

ProHEAL – о Методологии Школ Изобретателей ГДР

Hans-Gert Gräbe¹, Rainer Thiel²

¹Leipzig University, Leipzig, Germany

²Пенсионер, Storkow, Germany

Версия от 29 июня 2021 года

Аннотация

В данной статье представлены основные концептуальные элементы ProHEAL, версии ТРИЗ, разработанной в 1980-х годах в рамках школ изобретателей ГДР, которая уже в то время разрабатывала также производственно-организационные аспекты технических решений и возникающие технико-экономические противоречия в гораздо более структурированном виде, чем в варианте АРИЗ-85С, до сих пор в большом подсчете в мейнстриме ТРИЗ. Помимо концептуального подхода, представленный теоретический подход интересен и с точки зрения истории идей ТРИЗ, поскольку разработки резко оборвались в 1990 году после объединения Германии и мало известны в ТРИЗ-сообществе.

Ключевые слова: ProHEAL, школы изобретателей ГДР, история идей ТРИЗ.

Abstract

This paper presents the basic conceptual elements of ProHEAL, a version of TRIZ developed in the 1980s within the framework of the GDR inventor schools, which already at that time elaborated on the production-organisational embedding of technical solutions and the resulting technical-economic contradictions in a much more structured way than it is the case in the ARIZ-85C variant still used in the TRIZ mainstream. In addition to the conceptual approach, the explanations are also important in terms of the history of ideas, because the developments came to an abrupt end in 1990 after German unification and are widely unknown in the TRIZ community.

Keywords: ProHEAL, GDR inventor schools, TRIZ history of ideas.

1. Школы изобретателей в ГДР

Школы изобретателей в ГДР в 1980-х годах – важное раннее независимое развитие ТРИЗ за пределами русскоязычного сообщества. В силу специфических условий начала 1980-х годов в контексте большей экономической автономии крупных комбинатов ГДР, с одной стороны, и нарастающих общих экономических проблем, с другой, которые накопились за 15 лет «единства экономической и социальной политики» Хонеккера за счет пренебрежения дальнейшим развитием современных технологических потенциалов [6,7], технико-экономические аспекты уже играли значительную роль в той вариации ТРИЗ. Такие идеи были подхвачены в мейнстриме ТРИЗ более последовательно только 20 лет спустя в новой области *ТРИЗ в бизнесе*.

К сожалению, это наследие мало известно международному ТРИЗ-сообществу. Причиной может быть, что соответствующие материалы [13,14] до сих пор были доступны только на немецком языке и не были переведены на один из двух ведущих языков ТРИЗ – русский или английский.

В контексте проекта WUMM [16] мы начали сканировать и переиздавать ряд исторических материалов, относящихся к этому развитию, и делать их общедоступными [17]. 90-летие Райнера Тиля в сентябре 2020 года стало поводом для переиздания центрального учебного материала KdT [13] 1989 года в аннотированной версии [15], в

котором опыт того времени систематизирован в подробном алгоритмическом варианте ProHEAL (немецкая аббревиатура от *Программа для Разработки Изобретательских Задач и Подходов к их Решению* – сокращенно: *программа по изобретательству*), который по уровню детализации сравним с ARIZ-85С.

В рамках ограниченного объема данной публикации мы опишем центральные концепции ProHEAL – модель путей, версии матрицы ABER на трех проблемных уровнях, а также некомментируемое словесное и графическое представление алгоритма ProHEAL. Пояснения в разделах 3 и 4 следуют [14: часть 2, гл. 4], подробное алгоритмическое представление модели путей ProHEAL в разделе 5 взято из [13] и [15]. [15: гл. 5] содержит подробные объяснения всех 13 шагов модели пути (на немецком языке), которые также доступны в английском переводе в [8].

2. Основы ProHEAL – Краткий Обзор

Отправной точкой влияния ТРИЗ на ProHEAL были немецкие переводы трех публикаций Альтшуллера [1,2,3]. Однако эти идеи упали на уже подготовленную плодотворную почву, с одной стороны, существующей с 1950 года структуры *Заслуженных Изобретателей*, а с другой – *Систематической Эвристики* Йоханнеса Мюллера [10,11], которая пережила короткий, но интенсивный институциональный подъём в начале 1970-х годов, но оказала своё влияние на целое поколение инженеров [9]. Подробности организационного разворачивания школ изобретателей более подробно представлены в [6,7] и, конечно же, в [14].

В силу специфики применения в социально-экономической практике крупных производственных единиц (комбинатов ГДР), ProHEAL в некоторых пунктах существенно отличается от ТРИЗ в доступном в то время варианте Альтшуллера.

Прежде всего, это касается более детальной проработки *технико-экономических противоречий* в конфликте между общественными потребностями и технологическими возможностями. Хотя Альтшуллер также упоминает административные противоречия, они серьезно не рассматриваются в его работах.

Как и в ТРИЗ, в модели путей ProHEAL выделяются три уровня противоречий. На первом уровне из технико-экономических требований разрабатывается *базовый вариант*¹ требуемой системы и выявляются (внешние) *технико-экономические противоречия* (ТЭП). Они либо уже решаются на этом уровне, либо определяется *критическая функциональная область*² базового варианта, в которой сосредоточены проблемы, вызванные ТЭП. На втором уровне, вырабатывается идеальная техническая подсистема *корневого варианта*³ базового варианта в критической функциональной области и выявляются вредные технические эффекты. Они встречаются в этой области во (внутреннем) *технико-технологическом противоречии* (ТПП). Оно тоже может быть либо разрешено, либо найдется *критическая область действия*⁴ корневого варианта, в которой проявляется более глубокое *технико-научное противоречие* (ТНП). Наконец, на третьем уровне противопоставляются идеальный естественный процесс корневого варианта и его вредные последствия в критической области действия.

Решения на втором уровне часто приводят к неожиданным низкотехнологичным изобретениям, которые легко внедрять в производство, – *удивительно простые*

1 Нем.: Basisvariante.

2 Нем.: Kritischer Funktionsbereich der Basisvariante.

3 Нем.: Kernvariante.

4 Нем.: Kritischer Wirkungsbereich der Kernvariante.

решения⁵ или неожиданное действие⁶. Решения на третьем уровне в большинстве случаев являются высокотехнологичными изобретениями, которые должны быть проверены более всесторонне, прежде чем их ввести в производство. Если и на третьем уровне решение не найдётся, требуются серьезные научные исследования, выходящие за рамки возможностей инновационного проекта в предприятии. Формулируется задача, над которой предстоит работать (шаги С6-С9 в алгоритме), но методология её решения лежит за пределами ProHEAL.

3. Проблемные Уровни в Модели Путей ProHEAL

3.1. Уровень Технико-Экономической Проблемы

На этом первом уровне учитываются все определяющие проблему факты, которые связывают социальную потребность как потенциальную общественную проблему и состояние технологии как системы доступных технических средств и процессов как потенциального похода к решению проблемы.

Рассмотрение направлено на потребности людей и процессов и определяется отношением «продукт – товар – цель».

Результатами на этом проблемном уровне являются

- *технико-экономические цели* инновационного проекта,
- *базовый вариант* инновации процесса или продукта, соответствующий технологическим требованиям,
- *критическая функциональная область* в многомерном пространстве оптимизации параметров поведения этого базового варианта,
- то *ТЭП*, препятствующее оптимальному настроению и выложению базового варианта.

Если базовый вариант не может быть оптимизирован с точки зрения технико-экономической цели, мы сталкиваемся с изобретательской проблемой, которая подлежит анализу на следующем уровне, на котором решение ТЭП является целью изобретения.

3.2. Уровень Технико-Технологической Проблемы

На втором уровне рассматриваются все факты, которые влияют на техническую систему базового варианта, ее структуру, функцию, ее поведение и ее непосредственное технологическое окружение.

Рассмотрение имеет объектно-функциональный характер и определяется отношениями «технические средства – действие – противодействие».

Результатами на этом уровне проблемы являются

- *идеальная техническая подсистема*, которая решает ТЭП в критической функциональной области базового варианта,
- *нежелательные эффекты* как не предусмотренное, технически невыгодное влияние идеальной подсистемы на функциональное поведение базового варианта,
- *критическая область действия* в функциональной структуре, где расположено причинно-следственная взаимозависимость идеальной подсистемы и нежелательных эффектов,
- то *ТТП*, которое препятствует устранению или подавлению нежелательного эффекта путем изменения функционального принципа идеальной подсистемы.

5 Нем.: REL – Raffiniert einfache Lösung.

6 Нем.: Überraschende Wirkung.

Если техническая подсистема с *альтернативным* функциональным принципом для критической функциональной области базового варианта может быть найдена без возникновения значительных нежелательных побочных эффектов, то мы получили изобретение как решение ТТП. Благодаря эвристическому подходу оно часто оказывается расположенным в низкотехнологичной области, как *удивительно простое решение*. В лучшем случае оно требует только технического пробного запуска перед продуктивным внедрением.

Если решение проблемы на этом уровне не достигается, то проблемная ситуация может быть сформулирована как изобретательская задача, содержащая ТТП, а также стратегию решения, учитывающую это противоречие. Цель – определить вредные естественные законы в критической области действия функциональной структуры и заменить их альтернативным, известным принципом действия.

3.3. Уровень Техничко-Научных Проблем

На этом третьем уровне учитываются все факты, касающиеся принципа действия, требований к его техническому использованию, а также его теоретических и экспериментальных основ.

Рассмотрение направлено на модели и события и определяется отношениями «поле – фактор – эффект».

Результатами на этом проблемном уровне являются

- *идеальный принцип действия*, решающий ТТП в критической области действия функциональной структуры,
- *вредный естественный закон*, препятствующий техническому внедрению идеального принципа действия,
- *новые технико-конструктивные граничные условия* в критической области действия, которые подавляют действие вредного естественного закона,
- то *ТНП*, которое препятствует развертыванию идеального принципа действия путем изменения технико-конструктивных граничных условий в критической области действия.

Если новый принцип действия может быть технически развернут в необходимых размерах, обеспечивающих выполнение функции в критической области действия, то мы нашли изобретение как решение ТНП. Поскольку речь идет о новой научно-технической территории, решение обычно находится в области высоких технологий. Для его проверки требуются дальнейшие фундаментальные прикладные исследования перед внедрением решения в производство.

Если решение проблемы не может быть найдено таким образом, мы имеем дело с системным ТНП, которое ставит под вопрос развитие и жизнеспособность системы в целом. Стратегия решения в этом случае требует поиска подходящего, пока неизвестного принципа действия или фундаментальной инновации процесса. Обе стратегии решения проблемы обычно выходят за рамки инновационного проекта, который решается в заданные сроки с заданными ресурсами. Поэтому в ProHEAL такие проблемы не подлежали дальнейшему методологическому рассмотрению, поскольку они не решаются путем корректировки существующего процесса базового варианта.

4. Матрицы АВЕР как Стратегический Инструмент в Методологии Изобретательства

Методология изобретательства ProHEAL предлагает набор методических инструментов, который по своим эвристическим прикладным характеристикам включает три

категории инструментов и приёмов:

- *Стратегические инструменты* для планирования целей и путей, для проработки противоречий, которые лежат в корне проблемы на каждом уровне, и поиска стратегий решения для преодоления этих противоречий. Эти инструменты различаются на трех уровнях рассмотрения проблемы и являются специфическими для изобретательского метода.
- *Тактические инструменты* для сбора и обработки информации, производства вариантов решений и их оценки в соответствии с заданными стратегиями.
- *Методы стимулирования творчества* для активизации и усиления интуиции, воображения, свободного мышления и способности к абстрагированию, ассоциированию и латеральному мышлению.

Тактические инструменты и методы стимулирования творчества не имеют изобретательской методической специфики. Их можно использовать одинаково на всех трех проблемных уровнях. Выбор определяется исключительно эвристической спецификой соответствующей рабочей ситуации и связанной с ней деятельности.

4.1. Матрица Целевых Параметров (Матрица АВЕР(1)) на Первом Проблемном Уровне

Матрица целевых параметров⁷ используется для систематической сборки

- требований (**A**nforderungen),
- условий (**B**edingungen),
- ожиданий (**E**rwartungen) и
- ограничений (**R**estriktionen),

которые влияют на проектируемую техническую систему с точки зрения

- функциональности,
- рентабельность,
- управляемости и
- полезности.

	Функциональность	Рентабельность	Управляемость	Полезность
А: Требования				
В: Условия				
Е: Ожидания				
Р: Ограничения				

Потребность в инновациях, явно или неявно выраженная в *технико-экономической проблемной ситуации*, возникающей, например, в результате повышения требований, изменения условий, новых ожиданий или ограничений в отношении производства, распространения, использования, износа или выведения из эксплуатации технической системы.

Матрица АВЕР(1) имеет 16 ячеек и содержит по меньшей мере столько же целевых параметров. Таким образом, она служит для систематического обследования вопросов о фактической необходимости действий, о цели действий и проектной идее, на которой основан инновационный проект, и преобразует их в технико-экономические системные свойства технического продукта или услуги с прямой ссылкой на соответствующие целевые параметры.

⁷ Нем.: Zielgrößenmatrix.

Для выявления отрицательных обратных связей в матрицах ABER на различных уровнях и, таким образом, противоречий в постановке задачи используются вариации целевых параметров. Например, повышение функциональных требований может привести к увеличению затрат и, таким образом, негативно повлияет на рентабельность. Таким образом, путём вариации целевых параметров в матрице ABER(1) можно извлечь ТЭП.

Работа с матрицей ABER(1) также включает *анализ процессов*, выходящий за рамки явно формулируемой цели проекта. В результате этого анализа техническая система с ее главной функцией *разграничивается* в смысле «черного ящика» и определяется в достаточной степени ее интерфейс в более широком контексте. Важно, чтобы ни один процесс не был пропущен, чтобы уловить скрытые факты, которые не упоминаются в целях проекта и поэтому не прямо видны, но могут вызвать дополнительные проблемы.

Это уже может привести к более точному определению целей и к изменению идеи проекта, что может быть решающим для последующего изобретения. В конечном счете, цель матрицы ABER(1) – предусмотреть все возможные «да, но», которые могут быть противопоставлены изобретению, когда дело дойдет до запуска его в производство и вывода на рынок.

Эвристической целью дальнейшей работы с матрицей ABER(1) является, прежде всего, выяснение того технико-экономического параметра, который служит *ведущим параметром*⁸ для достижения цели проекта, если вариировать его как независимую переменную, и вариационное поведение системы целевых параметров⁹ в целом. При подробном анализе отношения целевых показателей важно определить целостную картину системной, технико-экономической проблемной ситуации, вытекающей из этой вариации параметров.

Технико-экономическая проблемная ситуация в основном проявляется в том, что вариация ведущего параметра ухудшает другие, высокоранговые целевые параметры в недопустимой степени или не могут быть соблюдены данные предельные значения.

Решается ли эта проблема в рамках профессионального проектирования и масштабирования или выходит ли она за системные пределы оптимизации параметров, т.е. необходима инновация в смысле решения ТЭП, можно, конечно, определить только на основе конкретной технической системы. Это может быть пригодная с точки зрения требуемой общей функции техническая система (*эталонный вариант*¹⁰) или система, составленная из компонентов известного и коммерчески доступного уровня техники (*базовый вариант*). Преимуществом эталонного варианта является наличие алгоритмов оптимизации, а также опыта в производстве и эксплуатации. Поэтому вероятность ошибки относительно мала. Но потенциал для противоречий высок, так как система в целом может быть устаревшей. В случае с базовым вариантом все наоборот. Решение обычно принимается в пользу базового варианта со сбалансированным соотношением потенциала ошибки и противоречия.

4.2 Матрица Критических Функций (Матрица ABER(2)) на Втором Проблемном Уровне

Матрица Критических Функций¹¹ служит для систематического разграничения *критической функциональной области* и определения цели технико-технологической

8 Нем.: Führungsgröße.

9 Нем.: Zielgrößenparameter.

10 Нем.: Referenzvariante.

11 Нем.: Kritische Funktionsmatrix.

инновационной инновации в виде *идеальной подсистемы базового варианта* путем выяснения существующих

- функциональных требований (А),
- условий реализации и производства (В),
- технологических влияний ($E = \text{Einfluss}$),
- ограничений через естественно-научные законы и их выполнение (R)

по отношению к элементарным компонентам подсистемы:

- *операнд* (объект, на который воздействуют),
- *операция* (способ воздействия)
- *оператор* (инструмент воздействия),
- *встречная операция* (способ встречного действия в смысле создания равновесия которое реализует функцию) и
- *встечный оператор* (средство стабилизации функции).

Это приводит к определению технико-научных потребностей к решению с точки зрения новых функциональных требований, других условий проектирования и производства, изменившихся технологических влияний или других видов естественно-научных ограничений на функциональную реализацию, которые должны быть учтены и для которых на существующем уровне техники не известны ни подходящие средства и эффекты, ни технические механизмы, выполняющие эту функцию.

Работа с матрицей ABER(2) основана на *функционально-структурном анализе* системы в целом, чтобы разграничить критическую функциональную область и определить условия взаимодействия системы с идеальной подсистемой как в структурном, так и в функциональном смысле. Это делает прозрачными и управляемыми взаимосвязи, которые связаны с нежелательным эффектом в функциональном поведении идеальной подсистемы.

Матрица ABER(2) имеет 20 ячеек и по крайней мере столько же функциональных или структурных параметров для идеальной подсистемы. При ее составлении уточняется *необходимость инноваций* и её *технико-технологическая цель*. В то же время инновационная идея уточняется как новый функциональный принцип идеальной подсистемы. Исследования надо распространять не только на идеальную подсистему, но и на ее взаимосвязи с технической системой в целом. Это фиксируется в определении условий реализации и технологических влияний в матрице ABER(2).

Работа с матрицей ABER(2) направлена не только на поиск свободной от противоречий идеи изобретательского решения для идеальной подсистемы. Результатом также может быть формулировка *ТТП*, препятствующего такому решению на основе известных принципов работы. В этом случае найдены противоречивые структурные и функциональные параметры в критической области действия идеальной подсистемы, на основе которых может быть сформирована стратегия решения, ориентированная на новый принцип действия.

4.3 Матрица Поля Действия (Матрица ABER(3)) на Третьем Проблемном Уровне

В основе Матрицы Поля Действия¹² лежит научно-математическая модель и основанная на ней рабочая гипотеза о процессах в критической области действия идеальной подсистемы. Она служит для систематического установления

- требований (А),
- условий (В),
- знаний ($E = \text{Erkenntnisse}$),

12 Нем.: Wirkfeldmatrix.

- ограничений (R)

по отношению к разным эффектам действия как

- технически пригодные эффекты,
- технологически контролируемые побочные и сопутствующие эффекты,
- конструктивно необходимые встречные и направляющие эффекты в функциональной структуре идеальной подсистемы,

а также для проработки причинно-следственных связей между этими параметрами воздействия.

Необходимость прикладных научных исследований следует из ранее нереализованных требований к эффективности и результативности, совершенно новых условий использования, еще не имеющих научного обоснования или этических и экологических ограничений.

Матрица поля действия имеет 12 ячеек и по крайней мере столько же операционных параметров, чтобы перевести проблему и цель решения с технического уровня на уровень естественнонаучного наблюдения и представления.

Теперь цель решения – это новый функциональный принцип в соответствии со стратегией решения и принципом действия. Таким образом, цель решения больше не ориентирована непосредственно на изобретение, а в первую очередь на приобретение научных знаний, которые открывают новое пространство для изобретательского мышления.

Матрица поля действия также служит для критического осмысления изобретательских идей и потребностей в технико-научных решениях с точки зрения естественнонаучных ограничений. Это может привести к новому взгляду на проблему и новой изобретательской идее, которая больше не приводит к нежелательному эффекту и поэтому свободна от противоречий в технико-технологическом смысле.

Для критического, ориентированного на решение вопроса изобретательской идеи с этой научной точки зрения может быть применен вепольный анализ. В рамках ProHEAL он был развит от более феноменологического до аналитического инструмента для создания модулей решений, связанных с научными эффектами.

Для этого была разработана система научных эффектов в различных формах, даже в виде компьютерной программы, которая могла использоваться для поиска подходящих вариантов решений или модулей решений, начиная с меню, ориентированного на проблемы и противоречия. Также в школах изобретателей использовалась монография Манфреда фон Арденне [4] о научных эффектах.

5. ProHEAL – Алгоритм

Далее мы воспроизводим русский перевод алгоритмического представления модели путей ProHEAL из [15]. Цифры в скобках относятся к подробной версии алгоритма в [15: гл. 3] (30 печатных страниц). Детальное изложение вышло бы далеко за рамки данной работы, поэтому мы отсылаем заинтересованного читателя к этой (немецкой) публикации. См. также диаграммное представление модели пути в приложении.

А. Техничко-Экономическая Часть

Цель: Критика состояния дел с технико-экономической точки зрения. Определить соответствующие целевые и контрольные параметры.

- (A1) Определить общественную потребность в соответствии с оперативными задачами предприятия.
 - (A1a) Определить общую общественную потребность. (1.3), (1.6)
 - (A1b) Определить специальную общественную потребность. (1.1), (1.2), (1.4)
- (A2) Найти ABER(1) (1.4), (1.6), (1.7)
- (A3) Определить необходимые свойства использования (1.4), (1.5)
- (A4) Определить компоненты целевых параметров (1.8), (1.9), (1.10)
- (A5) Выбирать технико-технологический принцип действия (2.1)
- (A6) Определить базовый вариант технической системы, исходя из уровня техники (2.2), (2.3), (2.4)
- (A7) Сформулировать технико-экономическую цель (2.5), (4.3b)
- (A8) Анализ технической системы как «черный ящик» (2.6), (2.7), (2.8), (2.9), (2.10), (2.11), (2.14), (2.15), (3.4)
- (A9) Разграничить технико-экономическую область действия (2.12), (2.13), (3.1), (3.2), (3.3)
- (A10) Определить ведущий параметр (2.5f), (4.1)
- (E1) **Решать:** Правильно ли разграничена техническая система? (4.2), (3.4)
 - **Да:** Перейти к (E2)
 - **Нет:** вернуться к (A8)
- (E2) **Решать:** Возможно ли решение через оптимизацию? (2.9), (2.14), (2.15)
 - **Да:** Выработать оптимизационное решение → **СТОП**
 - **Нет:** Перейдите к (A11)
- (A11) Найти и сформулировать ТЭП, определяющий проблему (4.2), (4.3), (4.4)
- (E3) **Решать:** Является проблема случаем «деловой слепоты»?
 - **Да:** вернуться к (E2)
 - **Нет:** Переходить к части В.
 - **Неизвестно:** вернуться к (A5)

В. Техничко-Технологическая Часть

Цель: Критика состояния техники с технико-технологической точки зрения. Определить решающие функциональные параметры.

- (B1) Найти и сформулировать нежелательный эффект (2.10), (2.11), (2.15c), (2.15e), (5.1), (5.4)
- (B2) Разграничить критическую функциональную область в структуре технической системы (2.8), (2.15c), (2.15d) (3.4), (5.2), (5.3)
- (B3) Набросить идеальную подсистему для корневого варианта (в критической функциональной области технической системы) (6.1)

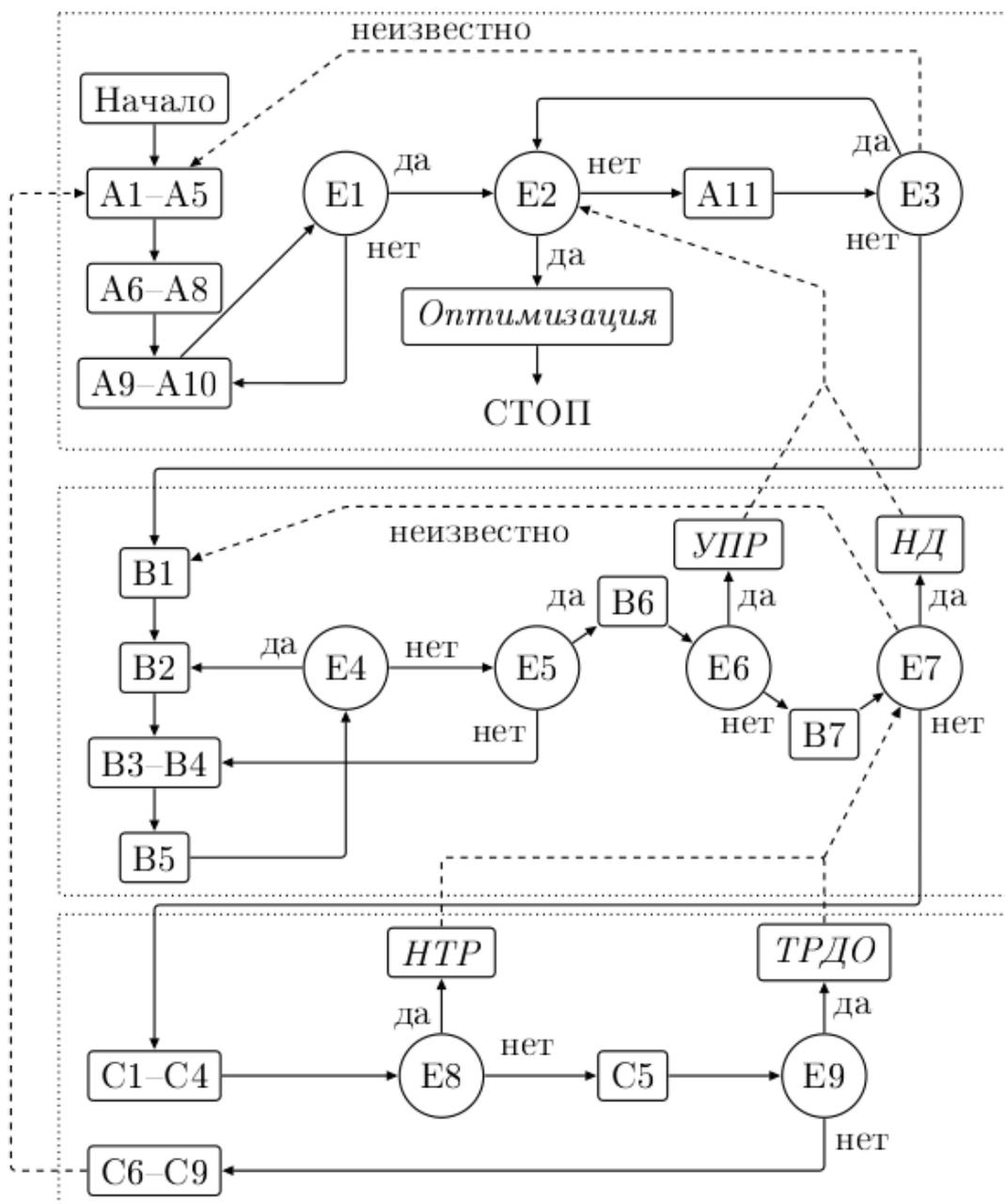
- (B4) Разработать необходимые технические требования АВЕР(2) для идеальной концепции (6.2)
- (B5) Концептуальная модификация технической системы в отношении требуемых функциональных свойств вне критической функциональной области в соответствии с идеальной подсистемы по АВЕР (6.3), (6.4)
- (E4) **Решать:** Вновь возникает ли вредный технический эффект? (6.5)
 - **Да:** вернуться к (B2)
 - **Нет:** перейти к (E5)
- (E5) **Решать:** Достаточно ли определены АВЕР? (6.2a)
 - **Да:** Перейти к (B6)
 - **Нет:** вернуться к (B4)
- (B6) Извлекать идеального конечного результата (6.4)
- (E6) **Решать:** Является ли идеальный конечный результат осуществимым, если его сопоставить с АВЕР? (6.2a), (9.5)
 - **Да:** Найден неожиданный выход на удивительно простое решение (6.5). Вернуться к (E2).
 - **Нет:** Перейдите к (B7)
- (B7) Найти и сформулировать ТТП (6.2d), (7)
- (E7) **Решать:** Является ли это предрассудком профессионального мира? (6.2a), (9.5)
 - **Да:** Переход к устранению ТТП с неожиданным эффектом (6.2a), (9.5). Вернуться к (E2).
 - **Нет:** Перейти к части С
 - **Неизвестно:** Вернуться к (B1)

С. Научно-Техническая Часть

Цель: Критика состояния техники с технико-научной точки зрения. Определение решающего параметра действия.

- (C1) Вывести технико-научную причину вредного технического эффекта из АВЕР(3) (8.1a).
- (C2) Найти критическую область действия в технической системе (2.8)
- (C3) Смоделировать критическую область действия.
- (C4) Сформулировать запрос на поиск в базе данных научных эффектов для реализации АВЕР в соответствии с идеальным конечным результатом (идеальный научный эффект) (8.3)
- (E8) **Решать:** Существует ли подходящий научный эффект?
 - **Да:** Рассмотреть его как основу для новых технических подходов. Вернуться к (E6).
 - **Нет:** Перейти к (C5)
- (C5) Сформулировать технико-научное противоречие (8.1b), (10.1)
- (E9) **Решать:** Является ли это вопросом слепоты в профессиональном мире? (8.2), (10.1)
 - **Да:** Рассмотреть технические подходы из чужой области. Вернуться к (E2).
 - **Нет:** Перейти к (C6)
 - **Неизвестно:** вернуться к (C1)
- (C6) Найти подходящие стратегии решения в технической системе для преодоления ТНП (8.2), (9.1), (9.2), (9.4a), (10.2)
- (C7) Сформулировать задачу изобретения с целью радикального обновления структуры технической системы (9.4b)
- (C8) Найти подходящие принципы решения для решения проблемы изобретательской задачи (9.3), (9.4a)
- (C9) Поиск принципиально новых подходов к решениям (создание нового поколения технической системы) (10.2) → Вернуться к (A5)

D. Диаграммное представление алгоритмической структуры ProHEAL



Список сокращений

- УПР Удивительно Простое Решение
- НД Неожиданное Действие
- НТР Новое Техническое Решение
- ТРДО Техническое Решение из Другой Области

Список литературы

1. Альтшуллер, Г.С.: Erfinden – (k)ein Problem? Berlin (1973). Оригинал: Алгоритм Изобретения. Москва (1969).
2. Альтшуллер, Г.С., Селюцкий, А.Б.: Flügel für Ikarus. Leipzig (1983). Оригинал: Крылья для Икара. Москва (1983).
3. Альтшуллер, Г.С.: Erfinden. Wege zur Lösung technischer Probleme. Berlin (1986). Творчество как точная наука. Москва (1979).
4. von Ardenne, M., Musiol, G., Reball, S.: Effekte der Physik und ihre Anwendungen. Berlin (1989).
5. Cavallucci, D., Lutz, P., Thiebaud, F.: Intuitive Design Method (IDM): A new framework for design method integration. Journal for Manufacturing Science and Production, 3(2-4), pp. 95-102 (2000). <https://doi.org/10.1515/IJMSP.2000.3.2-4.95>
6. Gräbe, H.-G.: Наследие Движения Школ Изобретателей в ГДР и Развитие ТРИЗ. Онлайн-материалы ТРИЗ Саммита, Минск (2019).
7. Gräbe, H.-G.: The Contribution to TRIZ by the Inventor Schools in the GDR. Proceedings of the 15th MATRIZ TRIZFest, pp 346-352 (2019).
8. Gräbe, H.-G., Thiel, R.: ProHEAL Basics – Extended Version. Manuscript (2021). <https://wumm-project.github.io/GDR-InventorSchools/ProHEAL-en.pdf>
9. Koch, P., Stanke, K.: 50 Jahre Systematische Heuristik. (50 лет систематической эвристики). Rohrbacher Manuskripte, Heft 23. LIFIS, Berlin (2021).
10. Müller, J., Koch, P. et al.: Programmbibliothek zur systematischen Heuristik für Naturwissenschaftler und Ingenieure. (Библиотека программ для систематической эвристики для научных работников и инженеров. ученые и инженеры) In: Wissenschaftliche Abhandlungen des Zentralinstituts für Schweißtechnik Halle, Band 97-99, Halle (1973).
11. Müller, J.: Arbeitsmethoden der Technikwissenschaften. Systematik, Heuristik, Kreativität. (Методы работы в инженерных науках. Систематика, эвристика, творчество.) Springer, Berlin (1990).
12. Петров, В.П.: Законы и закономерности развития систем. Книга в 4-х т. Москва (2020).
13. Rindfleisch, H.-J., Thiel, R., Zadek, G.: KDT-Erfinderschule, Lehrbrief 2: Erfindungsmethodische Arbeitsmittel. Lehrmaterial zur Erfindungsmethode. (Школа изобретателей KDT, учебное письмо 2: метод изобретения рабочие материалы. Учебный материал по методу изобретения.) Berlin (1989).
14. Rindfleisch, H.-J., Thiel, R.: Erfinderschulen in der DDR. (Школы изобретателей в ГДР). Berlin (1994).
15. Thiel, R.: Dialektik, TRIZ und ProHEAL. (Диалектика, ТРИЗ и ProHEAL). Rohrbacher Manuskripte, Heft 21. LIFIS, Berlin (2020).
16. WUMM-Project. Github pages at <https://wumm-project.github.io/>
17. WUMM-Project. Материалы о школах изобретателей ГДР в 1980-х годах. <https://wumm-project.github.io/GIS>

Автор для контакта: Hans-Gert Gräbe, graebe@informatik.uni-leipzig.de