». Изо-

бражают готовую систему, а затем вносят в рисунок минимальное демонтирующее изменение.

Например, если в ИКР две детали соприкасаются, то при минимальном отступлении от ИКР между деталями надо показать зазор. Возникает новая задача (микро-задача): как устранить дефект?

Разрешение такой микро-задачи обычно не вызывает затруднений и часто подсказывает способ решения общей задачи.

4.3. Определить, решается ли задача применением смеси ресурсных веществ.

Если бы для решения могли быть использованы ресурсные вещества (в том виде, в каком они даны) задача, скорее всего, не возникла или была бы решена автоматически. Обычно нужны новые вещества, но введение их связано с усложнением системы, появлением побочных вредных факторов и т. д. Суть работы с ВПР в четвертой части АРИЗ в том, чтобы обойти это противоречие и ввести новые вещества, не вводя их.

Шаг 4.3 состоит (в простейшем случае) в переходе от двух моновеществ к *неоднородному* бивеществу.

Может возникнуть вопрос: возможен ли переход от моновещества к *однородному* бивеществу или поливеществу? Аналогичный переход от системы к однородной бисистеме или полисистеме применяется очень широко. Но в этом стандарте речь идет об объединении *систем*, а на шаге 4.3 рассматривается объединение *веществ*. При объединении двух одинаковых систем возникает новая система. А при объединении двух кусков вещества происходит простое увеличение количества.

Один из механизмов образования новой системы при объединении одинаковых систем состоит в том, что в объединенной системе сохраняются *границы* между объединившимися системами. Так, если моносистема – лист, то полисистема – блокнот, а не один очень толстый лист. Но сохранение границ требует введения второго (граничного) вещества (пусть это будет даже пустота). Отсюда шаг 4.4 – создание неоднородной квазиполисистемы, в которой роль второго, граничного, вещества играет пустота. Правда, пустота – не обычный партнер. При смешивании вещества и пустоты границы не всегда видны, но новое качество появляется, а именно это и нужно.

4.4. Определить, решается ли задача заменой имеющихся ресурсных веществ пустотой или смесью ресурсных веществ с пустотой.

Пустота – исключительно важный вещественный ресурс. Она всегда имеется в неограниченном количестве, предельно дешева, легко смешивается с имеющимися веществами, образуя, например, полые и пористые структуры, пену, пузырьки и т. д.

Пустота – это не обязательно вакуум. Если вещество твердое, пустота в нем может быть заполнена жидкостью или газом. Если вещество жидкое, пустота может быть газовым пузырьком. Для вещественных структур определенного уровня пустотой являются структуры нижних уровней. Так, для кристаллической решетки пустотой являются отдельные молекулы, отдельные атомы и т. д.

4.5. Определить, решается ли задача применением веществ, *производных* от ресурсных (или применением смеси этих производных веществ с пустотой).

Производные ресурсные вещества получают изменением агрегатного состояния имеющихся ресурсных веществ. Если, например, ресурсное вещество жидкость, к производным относятся лед и пар. Производными считаются и продукты разложения ресурсных веществ. Так, для воды производными будут водород и кислород. Для многокомпонентных веществ производные – их компоненты. Производными являются также вещества, образующие при разложении или сгорании ресурсные вещества.

Если для решения задачи нужны частицы вещества (например, ионы), а непосредственное их получение невозможно по условиям задачи, требуемые частицы надо получить разрушением вещества более высокого структурного уровня (например, молекул).

Если для решения задачи нужны частицы вещества (например, молекулы) и невозможно получить их непосредственно, требуемые частицы надо получать достройкой или объединением частиц более низкого структурного уровня (например, ионов).

Вещество представляет собой многоуровневую иерархическую систему. С достаточной для практических целей точностью иерархию уровней можно представить так:

- минимально обработанное вещество (простейшее техновещество, например, проволока);
- сверхмолекулы – кристаллические решетки, полимеры, ассоциации молекул, сложные молекулы, молекулы, части молекул, группы атомов;
- атомы, части атомов, элементарные частицы, поля.

Новое вещество можно получить обходным путем: разрушением более крупных структур ресурсных веществ или таких веществ, которые могут быть введены в систему; возможен и другой путь – достройка менее крупных структур. Разрушать выгоднее целые частицы (молекулы, атомы), поскольку нецелые частицы (положительные ионы) уже частично разрушены и сопротивляются дальнейшему разрушению; достраивать, наоборот, выгоднее нецелые частицы, стремящиеся к восстановлению.

4.6. Определить, решается ли задача введением вместо вещества электрического поля или взаимодействием двух электрических полей.

Если использование ресурсных веществ, имеющихся и производных, недопустимо по условиям задачи, надо использовать электроны (подвижные (ток) или неподвижные). Электроны – вещество, которое всегда есть в имеющемся объекте. К тому же электроны – вещество в сочетании с полем, что обеспечивает высокую управляемость.

4.7. Определить, решается ли задача применением пары «поле – добавка вещества, отзывающегося на поле» (например, «магнитное поле – ферровещество», «ультрафиолет – люминофор», «тепловое поле – металл с памятью формы» и т. д.).

На шаге 2.3 рассмотрены уже имеющиеся ВПР. Шаги 4.3-4.5 относятся к ВПР, производным от имеющихся. Шаг 4.6 – частичный отход от имеющихся и производных ВПР: вводят посторонние поля. Шаг 4.7 – еще одно отступление: вводят посторонние вещества и поля.

Решение мини-задачи тем идеальнее, чем меньше затраты ВПР. Однако не каждая задача решается при малом расходе ВПР. Иногда приходится отступать, вводя «посторонние» вещества и поля. Делать это надо только при действительной необходимости, если никак нельзя обойтись наличным ВПР.

5. Применение информфонда

Во многих случаях четвертая часть АРИЗ приводит к решению задачи. В таких случаях можно переходить к седьмой части. Если же после шага 4.7 ответа нет, надо пройти пятую часть.

Цель пятой части АРИЗ – использование опыта, сконцентрированного в информационном фонде ТРИЗ. К моменту ввода в пятую часть АРИЗ задача существенно проясняется, становится возможным ее прямое решение с помощью информационного фонда.

5.1. Рассмотреть возможность решения задачи (в формулировке ИКР-2 и с учетом ВПР, уточненных в четвертой части) по стандартам.

Возврат к стандартам происходит, в сущности, уже на шагах 4.6 и 4.7. До этих шагов главной идеей было использование имеющихся ВПР, по возможности избегая новых веществ и полей. Если задачу не удастся решить в рамках имеющихся и производных ВПР, приходится вводить новые вещества и поля. Большинство стандартов как раз и относятся к технике введения добавок.

5.2. Рассмотреть возможность решения задачи (в формулировке ИКР-2 с учетом ВПР, уточненных в четвертой части) по аналогии с нестандартными задачами, ранее решенными по АРИЗ.

При бесконечном многообразии изобретательских задач число физических противоречий, на которых держатся эти задачи, сравнительно невелико. Поэтому значительная часть задач решается по аналогии с другими задачами, содержащими аналогичное физическое противоречие. Внешне задачи могут быть весьма различными, аналогия выявляется только после анализа на уровне физическлого противоречия.

5.3. Рассмотреть возможность устранения физического противоречия с помощью типовых преобразований.

Пригодны только те решения, которые совпадают с ИКР или практически близки к нему.

5.4. Применение указателя физэффектов. Рассмотреть возможность устранения физпротиворечия с помощью «Указателя применения физических эффектов и явлений».

6. Изменение или замена задачи

Простые задачи решаются буквальным преодолением ФП, например, разделением противоречивых свойств во времени или в пространстве. Решение сложных задач обычно связано с изменением смысла задачи, снятием первоначальных ограничений, психологической инерцией, до решения кажущихся самоочевидными. Для правильного понимания задачи необходимо ее сначала решить – изобретательские задачи не могут быть сразу поставлены точно. Процесс решения, в сущности, есть процесс корректировки задачи.

6.1. Если задача решена, перейти от физического ответа к техническому: сформулировать способ и дать принципиальную схему устройства, осуществляющего этот способ.

6.2. Если ответа нет, проверить, не является ли формулировка шага 1.1 сочетанием нескольких разных задач. В этом случае следует изменить шаг 1.1, выделив отдельные задачи для поочередного решения (обычно достаточно решить одну главную задачу).

6.3. Если ответа нет, изменить задачу, выбрав на шаге 1.4 другое ТП.

Эта измерительная задача была превращена в изменительную: как вообще избежать смешивания нефтепродуктов с разделительной жидкостью?

6.4. Если ответа нет, вернуться к шагу 1.1 и заново сформулировать мини-задачу, отнеся ее к надсистеме. При необходимости такое возвращение совершают несколько раз.

7. Анализ способа устранения ФП

Главная цель седьмой части АРИЗ – проверка качества полученного ответа. Физическое противоречие должно быть устранено почти идеально, «без ничего». Лучше потратить 2-3 часа на получение нового, более сильного, ответа, чем потом полжизни бороться за плохо внедряемую слабую идею.

7.1. Контроль ответа. Рассмотреть вводимые вещества и поля. Можно ли не вводить новые вещества и поля, используя ВПР – имеющиеся и производные? Можно ли использовать саморегулируемые вещества? Ввести соответствующие поправки в технический ответ.

Саморегулируемые (в условиях данной задачи) вещества – такие вещества, которые определенным образом меняют свои физические параметры при изменении внешних условий, например, теряют магнитные свойства при нагревании выше точки Кюри. Применение саморегулируемых веществ позволяет менять состояние системы или проводить в ней измерения без дополнительных устройств.

7.2. Провести предварительную оценку полученного решения.

Контрольные вопросы:

1. Обеспечивает ли полученное решение выполнение главного требования ИКР-1 (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 одноциклового модели задачи в реальных условиях со многими циклами?

Если полученное решение не удовлетворяет хотя бы одному из контрольных вопросов, вернуться к шагу 1.1.

7.3. Проверить (по патентным данным) формальную новизну полученного решения.

7.4. Какие подзадачи возникнут при технической разработке полученной идеи? Записать возможные подзадачи (изобретательские, конструкторские, расчетные, организационные).

8. Применение полученного ответа

Действительно хорошая идея не только решает конкретную задачу, но и дает универсальный ключ ко многим другим аналогичным задачам. Восьмая часть АРИЗ имеет целью максимальное использование ресурсов найденной идеи.

8.1. Определить, как должна быть изменена надсистема, в которую входит измененная система.

8.2. Проверить, может ли измененная система (или надсистема) применяться по-новому.

8.3. Использовать полученный ответ при решении других технических задач:

1) сформулировать в обобщенном виде полученный принцип решения;

2) рассмотреть возможность прямого применения полученного принципа при решении других задач;

3) рассмотреть возможность использования принципа, обратного полученному;

4) построить морфологическую таблицу, например, типа «расположение частей – агрегатные состояния изделия» или «использованные поля – агрегатные состояния внешней среды», и рассмотреть возможные перестройки ответа по позициям этих таблиц;

5) рассмотреть изменение найденного принципа при изменении размеров системы (или главных ее частей): размеры стремятся к нулю, размеры стремятся к бесконечности.

Если работа ведется не только ради решения конкретной технической задачи, тщательное выполнение шагов 8.3.1-8.3.5 может стать началом разработки новой теории, исходящей из полученного принципа.

9. Анализ хода решения

Каждая решенная по АРИЗ задача должна повышать творческий потенциал человека, но для этого необходимо тщательно проанализировать ход решения. В этом смысл девятой (завершающей) части АРИЗ.

9.1. Сравнить реальный ход решения данной задачи с теоретическим (по АРИЗ). Если есть отклонения, записать.

9.2. Сравнить полученный результат с данными информационного фонда ТРИЗ (стандарты, приемы, физэффекты). Если в информационном фонде нет подобного принципа, записать его в предварительный накопитель.

Содержание отчета

1. Титульный лист.
 2. Цель работы.
 3. Результаты выполнения работы.
 4. Ответы на контрольные вопросы.
- Защитите отчет у преподавателя.

Контрольные вопросы

1. Основные задачи ТРИЗ.
2. Что такое АРИЗ?
3. Основные цели АРИЗ.