

Простой АРИЗ

(после модели задачи)

Крячко В. Б.

Аннотация

Рассматриваются 2 и 3 части АРИЗ-85-В с целью поделиться опытом традиционного подхода к обучению АРИЗ, сложившегося в МУНТТР. Методика демонстрируется известным примером Г.С.Альтшуллера, но анализ проводится параллельно по обоим конфликтам. Приводится малоизвестное решение известной задачи в варианте максизадачи.

Впервые опубликовано в[5].

В предыдущей статье указанная в заглавии тема излагалась в рамках 1 части АРИЗ-85-В. Это принципиально основывалось на том, что важнее первой части в АРИЗ нет ничего. Здесь все основы будущих подходов к анализу и синтезу решаемой задачи. Но рецензент В.В.Митрофанов рекомендовал не оставлять незаконченных разборов задач, как было в примере, использованном для иллюстрации «простоты» АРИЗ. Чтобы не спорить зря, автор согласился на продолжение темы. В этой статье придётся, как минимум, изложить 2 и 3 части «простого АРИЗ».

Ресурсы

Уже было сказано, что работа с ресурсами не является проблемой для большинства пользователей ТРИЗ, в том числе и для учителей. Для детей поиск решения с использованием ресурсов — наиболее простой способ получения идеи.

Первые попытки использования ресурсов неявно появились в момент зарождения ТРИЗ (раньше теория вместе с алгоритмом имела общее название АРИЗ), поэтому точнее «в момент зарождения АРИЗ». Одновременно и параллельно появлялись методы РТВ (развития творческого воображения). Одним из первых, предложенных Альтшуллером Г.С., методов РТВ был, так называемый, метод РВС (размер, время, стоимость). Суть его — в проведении серии мысленных экспериментов, позволяющих «размыть» первоначальное представление о системе, увидеть её как бы в тумане — мягкой нечёткой, изменяемой. [1, с.248] Для того, чтобы «раскачать» воображение, и тем самым подготовить психику решателя задачи к восприятию собственных неожиданных идей рекомендуется усовершенствуемый объект (чаще — инструмент) увеличивать в размерах (Р), затем уменьшать до получения качественно новых представлений о работе объекта. Аналогично увеличивается, затем уменьшается время процесса (В), а затем стоимость (С). Если стоимость в пределе должна быть равна нулю, это можно обеспечить только некими бесплатными помощниками — ресурсами. В дальнейшем требования к ресурсам уточнялись. Ресурсы должны быть не только бесплатными, но и готовыми к применению (чтобы их не надо

было предварительно обрабатывать), присутствовать в достаточном количестве, и (вот, парадокс!) быть вредными.

Основные определения

ОПЕРАТИВНАЯ ЗОНА (ОЗ) — имеющийся пространственный ресурс — пространство, в пределах которого возникает конфликт, указанный в модели задачи.

ОПЕРАТИВНОЕ ВРЕМЯ (ОВ) — имеющийся ресурс времени.

РЕСУРСЫ — вещественные, функциональные и другие возможности, которые могут быть использованы для решения задачи.

ВЕЩЕСТВЕННО-ПОЛЕВЫЕ РЕСУРСЫ (ВПР) — это вещества и поля, которые уже имеются или могут быть получены по условиям задачи: внутри системы — изделие и инструмент, вне системы — внешняя среда для конкретных условий, в надсистеме — отходы и копеечные ресурсы.

Правила (по Г.С.Альтшуллеру) [1, с. 332]

1. При решении минизадачи желательно получать результат при минимальном использовании ВПР. Поэтому целесообразно использовать в первую очередь внутрисистемные ВПР (инструмент или изделие). Лучше изменять инструмент, который является главным ресурсом системы.

Как известно, изделие — неизменяемый элемент. Поэтому изделие нецелесообразно менять при решении мини-задачи.

2. Но иногда изделие может:

a) изменяться само;

b) допускать расходование (т.е. изменение) какой-то части, когда изделия в целом неограниченно много (например, вода в реке, ветер...);

c) допускать переход в надсистему (кирпич не меняется, меняется кладка);

d) допускать использование микроуровневых структур;

e) допускать соединение с пустотой;

f) допускать изменение на время.

Таким образом, изделие входит в ВПР в тех редких случаях, когда его удаётся легко менять, не меняя.

3. При решении максизадачи целесообразно задействовать максимум различных ВПР.

4. Если использование ресурсов для решения задачи окажется недостаточным, можно привлечь другие вещества и поля.

К этому хочется добавить личное мнение автора статьи: ОЗ и ОВ — тоже вещественно-полевые ресурсы. Оперативная зона на рисунке является схемой, изображением веществ, входящих в систему и ближайших к ним. Время можно условно назвать «полевым» ресурсом: оно изменяется в процессе взаимодействия объектов. Кроме того, время само по себе входит как параметр во многие известные поля.

Задача. Опухоль

Для уничтожения злокачественной опухоли её облучают жёсткими лучами. Сильный луч хорошо уничтожает опухоль, но повреждает здоровую ткань. Ослабленный луч не уничтожит опухоль. Как быть?

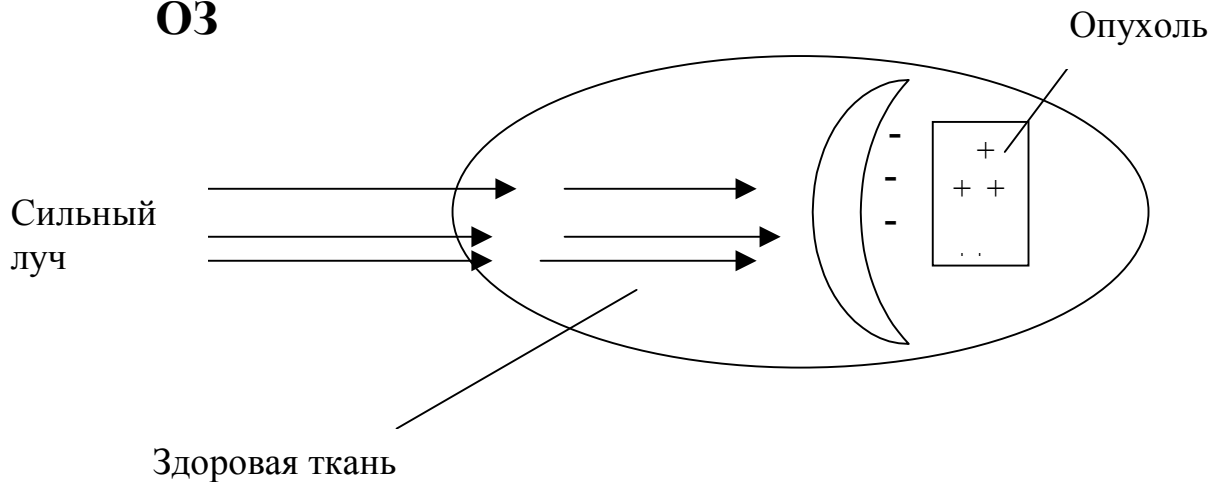
Анализ модели задачи (2 часть АРИЗ-85-В)

Модель задачи, полученная для первого технического противоречия (ТП-1) [4,с.77]:

Дано: Сильный луч, опухоль, здоровая ткань. Если луч станет ещё сильнее, то опухоль будет гарантировано уничтожена. Но повреждение здоровой ткани будет необратимым.

Найти ХЭ, предотвращающий повреждение здоровой ткани, но не мешающей сильному лучу уничтожать опухоль.

ОЗ



Оперативная зона охватывает и опухоль, где воздействие сильного луча **положительно**, и здоровую ткань, где воздействие сильного луча **отрицательно**.

ОВ = Т1+Т2+Т3

Т1- время до облучения.

Т2 — время в процессе облучения.

Т3 — время после облучения.

Не смотря на то, что эта часть аналитическая (2 часть АРИЗ-85-В), можно пофантазировать на предмет, а что можно было бы сделать в момент Т1, Т2 или Т3. **ДО** облучения можно попытаться применить все известные принципы предварительного исполнения: №№ 9,10,11. [2] **В** процессе облучения использовать сделанные находки. Тогда **ПОСЛЕ** облучения не будет осложнений.

ВПР

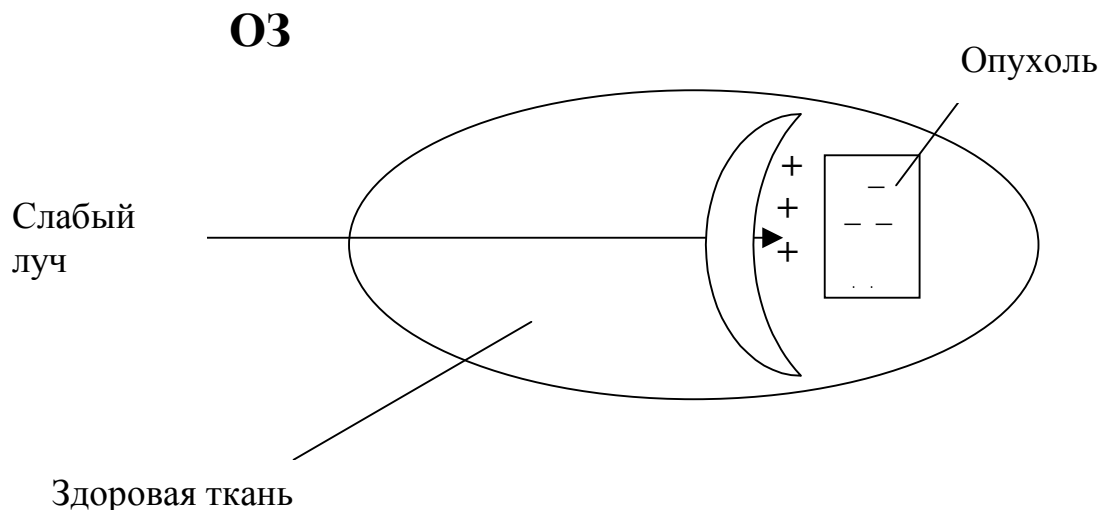
Ресурсы	В	П
Система: инструмент		Луч
изделие	Опухоль, зд. ткань	
Внешнесистемные	Вода, воздух	Фоновые поля
Надсистемные	Альтернативные системы	

Поскольку решается минизадача, предпочтительно использовать инструмент — луч. Луч рассматривается как **главный ресурс**. Будем в дальнейшем изменять именно луч.

Модель задачи, полученная для максизадачи (ТП-2) [4, с.77]:

Даны: Слабый луч, опухоль, здоровая ткань. Если луч стал ещё слабее, то опухоль не уничтожится, но зато здоровая ткань не будет повреждена.

Найти ХЭ, обеспечивающий уничтожение опухоли, сохраняющий достоинство слабого луча не повреждать здоровую ткань.



Оперативная зона охватывает здоровую ткань, где воздействие слабого луча **положительно** (не повреждает), и опухоль, где воздействие слабого луча **отрицательно** (не уничтожает).

$$OB = T1+T2+T3$$

T1 , T2, T3 — время **до**, **в** процессе и **после** облучения. Аналогично предыдущему анализу **до** облучения можно предпринять какие-то шаги, например,

применить химиотерапию, чтобы позже **в** процессе облучения слабый луч справился с задачей, тогда **после** облучения не будет проблем.

ВПР

Ресурсы	В	П
Система: инструмент		Слабый луч
изделие	Опухоль, зд. ткань	
Внешнесистемные	Воздух	Фоновые поля
Надсистемные	Лекарства	

Поскольку слабый луч не справляется с уничтожением опухоли, ему нужен помощник –ХЭ. Нахождение конкретного ХЭ будет предметом изобретения. Возможно, он будет найден в надсистеме (лекарственные препараты).

Выполнены три шага 2 части АРИЗ-85-В:

- 2.1 ОЗ
- 2.1 ОВ
- 2.2 ВПР

Можно было бы на этом закончить вторую часть и перейти к третьей части АРИЗ. НО есть ещё один интересный подход, который может помочь выйти в область сильных решений уже во второй части АРИЗ. Этот подход более 10 лет используется на техническом факультете МУНТТР.

При рассмотрении ОЗ и ОВ требуется определить, находятся ли полезные и вредные взаимодействия в одной зоне, либо они разнесены. Если они разнесены, то противоречия разрешаются разделением в пространстве или во времени, если они находятся в одной области, то проблема более сложна и, как правило, поддаётся только «системным переходам» (в НС, в ПС, отказом от системы или переходом к антисистеме), если они «соприкасаются», то используется группа приёмов, рекомендующих изменение физико-химических параметров системы. Разбивка приемов разрешения технических противоречий на эти характерные группы и проведение параллели между приёмами разрешения ТП и ФП подробно изложена в работе [2, с.14].

В нашем случае видно на схеме ОЗ, что полезные и вредные взаимодействия **разнесены**, т. е. задача должна поддаваться приёмам группы **разделения в пространстве**. Во времени процессы уничтожения опухоли и повреждения здоровых тканей совпадают. Поэтому приёмы разделения во времени не должны быть использованы. Зато вся серия **системных переходов** в нашем распоряжении.

Определение ИКР и ФП (3 часть АРИЗ-85-В)

Определения:

ОБЩИЙ СМЫСЛ ЛЮБЫХ ФОРМУЛИРОВОК ИКР: приобретение полезного качества (или устранение вредного) не должно сопровождаться ухудшением других качеств (или появлением вредного качества). В таком ключе мы уже определяли ИКР как совместное выполнение главной и дополнительной функций системы:

ИКР = (Г, Д),

Где Г- главная функция, а Д — дополнительная.

Это утверждение изображалось условной схемой «Рот» [4, с. 76].

ИКР-1 — ИКР для ХЭ.

УИКР — ИКР для ВПР.

ИКР-2 — ИКР для ВПР в оперативной зоне, где ресурс САМ обеспечивает выполнение ФП.

ФИЗИЧЕСКОЕ ПРОТИВОРЕЧИЕ — ФП — это противоположные требования к физическому состоянию оперативной зоны.

Ранее в работе [3, с. 20] Мы предлагали «детский» вариант определения ФП, не использующий понятий «оперативная зона» и «состояния инструмента»:

ФИЗИЧЕСКОЕ ПРОТИВОРЕЧИЕ — это противоположные требования к свойствам инструмента или ХЭ. (Не забудем, что инструмент — главный ресурс, остальные ресурсы вспомогательные).

В рамках темы («Простой АРИЗ») необходимо определить только ФП, т.к. ИКР уже определён в 1 части (схема «Рот»). Надо только не забывать о ресурсах и иметь в виду, что ИКР для ресурсов ближе к идеалу, чем ИКР для ХЭ. Поэтому пока не исчерпаны возможности ресурсов, не следует вводить какие либо икс-элементы.

Первичный учебный анализ

ТП-1

1. Какой недостаток необходимо устранить? — **ПОВРЕЖДЕНИЕ** здоровых тканей.

2. Какое свойство необходимо для этого лучу? — **СЛАБЫЙ**.

3. Какое противоположное ему свойство? — **СИЛЬНЫЙ**.

4. Для чего нужно это противоположное свойство лучу? — **Чтобы УНИЧТОЖИТЬ ОПУХОЛЬ**.

5. **ФП:** *Чтобы предотвратить повреждение здоровых тканей, необходимо, чтобы луч был слабым в зоне здоровых тканей, но луч должен быть сильным в области опухоли для того, чтобы уничтожить опухоль.*

Обращаем внимание, что ключевые слова, обозначающие свойство и анти-свойство в ФП совпали с состояниями инструмента в схеме «Глазки»: сильный — слабый. Это не совпадение. Всегда, когда решение удаётся выполнить, из-

меня сам инструмент (а не ХЭ), ключевые слова ФП совпадают с состояниями инструмента. Это может быть подсказкой при поиске физпротиворечия.

ТП-2

1. Какой недостаток необходимо устранить? — УНИЧТОЖИТЬ опухоль.

2. Какое свойство необходимо для этого икс-элементу (ведь луч так слаб, что его, как бы нет)? — УСИЛИВАТЬ СЛАБОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ЛУЧА.

3. Какое противоположное ему свойство? — НЕ УСИЛИВАТЬ ЛУЧА (БЫТЬ НЕЙТРАЛЬНЫМ) .

4. Для чего нужно это противоположное свойство? — Чтобы НЕ ПОВРЕЖДАТЬ ЗДОРОВУЮ ТКАНЬ.

5. **ФП:** Для того, чтобы уничтожить опухоль в зоне опухоли нужен ХЭ, усиливающий воздействие слабого луча. Усиливающий ХЭ не нужен в зоне здоровых тканей, чтобы не повредить здоровую ткань.

Физические противоречия для максизадачи (для ТП-2) формулировать трудно. АРИЗ первоначально разрабатывался только для минизадачи (для ТП-1). А задачи на предложение нового принципа действия назывались «вепольными». (Дан один элемент- изделие, надо что-то с ним сделать, старый принцип или инструмент никуда не годится. Решалась задача на достройку веполя). Здесь, пожалуй, тоже задача на достройку веполя: дано изделие и плохой инструмент (вещество и поле), надо ввести третий элемент. По правилам вепольного анализа это — вещество.

Можно предложить опорную схему для составления физического противоречия.

Чтобы обеспечить Д (в ОЗ и ОВ) необходимо свойство С.

И необходимо свойство –С, чтобы обеспечить Г.

Без лишних слов:

Г.С. Альтшуллер ввёл понятие ФП на микро-уровне (или просто микро-ФП): это противоречие для частиц (вещества или поля). Выполняются аналогичные логические операции:

Чтобы обеспечить свойство С (в ОЗ и ОВ) необходимо, чтобы частицы обладали свойством (мС). И необходимо, чтобы частицы обладали свойством (-мС), Чтобы обеспечить свойство (-С).

Без лишних слов:

Для нашего примера для мини-задачи:

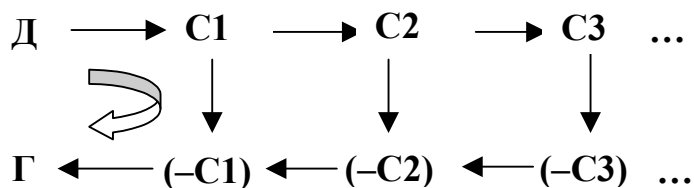
мФП: Чтобы луч был слабым в нём должно быть *мало* «лучевых частиц». «Лучевых частиц» должно быть *много*, чтобы луч был сильным.

Для макси-задачи:

мФП: Чтобы усилить слабый луч в зоне опухоли в ОВ *должны быть* «усиливающие» частицы. *Не должно быть* «усиливающих» частиц в зоне здоровых тканей, чтобы луч не усиливался.

Когда в начале 80гг появляется понятие о микро-ФП, первое физическое противоречие, которое по традиции определяло причину, из-за которой не выполняется ИКР, стали называть макро-физпротиворечием (макро-ФП).

В некоторых случаях задача решается на первом же макро-ФП. В других случаях за вторым физическим противоречием скрывается третье и т.д. Можно чисто теоретически предположить, что возможен целый ряд цепочек противоречий. Я говорю теоретически, т.к. предложить такой пример затруднительно, особенно для читателей, имеющих в основном дело с РТВ, а не с АРИЗ. Так может выглядеть цепочка противоречий:



3-я часть АРИЗ-85-В для рассматриваемого примера по Г.С. Альтшуллеру

Мини-задача

3.1. ИКР-1 . ХЭ, абсолютно не усложняя систему и не вызывая вредных явлений, предотвращает повреждение здоровых тканей во время облучения вне опухоли, сохраняя способность луча уничтожать опухоль.

3.2. УИКР (Усиленный ИКР). Луч сам предотвращает повреждение здоровых тканей во время облучения опухоли вне опухоли, сохраняя способность луча уничтожать опухоль.

3.3. МФП(Макро -ФП). Для того, чтобы защитить здоровые ткани от повреждения во время облучения опухоли, луч должен быть слабым вне опухоли, и он должен быть сильным в области опухоли, для того чтобы уничтожить опухоль.

3.4. мФП (Микро-ФП). Для того, чтобы луч был слабым необходимо, чтобы вне опухоли в оперативное время было мало «лучевых частиц», а для того чтобы луч был сильным, необходимо, чтобы «лучевых частиц» в зоне опухоли было много.

3.5. ИКР-2. Луч сам должен обеспечить свою слабость и силу в ОЗ и в ОВ.

Макси-задача

3.1. ИКР-1 . ХЭ, абсолютно не усложняя систему и не вызывая вредных явлений, обеспечивает уничтожение опухоли, сохраняя достоинство слабого луча не повреждать здоровую ткань.

3.2. УИКР. Для этого случая усиления ИКР при помощи замены ХЭ на ресурс достичь не удаётся. Продолжается решение для ХЭ.

3.3. МФП. Для того, чтобы уничтожить опухоль в зоне опухоли нужен ХЭ, усиливающий воздействие слабого луча. Усиливающий ХЭ не нужен в зоне здоровых тканей, чтобы не повреждать здоровую ткань.

3.4. мФП. Чтобы усилить слабый луч в зоне опухоли в ОВ должны быть «усиливающие» частицы. Не должно быть «усиливающих» частиц в зоне здоровых тканей, чтобы луч не усиливался.

3.5. ИКР-2. ХЭ в ОВ сам обеспечивает силу луча в зоне опухоли и его слабость вне опухоли.

Решения

Для синтеза решения в АРИЗ-85-В предназначены части 4, 5, 6.

Часть 4 начинается с метода маленьких человечков (РТВ), средняя её часть посвящена использованию ресурсов, в конце её намечается переход к вещественным или полевым икс-элементам.

Часть 5 рекомендует для нахождения решения использовать стандарты, задачи — аналоги, приёмы разрешения ФП и физические и другие эффекты.

Советы 6 части в целом уводят нас к началу задачи.

Из всех перечисленных рекомендаций мы сейчас выделим приёмы разрешения ФП. Среди них — приём разделения противоречивых требований в пространстве. Возвращаемся к оперативной зоне. В районе опухоли должно быть сильное облучение, а вне опухоли — слабое. При разнесении зон применяются приёмы разделения противоречивых требований в пространстве[2, с. 26 — 27]:

1. Деление. 2. Вынесение. 3. «Матрёшка». 4. Местное качество. 5. Переход в другое измерение. 6. Копирование. 7. Посредник. 8. Использование гибких оболочек и тонких плёнок.

Принцип дробления: а) разделить объект на независимые части.

Принцип местного качества: а) перейти от однородной структуры объекта (или внешней среды, внешнего воздействия) к неоднородной; в) каждая часть объекта должна находиться в условиях, наиболее благоприятных для её работы.[1, с.285]

С другой стороны при анализе оперативного времени мы пришли к выводу, что во времени всё происходит одновременно: и положительное (уничтожение опухоли) и отрицательное (повреждение тканей). В этом случае нас должны интересовать системные переходы [1 (с.293), 2 (с. 28 — 30)]:

Переход в НС: 1. Объединение. 2. Вред в пользу.

Переход в ПС: 1. Дробление. 2. Использование композиционных материалов. 3. Дешёвая недолговечность взамен дорогой долговечности.

Отказ от системы: 1. Инвертирование систем. 2. Антидействие.

Увеличение идеальности: 1. Самообслуживание. 2. Универсальность.

Мини-задача

Идея решения:

Чтобы луч не был слишком сильным, его надо разделить на несколько слабых лучей, безвредных для здоровых тканей, а чтобы он стал достаточно сильным в зоне опухоли, его там надо опять укрупнить.

Вывод: в одном месте луч будет слабым, в другом, где надо, — сильным.

Контрольное решение:

Изготавливается несколько маломощных излучателей. Они с разных сторон облучают опухоль. Здоровые ткани не повреждаются уменьшенным облучением, а опухоль оказывается в фокусе облучения, где все слабые лучи сходятся.

Макси-задача

Идея решения:

Луч остаётся слабым. (Отказ от системы, т.е. от «сильного облучения»). Вводится ХЭ (посредник), который воздействует на опухоль замедленно малыми порциями. Предполагается, что со временем необходимое воздействие на опухоль накопится, возможно, усилится благодаря разумно подобранному ХЭ.

Вывод: Луч не повредит здоровых тканей. ХЭ позаботится, чтобы воздействие на опухоль было достаточным.

Контрольное решение:

Фотодинамическая терапия рака. Она состоит из 4 этапов.

1. Внутривенное введение сенсibilизатора (ХЭ).
2. В течение от 2 часов до двух-трёх суток накопление сенсibilизатора в опухоли. Диагностирование по флуоресценции введённого вещества.
3. Однократное облучение опухоли (обычно красным лазером («слабый луч») в течение 15-20 минут. При этом раковые клетки гибнут, а здоровые сохраняются.
4. За следующие 2-4 недели происходит полное разрушение злокачественной опухоли [6,ФТР].

Легко догадаться, что главная проблема отыскать подходящий ХЭ — сенсibilизатор. Первые опыты были произведены американским онкологом Т. Догерти, который сообщил об удачном лечении 25 пациентов. Затем этот метод фотодинамической терапии развивался в Англии, Италии, Франции, ФРГ, Японии, Китае, а в России с 1992 года. Заинтересованных читателей отсылаю к статье [6].

Благодарю Ирину Могилевич за предоставление полезных материалов по ФТР [6].

Литература

1. Г.С. Альтшуллер, Б.Л. Злотин, А.В.Зусман, В. И. Филатов. Поиск новых идей: от озарения к технологии (Теория и практика решения изобретательских задач). — Кишинёв: Картия Молдовеняскэ, 1989.
2. В.Б. Крячко. Приёмы правильного мышления. В сб. Учителям о ТРИЗ, выпуск 2, СПб, 1997.
3. В.Б. Крячко. Противоречия. В сб. Учителям о ТРИЗ, выпуск 3, СПб, 1999.
4. В.Б. Крячко. Простой АРИЗ. В сб. Учителям о ТРИЗ, выпуск 4, СПб, 2001.
5. В.Б. Крячко. Простой АРИЗ. В сб. Учителям о ТРИЗ, выпуск 5, СПб, 2004.
6. А. Ф. Миронов. Фотодинамическая терапия рака. Успехи химии порфиринов /под ред. О.А.Голубчикова. — Л, 1999.