

УРОВНИ ФОРМУЛИРОВАНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ И ИХ ВЫБОР ИЗ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИТУАЦИИ.

Г.И.Иванов, А.А.Быстрицкий, В.Н.Никитин, А.Г.Мишанин, Ангарск

Дадим заказчику не то, что он просит, а то что ему действительно необходимо!

Из технического фольклора

Настоящая статья представляет собой предварительные итоги пятилетней с 1986 года работы, посвященной созданию методики постановки задачи, и хотя эта работа еще не завершена, мы решили ознакомить с ней коллег в надежде на то, что и в таком виде она может оказаться полезной и вызвать конструктивную критику, которая нам крайне необходима.

Известно, что в АРИЗ-85 отсутствует так называемая первая часть, которая в ранних модификациях АРИЗ служила выбору задачи из изобретательской ситуации [1]. Эта часть остро необходима, что осознается многими разработчиками, чьи усилия направлены на решение именно этой проблемы [2,6].

Не требует особых доказательств то, что по-настоящему эффективное решение практической задачи возможно получить только тогда, когда будет определено главное звено в цепи нежелательных явлений, но обнаружение этого звена осложнено сложностью взаимосвязей и многоярусностью отношений элементов внутри исследуемой ТС. Процесс решения задачи начинается с поэтапного уточнения задачи, который продолжается вплоть до микроуровня конфликтующих элементов и в последней, окончательной формулировке должно быть четко выражено физическое противоречие, которое зачастую несет в себе готовое решение.

Предлагаемая методика выявления задачи сохраняет логику поэтапного уточнения и переформулирования и требует ответа на следующую серию вопросов:

- "Кто?" степень прямого участия человека в создании сложившейся нежелательной ситуации;
- "Где?" место проявления нежелательной ситуации с опосредованным участием человека (последствия деятельности);
- "Когда?" при каких условиях (в какой момент) в выявленном месте возникает нежелательная ситуация;
- "Что?" суть нежелательной ситуации, какие параметры технической системы (технологии) выходят из нормы, и на что это влияет;
- "Почему?" первично возникновение нежелательной ситуации на

физико-химическом уровне системы;

- "Как?" способ устранения первопричины нежелательной ситуации.

В правильно сформулированном тексте задачи должны содержаться ответы на все эти вопросы.

Процесс решения задачи, т.е. действия, которые должен предпринять решатель, различаются в зависимости от того, к какому из шести уровней постановки принадлежит решаемая задача. Всего мы выделяем шесть уровней постановки задач:

1. Социальный;
2. Социально-производственный;
3. Производственно-технологический;
4. Конструкторский;
5. Исследовательский;
6. Научный

Кратко рассмотрим основные признаки каждого.

1. СОЦИАЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ.

Описание включает в себя проблемы образования, воспитания, планирования, экономики, общей культуры, рекламы, маркетинга и т.п., без упоминания какой-либо конкретной технической системы.

В формулировках социального уровня присутствует ответ только на вопрос "Кто?"

Пример: "Предложите мероприятия по повышению активности инженерно-технических работников в изобретательской и рационализаторской деятельности".

Основной признак социального уровня противоречия (разногласия, конфликты) между группами людей.

На этом уровне сформулировано от 2% до 5% проблем, имеющих в тематических планах предприятий по рационализации и изобретательству.

Как правило, эти задачи требуют социально-экономических действий и в настоящей работе не рассматриваются.

Однако, следует учитывать, что многие задачи социального уровня порождаются нерешенными или неверно решенными техническими проблемами-

ми. Например, забастовка шахтеров как реакция на тяжелый труд и низкий уровень безопасности работ. В этих и подобных случаях целесообразно продолжить уточнение ситуации и перевести ее на социально-производственный уровень. Для этого необходимо получить ответ на вопрос "Где?"

2. СОЦИАЛЬНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ УРОВЕНЬ.

Описанная ситуация включает в себя проблемы (нежелательные явления), порожденные технической деятельностью человека, в частности, вопросы экологии, техники безопасности, качества товара и т.п.

Как правило, в формулировках социально-производственного уровня описывается (фиксируется) лишь место проявления комплексных нежелательных явлений для человека, или окружающей среды, т.е. дается ответ на вопрос "Где?", но при этом технические системы также не указываются или упоминаются в общем виде.

Примеры:

1. "Предложите способ очистки территории завода и прилегающих к нему районов от загрязнения промышленными стоками".

2. "Предложите мероприятия, обеспечивающие безопасные условия труда в цехе термообработки крупногабаритных деталей".

Основной признак социально-производственного уровня противоречия (конфликты) между человеком и результатами его производственной деятельности.

На рассматриваемом уровне находится 10 из 15 проблем, имеющих в математических планах по рационализации и изобретательству. Формулировать технические задачи на этом уровне нецелесообразно, здесь также как и на социальном уровне отсутствует привязка к конкретной ТС, хотя и указываются прямые последствия функционирования.

Социально-производственную ситуацию следует уточнять до производственно-технологического уровня, получив ответы на "Когда?" и "Что?"

3. ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ.

На этом уровне начинается основная работа по выявлению задачи из производственной ситуации.

Описание задачи включает в себя проблемы (нежелательные явления), связанные с выходом технологических, эксплуатационных и физико-химических параметров функционирующей технической системы за пределы норм это аварии, снижение качества, повышение расходов энергии и материалов, вредные последствия и т.д.

В задачах, сформулированных на производственно-технологическом уровне, в основном раскрывается производственный процесс (техноло-

гия) и лишь частично упоминается техническая система или ее часть. В тексте самой задачи должны присутствовать ответы на вопросы: "Где происходит?" желательно указать наиболее точно место первичного проявления нежелательного явления, "КОГДА происходит? при каких условиях?" (указывается момент выполнения конкретной технологической или функциональной операции в системе) и "ЧТО? происходит?" (указывается, какие технологические параметры системы выходят из нормы и на что это влияет)

Как правило, в первичной формулировке задачи производственно-технологического уровня, которую сделал задачеатель, содержатся неточные или неполные ответы на эти вопросы. Это обусловлено тем, что ситуация описывается не в зоне возникновения первопричины нежелательного явления, а в зоне ее последствий. При этом основной упор делается на описание технологических параметров и почти не описываются конструкторские. Кроме того, в такой формулировке часто присутствуют ошибочные рекомендации по устранению нежелательной ситуации, т.е. делается попытка сразу ответить на вопрос "КАК?", хотя еще нет ясного ответа на вопросы "ЧТО ПРОИСХОДИТ?" и "ПОЧЕМУ?"

Однако, в любом случае, главным признаком присутствия производственно-технологического уровня в формулировке задачи является наличие в ней прямых противоречий (конфликтов) между человеком и технической системой (технологией), так называемое административное противоречие.

Примеры:

1. Предложите способ механизированной очистки бетонных лотков для отвода жидких отходов по территории завода.

При забивании лотка осадком, жидкие отходы переливаются через края бортов и загрязняют территорию завода и прилегающие к ней районы. Работа по очистке лотков требует больших затрат рабочей силы и времени.

2. В цехе термообработки, на участке закалки, при опускании в масляную ванну нагретой крупногабаритной детали выделяется большое количество гари и дыма. Предложите способ обеспечения нормальной атмосферы в цехе.

На этом уровне находится более 65% задач, содержащихся в тематических планах по рационализации и изобретательству.

Как уже было отмечено, основным недостатком задачи сформулированной на производственно-технологическом уровне является ошибочное принятие следствия за причину.

В силу этого получаемые решения трудоемкие и неэффективные, что собственно и определяет их наличие в заводских перечнях проблем.

В ответ на вопрос "ПОЧЕМУ?" возможно провести точное обнаружение первичного места возникновения нежелательного явления и элементов,

участвующих в нем, а также анализ взаимосвязей в функционально-технологической цепочке системы и сформулировать ряд новых задач, перевести их на конструкторский, а далее на исследовательский уровень. Лишь после этого возможно использовать решительные механизмы ТРИЗ, для получения ответа на вопрос "КАК?" [1.2.3.]

Более подробно эта работа описана в разделе "Анализ функционально-технологической ситуации с целью выбора задачи", во второй части методики.

В некоторых случаях не требуется столь подробный анализ, так как место возникновения первопричины нежелательного явления обнаруживается достаточно легко. После этого целесообразно перевести задачу на конструкторский уровень, где еще раз должен появиться ответ на вопрос "ЧТО?" но уже не только с технологической точки зрения, но и с конструкторской.

4. КОНСТРУКТОРСКИЙ УРОВЕНЬ.

Описание включает в себя проблемы синтеза новой технической системы или развития существующей.

В тексте задачи дополнительно раскрываются конструктивные особенности эксплуатируемой конкретной технической системы и даются ответы на вопросы "Где?", "Когда?" и "Что?", но уже по отношению к конструктивным элементам рассматриваемой системы.

Если на предыдущем уровне формулировки задачи была допущена ошибка, то и на конструкторском уровне она будет поставлена неверно и содержащиеся в ней ответы будут относиться к другим элементам системы.

Это наиболее распространенный случай в практике анализа производственной ситуации с целью выбора задачи. Рекомендуется вернуться на производственно-технологический уровень и повторить анализ.

При верной формулировке задачи на конструкторском уровне уже возможно применение АРИЗ-85Б или его фрагментов.[1]

Основной признак задачи, сформулированной на конструкторском уровне наличие противоречия между техническими системами или между частями системы, так называемое техническое противоречие.

Пример:

1. Предложите способ предотвращения образования осадка в лотках для отвода жидких отходов по территории завода. Существующая система вибрирования лотков не эффективна, т.к. лотки разрушаются.

2. Существующая система вентилирования закалочной ванны занимает много места, загораживает подходы и ограничивает движение внутрицехового транспорта.

Предложите новый и более эффективный способ вентиляции закалочной ванны, лишенной указанных недостатков.

На конструкторском уровне формулируется около 10% задач, содержащихся в тематических планах по рационализации и изобретательству.

В случае неясно выраженного технического противоречия представленного в формулировке задачи на конструкторском уровне, а это часто случается при модернизации оборудования, выбор задачи осуществляют анализом самой технической системы с позиции полноты ее частей, энергопроводимости [1.2.3.] и опережающего развития рабочего органа [7,8].

При этом следует учитывать, что основное количество нежелательных эффектов сосредотачивается на стыках технических систем или на стыках новых соединений частей системы. Именно там, чаще всего возникают нежелательные явления, порожденные физическими противоречиями, наличие которых в формулировке задачи являются завершающей ступенью ее обработки, после которой следует работа по получению принципиального решения.

Но для выявления физического противоречия требуется, чтобы в тексте задачи был ответ и на вопрос "Почему это происходит?", т.е. выявлены первопричины на уровне физических процессов, происходящих в рассматриваемой зоне.

Поэтому любая задача, сформулированная на конструкторском уровне требует своего дальнейшего уточнения и перевода на исследовательский уровень.

5. ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УРОВЕНЬ.

Описание задачи включает в себя проблемы, связанные с нарушением работоспособности технической системы в силу проявления нежелательных физических явлений, при попытке поднятия ее функциональных возможностей.

Как правило, в задачах исследовательского уровня уже содержатся ответы на вопросы "Где?", "Когда?", "Что?"

Требуется ответить на вопрос "Почему?", а для этого необходимо понять и исследовать происходящие физические процессы в ранее выявленной зоне возникновения нежелательного явления. Необходимо выделить элемент, порождающий нежелательное явление и выяснить противоречия, которые он испытывает по своему физическому состоянию.

На этом этапе задача сформулирована окончательно и для ее решения можно уверенно пользоваться известными инструментами ТРИЗ, стандартами, законами, физикохимическими и геометрическими эффектами [9,10,11].

Основным признаком задачи, сформулированной на исследовательском уровне, является наличие в ней физического противоречия.

На исследовательском уровне сформулировано около 23% задач, имеющих в перечнях заводских проблем.

Пример:

- В лотках во время спуска жидких отходов твердые частицы теряют плавучесть и оседают на дно, забивая лоток. Изменять угол наклона нельзя.

Предложите способ предотвращения образования осадка в лотке.

Как видим, при всей краткости формулировке задачи, она содержит в себе ответы на вопросы "Где?" в лотках, "Когда?" во время спуска отходов, "Что?" частицы теряют плавучесть и тонут.

Остается ответить на вопросы "Почему?" и "Как это предотвратить?"

Исследования физических процессов показывают, что частица теряет плавучесть в силу ее смачивания.

Задача: как предотвратить потерю плавучести частицы? Здесь уже почти готовый ответ. Остается только вспомнить некоторые физические эффекты или полистать справочник. Ответы могут быть следующими: уменьшить смачиваемость частиц (добавить в лоток жировые отходы, которые соберутся вокруг частиц) или восстановить плавучесть частиц (ввести пузырьки газа в воду - барботаж). Возможны и другие пути электрофорез, озвучивание воды и т.п. Главное в формулировке задачи, выполненной на исследовательском уровне, ясно обозначенное физическое противоречие, предъявляемое к частице "смачиваться и не смачиваться", "быть плавучей и не быть плавучей".

Пример 2:

В закалочной ванне в момент погружения раскаленной заготовки происходит самопроизвольное возгорание масла. Как предотвратить горение масла?

Здесь как и в предыдущем примере присутствует физическое противоречие деталь должна касаться масла и не должна. Так же, в тексте задачи есть и ответы на вопросы "Где?" - в закалочной ванне, "Когда?" - в момент погружения заготовки, "Что?" - возгорание масла.

Остается ответить на вопросы "Почему?" и "Как?".

Для ответа на вопрос "Почему?" требуется провести небольшое исследование происходящих физических процессов. Его полное понимание, как правило, может изменить (уточнить) физическое противоречие. В данном случае масло возгорает в виду бурных окислительных процессов, виновником которых является содержащийся в воздухе кислород. Физическое противоречие "кислород должен быть в воздухе и не должен быть", легко преобразуется в задачу "Как вытеснить воздух (кислород) из закалочной ванны?" Решение становится очевидным запустить угле-

кислый газ в ванну, который вытеснит кислород и процесс дымления (горения) резко сократится. Можно добавить в масло определенные вещества, которые при определенной температуре будут разлагаться и выделять газ, подавляющий окислительные процессы. Можно организовать над поверхностью масла пену, изготовленную из нейтральных веществ и т.п.

Любое новое решение оказывает какое-то влияние на систему, в которую оно входит и на системы, из которых она состоит.

Поэтому целесообразно провести анализ изменений и в случае появления нежелательных явлений и сразу же формулировать новую задачу. И так до тех пор, пока в анализируемых системах не исчезнут нежелательные явления, порожденные новым решением.

В случае, если в задаче, сформулированной на исследовательском уровне не удастся выяснить природу происходящих физико-химических процессов, а следовательно, не появится ответ на вопрос "КАК?", задачу переводят на научный уровень.

6. НАУЧНЫЙ УРОВЕНЬ.

Описание задачи включает в себя проблемы приобретения новых знаний о природных физико-химических явлениях.

Основной признак присутствия такой задачи наличие в ее тексте противоречий (несоответствий) между ожидаемым (известным) и получаемым (реальным) результатом при проведении какой-либо физико-химического процесса.

Метод поиска и формирования научных задач в данной работе не рассматривается, но можно отметить, что противоречия, возникающие на этом уровне, смыкаются с социальными противоречиями в системах образования, экономики, культуры и т.д.

Пример:

1. Предложите технологию получения целлюлозы без применения воды. Это позволит исключить промышленные стоки загрязняющие окружающую среду.
2. Предложите процесс закалки (упрочнения) крупногабаритных заготовок без их нагрева и охлаждения в масле.

На научном уровне сформулировано около 12% задач, имеющих в перечнях заводских проблем.

Авторы предполагают, что обозначенные ими уровни возникновения изобретательских задач не являются исчерпывающими и должны существовать их подуровни, классы, группы и т.д., что позволит еще более детально формулировать изобретательские задачи и повышать вероятность их решения.

Итак, подведем предварительные итоги:

Возникающие на производствах задачи подразделяются по уровням их формулирования на социальные, социально-производственные, производственно-технологические, конструкторские, исследовательские и научные.

Каждый из уровней имеет свои признаки, связанные с типом диалектических противоречий, присутствующих в ситуации.

Процесс выбора задачи включает в себя поэтапный перевод формулировки задачи с первичного уровня до исследовательского или научного.

Окончательно сформулированная техническая задача в своем тексте должна нести ответы на вопросы "Где?", "Когда?", "Что?" и "Почему?", при этом желательно, чтобы конкретность этих ответов находилась на микроуровне вещества.

Основным условием для правильного формулирования и выбора технической задачи является проведение анализа функционально-технологической схемы конкретной системы и обнаружения места возникновения первопричины нежелательного явления.