

История создания, логика и практика применения АРИП

Никитин Владимир Николаевич, АО «НПК», г. Ангарск, 665800, РФ.

Быстрицкий Александр Анатольевич, Иркутский Национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, 664000, РФ.

Аннотация

Алгоритм решения инженерных проблем (АРИП) Г.И. Иванова – один из инструментов, используемых для анализа ситуации, генерации решений и выбора из них лучшего варианта в процессе изобретательской деятельности. Появление таких инструментов для мышления на основе созданного Г.С. Альтшуллером Алгоритма Решения Изобретательских Задач (АРИЗ разных версий) обусловлено изменением условий его применения. АРИП исходно создавался для решения производственно-технологических задач и в статье описано, почему возникла такая необходимость, какие идеи легли в его основу и в чём его особенности. Рассмотрены проблемы применения алгоритма, решение которых позволит повысить его эффективность.

Ключевые слова: решение проблем, алгоритм, выбор задач

Abstract

G.I. Ivanov's algorithm for solving engineering problems (ARIP) is one of the tools used for analyzing the situation, generating solutions and selecting the best option from them in the process of inventive activity. The appearance of such tools for thinking based on the algorithm for solving Inventive Problems created by G.S. Altshuller (ARIZ of different versions) is due to the change in the conditions for its application. ARIP was originally created to solve industrial-technological problems, and the article describes why there was such a need, what ideas formed its basis and what its features are. The problems of applying the algorithm are considered, the solution of which will increase its efficiency.

Keywords: problem solving, algorithm, task selection.

1. История создания АРИП

Во второй половине 80-х годов во многих городах СССР были образованы Центры НТТМ, и появилась возможность работать с предприятиями на договорной основе. В Ангарском Центре НТТ, созданным Г.И. Ивановым в 1986 году, при реализации проектов столкнулись с тем, что в арсенале ТРИЗ отсутствовали инструменты для первичного анализа проблемной производственной ситуации. Большинство проблем, которые заказчик хотел решить, имели весьма расплывчатое описание, например, снижение простоев оборудования, повышение эффективности технологических процессов. Чётко сформулированных задач от промышленных предприятий, анализ которых можно было бы начать с первого шага АРИЗ-85В, практически не было.

Это потребовало создание инструмента предназначенного для выбора задач из производственной ситуации. Элементы алгоритма впервые были применены в 1987 году на предприятиях промышленного объединения "Бор" (г. Дальнегорск). Первый опубликованный вариант Алгоритм Выбора Инженерных Задач из Производственной Ситуации (АВИЗ-93п), авторов Иванова Г.И., Быстрицкого А.А., Никитина В.Н. впервые был доложен на Петрозаводском семинаре в 1993 году и одобрен Г.С. Альтшуллером. [1]

Данный алгоритм позволял в технологическом процессе выделить проблемную зону и именно в ней сформулировать задачи, которые необходимо было решить. От АРИЗ он отличался, в первую очередь, другой постановкой цели. Рассмотрим особенности данной версии алгоритма:

- В основу анализа проблемной ситуации был положен процессный подход, что хорошо согласовывалось с особенностями объекта анализа – технологией производства и давало возможность «автоматически» применить системный подход при восприятии технологического процесса на разных уровнях: технология, оборудование, процесс (функция), микропроцессы и т.д.
- Кроме того, процессный подход давал решателю ясное понимание причинно-следственных связей воплощённых в данной технологии.
- Впервые оформилась процедура подтверждения актуальности поставленной проблемы на этапах проверки её на «ложность» и возможность самоустранения.
- Вернулось использование понятия «нежелательный элемент», как некая сущность, порождающая нежелательное явление (в этом же смысле термин «элемент» использовался в АРИЗ-71 на шаге 2.3). [2]
- Выполнялась декомпозиция проблемы на комплекс задач, сформулированных в месте первичного возникновения нежелательного явления и нежелательного элемента
- Переформулирование исходной проблемы происходило с использованием понятий «функция», «вещественно-полевые ресурсы», «идеальный конечный результат», «рабочий орган ТС».
- Были предложены критерии определения приоритетности задач.

В 2000 году Челябинским фондом ТРИЗ в брошюре «Формулирование творческих задач» авторами Ивановым Г.И. и Быстрицким А.А. был опубликован АВИЗ-2000ПТ (Алгоритма Выбора Инженерных Задач из производственно-технологической проблемной ситуации) что привело к более широкому знакомству специалистов по ТРИЗ с данной методикой. [3]

Практический опыт использования инструмента на промышленных предприятиях России, а также опыт работы за рубежом, позволил значительно уточнить алгоритм, внести в него более жесткие логические связи и тем самым расширить его возможности. В связи с этим изменилось и название алгоритма, он стал именоваться – Алгоритм Решения Инженерных Проблем АРИП-2009ПТ. [4] Этот алгоритм стал достаточно широко применяться в инженерной среде, и в 2010 году был опубликован в Санкт–Петербурге Российской ассоциацией ТРИЗ и Южнокорейской ассоциацией ТРИЗ. Такая эволюция АВИЗ в АРИП была обусловлена тем, что пользователи АВИЗ отмечали, что уточнение и выбор задачи уже давали выход на решение проблемы и высказывали недоумение, почему АВИЗ является всего лишь инструментом выбора. Эти замечания спровоцировали появление АРИП, сформировав его как инструмент решения.

2. Общее описание АРИП-2009ПТ

Алгоритм состоит из 8 частей. В таблице приведено описание частей, цель выполнения и версия инструмента, когда впервые часть была включена в алгоритм.

Таблица 1: Описание частей АРИП

№	Описание частей АРИП	Цель	Версия АВИЗ
1	Первичное описание и составление формулы проблемы.	Проверить достаточность информации по проблеме (получить ответы на вопросы: «Что?», «Где?», «Когда?», «Почему?»).	АВИЗ-93п
2	Проверка проблемы на ложность и самоустранение.	Определить необходимость решения проблемы.	АВИЗ-93п
3	Уточнение проблемы.	Выявить первопричину возникновения проблемы.	АВИЗ-93п
4	Анализ вещественно - полевых ресурсов.	Выявить ресурсы для решения проблемы.	АВИЗ-93п
5	Формулирование идеального конечного результата.	Составить формализованные тексты задач.	АВИЗ-93п (Формулирование первичных и вторичных задач)
6	Формулирование физических противоречий.	Выявить физические противоречия и выбрать принцип их разрешения.	АВИЗ-2005пт [5]
7	Разрешение физических противоречий.	Получить принципиальное направление решения задачи.	АВИЗ-2005пт
8	Анализ полученных решений.	Выбрать из полученных решений наиболее оптимальное.	АВИЗ-2006пт [6]

3. Логика АРИП

С нашей точки зрения основной особенностью АРИЗ является управление мышлением (воображением) решателя. Это воздействие, в существенной своей части, близко к технологии НЛП за счёт выверенной словесной оболочки. Эта оболочка ориентировалась на ментальные модели советских инженеров 70-90 годов. Изменение системы обучения инженеров в России уничтожили возможность стыковки их с АРИЗ, а перевод АРИЗ на иностранные языки вообще убивает возможность программирования процесса воображения у иноязычных пользователей.

При этом АРИП (АВИЗ) строится на восприятии и понимании протекающих процессов и с самого начала обращен на формирование цепочки моделей «вход-выход» («чёрный ящик») для описания шагов получения технологического результата. Это позволяет отказаться от использования бытового языка и упрощает использование формализованных языков описания.

Рассмотрим структуру алгоритма АРИП:

Предварительный шаг. Идентификация проблемы. Алгоритм используется для анализа производственно-технологических проблем, когда технологический процесс сопровождается возникновением одного или нескольких нежелательных эффектов (НЭ), а также когда недостаточно данных для применения АРИЗ-85В. При этом вопрос классификации проблем рассматривался в статье «Уровни формулирования изобретательских задач и их выбор из производственной ситуации», авторов Г.И. Иванова, А.А. Быстрицкого, В.Н. Никитина, А.Г. Мишанина, опубликованной в журнале ТРИЗ № 7 (3.3.92). [7]

Шаг 1. Выбор и первичное описание наиболее актуального с точки зрения заказчика нежелательного эффекта (недостатка). Другие НЭ могут попасть в поле зрения при выявлении причинно-следственных связей на шаге 3 или рассматриваться отдельно, если необходимость в этом останется.

Шаг 2. Анализ «обходных» путей, т.е. поиск возможностей решить проблему не решая её. Здесь 4 варианта проверки:

- Действительно ли НЭ приводит к недопустимым последствиям;
- Действительно ли нужна «проблемная» технологическая операция;
- Не является ли проблема следствием ошибочного решения в прошлом;
- Существует ли интерес к «вредным» процессам или нежелательным результатам со стороны (из надсистемы).

Шаг 3. Выявление причинно-следственных связей от целевого нежелательного эффекта до первопричины. Подробная информация о первопричине включает в себя определение и описание следующих понятий:

- Нежелательный эффект (что не так происходит на уровне физических процессов);
- Нежелательный элемент (что порождает НЭ);
- ОЗ (пространство взаимодействия компонентов ТС и НС, где происходит НЭ);
- ОВ (время взаимодействия компонентов ТС и НС с привязкой к технологической операции, когда происходит НЭ);
- Функции взаимодействующих компонентов.

Шаг 4. Выявление ресурсов. Составление приоритетного списка ресурсов. Критерии оценки для выбора:

- Близость ресурса к ОЗ;
- Количество ресурса;
- Энергонасыщенность ресурса;
- Время присутствия ресурса;
- Ценность ресурса.

В первую очередь в качестве ресурса записывается нежелательный элемент. Что порождает проблему, то и должно её устранять! Это одна из основных идей алгоритма, реализующая известный в ТРИЗ принцип «Обратить вред в пользу».

Шаг 5. Формулирование ИКР. Ресурс САМ должен устранить НЭ, сохраняя функциональность ТС и её компонентов. На этом шаге происходит переформулирование уточнённой задачи с указанием требований к выбранному компоненту ТС. Анализ ИКР предполагает получение ответа на вопрос: «Как компонент может выполнить предъявляемое к нему требование по устранению НЭ (какие параметры компонента или его состояние при этом должны измениться)?». Полученное решение, может быть принято к внедрению либо отклонено по причине того, что необходимое изменение параметра вызывает невозможность выполнения другого требования, например, сохранения функциональности компонента. На этом шаге исходно поставленная проблема, если полученное решение не устраивает заказчика, переформатируется в конкретную задачу, содержащую в себе конфликт. Формат задачи позволяет продолжить её решение по АРИЗ-85В.

Шаг 6. Формулирование физических противоречий (ФП). Формулируется ФП, потому что уже известен компонент ТС и его параметр (состояние), который должен измениться, чтобы устранить НЭ и не должен изменяться, чтобы выполнить другое требование.

Также на этом шаге предложены правила выбора принципа разрешения ФП.

- Если противоречивые требования предъявляются к состоянию компонента в один и тот же момент времени, то их разделяют в пространстве.
- Если противоречивые требования предъявляются к состоянию компонента в одном и том же месте пространства, то их разделяют во времени.
- Если противоречивые требования предъявляются к состоянию компонента в одном и том же месте пространства и в один и тот же момент времени, то их разделяют по уровням системы.

Шаг 7. Разрешение физических противоречий в соответствии с выбранным принципом разрешения. Для дополнительного уточнения, как выполнить необходимые изменения, каждому принципу сопоставлены приёмы (из перечня 40 типовых приёмов разрешения технических противоречий). Например, для разрешения противоречивых требований в пространстве возможно использование следующих приёмов: 1, 2, 3, 4, 7, 14, 17, 24, 26, 30, 33.

Шаг 8. Анализ полученных решений. Оценка решений выполняется по степени приближения к идеалу (максимум пользы при минимуме затрат). Также выполняется проверка решений на отсутствие отрицательных последствий в настоящем и будущем. При их выявлении формулируются вторичные задачи.

4. Практика применения АРИП.

АРИП, как и АРИЗ-85В, является процедурой, в которую интегрированы основные инструменты ТРИЗ: приёмы, стандарты и т.д. Это предполагает, что для решения производственно-технологических задач, АРИП даёт возможность показать решателю место каждого инструмента в процессе размышления над проблемой. Такой подход расширяет возможности работы с возникающими на предприятиях проблемами и сокращает сроки обучения ТРИЗ.

АРИП, как инструмент решения производственных проблем, с 2009 года в Республике Корея и с 2013 года в России широко применяется при повышении квалификации инженеров, профессоров университетов и специалистов. Обучение ТРИЗ на предприятиях некоторых крупных холдингов и госкорпораций горнодобывающей, угольной, металлургической, машиностроительной и других промышленных отраслях основано на использовании АРИП как процедуры, совмещающей диагностику ситуации, постановку и решение задачи. Такая практика применения показала высокую эффективность алгоритма и большую заинтересованность сотрудников к изучению, как данной методики, так и ТРИЗ в целом.

В текущей практике обучения, на решение производственной проблемы командам из 5-6 человек даётся 3 дня, в течение которых необходимо прослушать небольшой ознакомительный курс по основным понятиям и инструментам ТРИЗ и выполнить проектную работу, следуя рекомендациям каждого шага АРИП. Полученные концепции команды оформляют в виде презентаций и защищают перед руководителями предприятий. При этом установлено, что участники предлагают нестандартные, но реализуемые в существующих условиях производства идеи, несмотря на очень ограниченный объём теоретических знаний, полученных в рамках трёхдневного практикума.

В то же время, согласно программе обучения ТРИЗ, для освоения АРИЗ рекомендуется не менее 40 часов обучения с разбором нескольких учебных (!) задач. Таким образом, требования по обучению АРИЗ существенным образом не вписываются во временные рамки, которые может предоставить заказчик. Кроме того, требование заказчика по получению внедряемого результата решения проблемы является для ТРИЗ-эксперта приоритетным.

Таким образом, использование Алгоритма Решения Инженерных Проблем может рассматриваться как первый этап обучения, имеющий как практическую, так и мотивационную направленность. Его использование вызывает живой интерес к дальнейшему изучению инструментария ТРИЗ.

5. Проблемы и возможности развития АРИП.

Проблемы развития алгоритма АРИП допускают два направления его совершенствования: модификацию имеющегося текста и модификация процедуры алгоритма.

Рассмотрим направление модификации современного текста АРИП. За время использования АРИП-2009ПТ накопились вопросы, решение которых позволит уточнить отдельные шаги и усовершенствовать инструмент в целом. Например, на шаге 3, когда выполняется поиск первопричины возникновения нежелательного эффекта, нужно сопоставить причинно-следственные связи нежелательных эффектов, последовательность технологических операций с потоками и функциональное назначение технических систем и их компонентов, участвующих в технологическом процессе. Пока для этого не хватает интегративного аналитического инструмента. Кроме того пользователям сложно даётся переход от формулировки ИКР к противоречию. Требуется детализировать выполнение шага 5.

Модификация процедуры алгоритма связана с ограничением, зафиксированным уже в названии – Алгоритм Решения Инженерных Проблем для производственно-технологических задач (2009ПТ). То есть, его использование предполагает:

1. Необходимость предварительной оценки проблемы;
2. Прогноз того, что при декомпозиции данной проблемы возникнут технологические задачи.

И только после этого можно принимать решение, применим ли данный алгоритм к анализу данной проблемы.

Для минимизации такого ограничения Г.И. Иванов с соавторами предполагали разработку семейства алгоритмов, предназначенных для других типов задач. [8]. Поскольку для задач, относящихся к другим классам (например, конструкторские, исследовательские, аварийные ситуации, создание нового продукта и т.п.) требуются другие процедуры размышления.

Авторы полагают, что целесообразно вернуться к процедуре АВИЗ, то есть разработать единый алгоритм постановки задачи из проблемной ситуации с выходом на формулирование технического задания (ТЗ). На основании формулировки ТЗ должен производиться выбор одного из специализированных алгоритмов решения проблем, включая АРИП.

Замечено также, что современное поколение инженеров не так легко формулирует технические решения на основе выбранных принципов или приёмов разрешения противоречий. Не всегда хватает технического кругозора, гибкости ума и творческого воображения для поиска решений, находящихся, относительно поставленных задач, в разных областях знаний. Можно говорить о недостаточном уровне подготовки инженеров в ВУЗах. Но, проблемы на предприятиях есть, и модернизация производства должна быть обеспечена при существующих кадровых условиях.

Кроме того, при анализе проблем и решении сформулированных задач, лежащих в таких областях как микроэлектроника, биоинженерия, нанотехнологии, начинают ощущаться ограничения использования инструментов ТРИЗ. Наблюдается их существенное устаревание, в частности, приёмов и дефицит физических, химических и иных эффектов, которые должны стать существенной частью вновь разрабатываемых алгоритмов.

Практика вынесения АРИП за пределы ареала использования русского языка показала наличие определённых сложностей, как при переводе текста, так и его понимания иноязычными слушателями.

Не всегда словесные формы, используемые в оригинальном тексте, удаётся адекватно отразить в иноязычной грамматике. Так, текст АРИП, переведённый на корейский язык, оказался труден для восприятия и без основательной методической поддержки со стороны русских специалистов был практически неработоспособен.

И это с новой остротой поднимает вопрос об использовании формального языка, или вновь созданного, или адаптированного из существующих, для описания процесса

анализа проблем и разработке решения той или иной задачи. Подходы к созданию языка формального описания задач были сделаны ещё в 70-х годах на ранних этапах развития ТРИЗ, а также в работах Горьковской школы ТРИЗ в 1990 году. [9 – 11] В этих работах говорится о языке, который был разработан и использовался в рамках вепольного анализа и частично в «Стандартах». Язык «веществ» и «полей» пока не получил дальнейшего развития и не стал универсальным средством описания функций, проблем и процессов их решения.

Очевидно, что у каждого ТРИЗ-эксперта есть своя индивидуальная, сложившийся за многолетнюю практику процедура размышления, «язык мышления». Поскольку использование такого «языка» не всегда рефлексруется экспертом, то сделать его публичным и передать партнёрам и ученикам трудно. Принцип «делай как я» не превращается в ходе обучения в принцип «думай как я». И учитель, и ученик не понимают, что происходит в голове друг у друга.

Целесообразно рассмотреть возможность разработки алгоритмов анализа проблемы и решения изобретательских задач с использованием уже имеющих широкое распространение языков структурного анализа систем, например, ARIS, DFD, IDEF, UML.

Формализация может дать возможность интернационализации инструментов методики. Вопросы управления мышлением, в этом случае, выводятся за пределы одного (родного) языка, особенности которого неосознанно учитывались при создании методики.

6. Заключение

Анализируя практику применения АРИП на более чем двухстах производственных задачах в России и за рубежом, авторы считают целесообразным разработку в массиве инструментария ТРИЗ единого универсального алгоритма выбора изобретательских задач (АВИЗ), который бы завершался формулированием «Технического задания» для каждой выявленной задачи и определением её типа для последующего перехода к решательным инструментам. Именно в таком направлении, нам представляется целесообразным развитие комплекса специализированных алгоритмов, ориентированных на начинающих изобретателей и ТРИЗ-экспертов.

Список литературы

1. Алгоритм выбора изобретательских задач из производственной ситуации – АВИЗ (п)-93 / Г.И. Иванов, А.А. Быстрицкий, В.Н. Никитин. – Ангарск, 1993. – 32 с. – Деп. в ЧОУНБ 2.02.1994 № 1709.
2. Альтшуллер Г.С. Алгоритм решения изобретательских задач АРИЗ-71. – Баку: ОИИТ при ЦК ЛКСМ Азербайджана и Азербайджанском РС ВОИР, 1971. <https://www.altshuller.ru/triz/ariz71.asp>
3. Иванов Г. И. , Быстрицкий А.А. Формулирование творческих задач, Челябинск 2000г.
4. Иванов Г.И. Алгоритм решения инженерных проблем АРИП-2009ПТ. <https://triz-summit.ru/confer/tds-2012/205266/205415/205404/>

5. Мини алгоритм выбора инженерных задач из производственно-технологической проблемной ситуации - АВИЗ 2005(пт), Г.И. Иванов, А.А. Быстрицкий, Доклад на конференции "MATRIZ Fest 2005". <https://metodolog.ru/00470/00470.html>
6. Мини Алгоритм Выявления Инженерных Задач из производственно-технологической проблемной ситуации - АВИЗ 2006 (ПТ), Г.И. Иванов, А.А. Быстрицкий, Доклад на ТРИЗ Саммит 2007. <https://triz-summit.ru/confer/tds-2007/203814/203836/>
7. Уровни формулирования изобретательских задач и их выбор из производственной ситуации, Журнал ТРИЗ № 7 (3.3.92). «Ангарская Школа ТРИЗ» Г.И. Иванов, А.А. Быстрицкий, В.Н. Никитин, А.Г. Мишанин. [https://r1.nubex.ru/s828-c8b/f2246_5c/7%20Ж-ТРИЗ%203.3.92%20\(в%20процессе\).pdf](https://r1.nubex.ru/s828-c8b/f2246_5c/7%20Ж-ТРИЗ%203.3.92%20(в%20процессе).pdf)
8. Какой алгоритм нужен инженеру. Приложение № 1 к АРИП-2009ПТ, Г.И. Иванов. <https://metodolog.ru/01311/01311.html>
9. Альтшуллер Г., Гаджиев Ч., Фликштейн И. Введение в вепольный анализ. – Баку, ОЛМИ, 1973, 26 с. <http://triz-summit.ru/ru/205253/203840/204767/204769/>
10. Кенгерли Т.А. Перенос технических решений в изобретательском творчестве. Баку: Общественная лаборатория методики изобретательства при ЦС ВОИР Материалы к семинару преподавателей методики изобретательства, 1973, <http://www.metodolog.ru/00635/00635.html>
11. Голдовский Б.И., Вайнерман М.И. Рациональное творчество О направленном поиске новых технических решений. Москва, «Речной транспорт», 1990 г). https://triz-summit.ru/triz/metod/gold/rational_creativity/

Автор для контакта:

Никитин Владимир Николаевич, vantal@mail.ru