

Прогнозирование на основе единой системы Законов-Стандартов-Приемов

А.В. Ефимов

Аннотация

В настоящей работе приведены примеры практического применения разработанной автором единой системы Законов - Стандартов - Приемов (ЕС ЗСП) для прогнозирования развития технической системы (ТС).

Отдельно рассмотрены два основных этапа прогнозирования: прогнозирование новых требований к ТС и разработка портрета прогнозируемой новой ТС, удовлетворяющей этим требованиям.

Показано, что на втором этапе прогнозирование сводится к решению изобретательской задачи по совершенствованию существующей системы до уровня новых требований.

Ключевые слова:

Законы развития ТС, Стандарты на решение изобретательских задач, Приемы решения технических противоречий

Введение

Основные подходы к прогнозированию развития технических систем (ТС) с использованием ТРИЗ, а также примеры такого прогнозирования описаны достаточно подробно многими авторами [1, 2, 3, 4, 5].

В этих работах справедливо отмечается, что для эффективного прогнозирования недостаточно изучения и продления в будущее существующих тенденций развития ТС. Необходимо выявление противоречий, которые в будущем могут сдерживать это развитие, а также анализ тенденций в развитии требований, которые будут предъявляться к рассматриваемой ТС. Образ усовершенствованной ТС, для которой прогнозируемые противоречия будут разрешены и является прогнозом ее развития.

В настоящей работе сделана попытка проиллюстрировать основные этапы прогнозирования развития ТС с использованием единой системы Законов - Стандартов - Приемов (ЕС ЗСП), предложенной автором ранее [6].

Основные виды и глубина прогноза в ТРИЗ

Простейший прогноз развития требований к ТС осуществляется путем экстраполяции параметра, наиболее полно характеризующего эту систему, см. рис. 1а. Этот вид прогноза, как правило, наименее трудоемок, не требует

применения инструментов ТРИЗ, однако обеспечивает наименьшую глубину и достоверность прогноза. В этом случае ТРИЗ, в том числе и ЕС ЗСП может применяться на втором этапе прогнозирования, при решении изобретательской задачи по совершенствованию существующей ТС до уровня прогнозируемых параметров.

Наиболее сложный прогноз связан (см. Рис 1д) с экстраполяцией нескольких линий развития надсистемы; с выявлением противоречий между этими линиями; с формулировкой требований к параметрам новой ТС, которые позволят разрешить выявленные противоречия и, наконец, с созданием портрета новой ТС, отвечающей сформулированным требованиям. Такой вид прогноза, как правило, при наибольшей трудоемкости, обеспечивает его наибольшую глубину и достоверность.

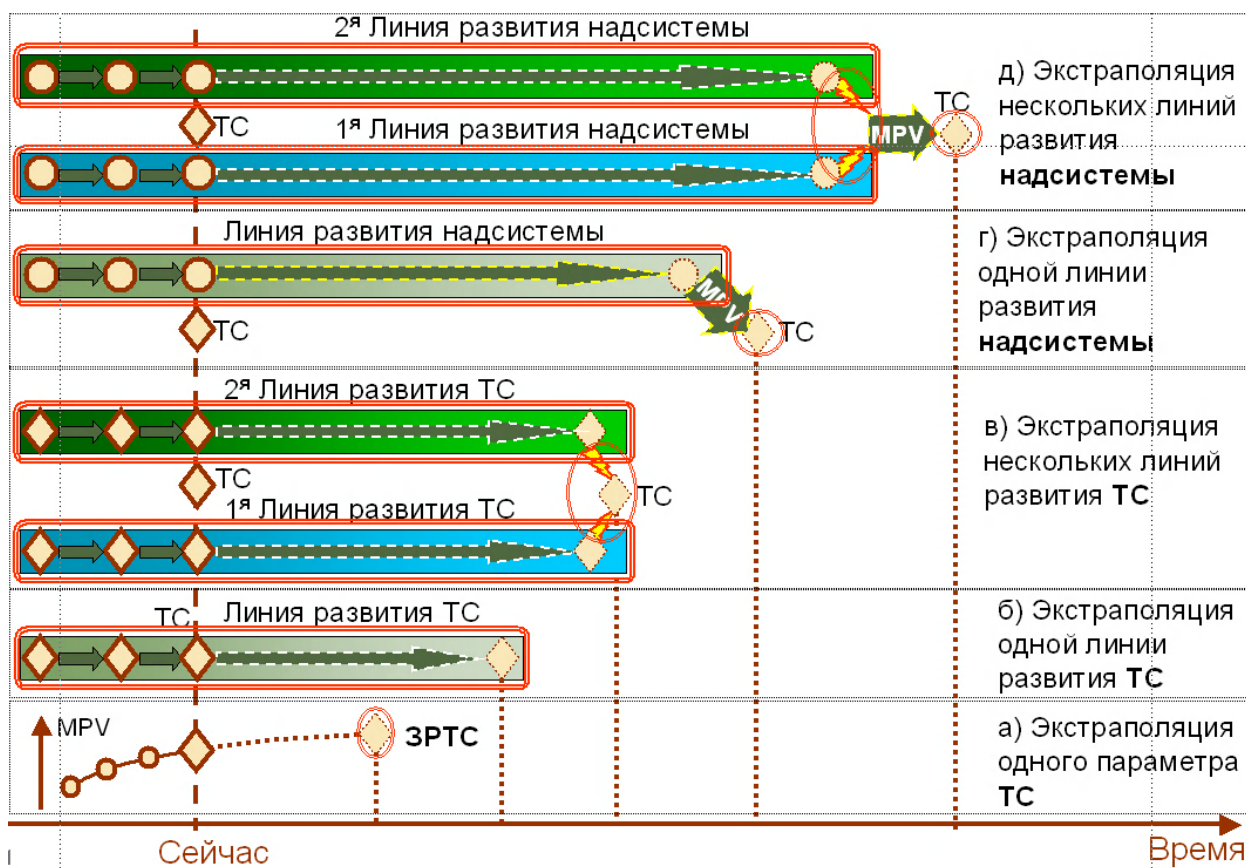


Рисунок 1. Основные виды прогнозов в ТРИЗ и их глубина

Могут применяться также и промежуточные виды прогнозов с использованием экстраполяции одной или нескольких линий развития рассматриваемой ТС или одной линии развития надсистемы (Рис 1 б-г).

Области применения ЕС ЗСП для разных видов прогнозирования

Инструменты ЕС ЗСП в прогнозировании могут применяться как непосредственно в виде линий развития при прогнозировании требований к ТС (обведены двойными прямоугольными рамками на рис. 1), так и в виде инструментов для решения изобретательских задач по совершенствованию рассматриваемой ТС до уровня прогнозируемых новых требований (заклучены в двойные овалы).

При этом, как уже указывалось [6], введение Стандартов на решение изобретательских задач и Приемов устранения технических противоречий в существующую систему Законов повышает эффективность применения Законов для решения изобретательских задач.

Кроме этого, предлагаемый функциональный вход в единую систему Законов- Стандартов- Приемов делает использование этого сложного инструмента интуитивно понятным и позволяет пользоваться им без сложных алгоритмов.

Пример решения практической задачи прогнозирования с помощью единой системы Законов- Стандартов- Приемов

Для простоты и краткости изложения, иллюстрация всех видов прогноза, указанных на рис. 1 проводится на одном сквозном примере. В реальном проекте выполнялись не все из указанных ниже шагов, которые здесь показаны для полноты описания методики. Поэтому некоторые примеры с точки зрения практики могут показаться достаточно очевидными.

Исходная задача

Необходимо дать прогноз развития систем сепарирования крови.

Экстраполяция одного параметра ТС

Так как для целей проекта было важно знать, как будет меняться такой параметр, характеризующий системы сепарирования крови, как производи-

тельность, то, имея данные о том, как этот параметр менялся в прошлом, несложно было спрогнозировать, каких значений эта производительность может достигнуть к заданному сроку, если сохраниться существующая тенденция изменения этого параметра (рис. 1а). В определенном смысле само по себе такое определение значений производительности уже является простейшего рода прогнозом. Выполнение такого прогноза не требует специальных инструментов ТРИЗ.

ТРИЗ, и в частности, ЗРТС или ЕС ЗСП может понадобиться, если требуется спрогнозировать, как должна измениться ТС для того, чтобы выйти на заданный уровень производительности. Для ответа на этот вопрос, необходимо решить изобретательскую задачу: "Как повысить производительность рассматриваемой ТС до заданного уровня". В описываемом примере для этого использовалась ЕС ЗСП.

Логика использования этого инструмента в данном примере была следующей:

Повышение производительности представляет собой частный случай задачи повышения функциональности ТС. Поэтому обращаемся к соответствующему разделу ЕС ЗСП (раздел № 3 на рис. 2).

При этом функциональность необходимо повысить не путем увеличения количества выполняемых полезных функций, а за счет увеличения уровня выполнения существующей. Поэтому выбираем подраздел № 3.1.

В результате для данного примера получаем следующую рекомендацию: для повышения производительности системы, снизить число операций, выполняемых вручную.

Экстраполяция одной линии развития ТС

К выводу, показанному в предыдущем разделе можно прийти и непосредственно исследуя развитие рассматриваемой ТС по линии "Степень вытеснения человека из состава ТС", входящей в ЕС ЗСП. Такой анализ показывает, что сегодня автоматизирована только малая часть операций, не являющихся наиболее трудоемкими (Рис. 3). На основании этого вывода в

этом, так же как и в предыдущем виде прогноза, можно нарисовать "портрет" прогнозируемой ТС будущего.

| Решаемые задачи (вход) | Используемый инструмент | Описание инструмента (пояснение) |
|---|---|---|
| 2. Снижение затрат при допустимом ухудшении функциональности | 2. Дешевая недолговечность взамен дорогой долговечности | Если снижение затрат ресурсов жизненно важно, то его можно обеспечить использованием более дешевых (более легких, менее габаритных, более производительных) элементов за счет некоторого снижения качества (долговечности, прочности и т.д.) |
| 3. Повышение функциональности (при, возможно, некотором повышении затрат ресурсов) | 3. Переход в надсистему (средство) | Эффективность системы может быть повышена объединением с другими системами |
| 3.1. Повышение уровня выполнения функций (производительность, точность, надежность, быстродействие...) | 3.1. Повышение полноты ТС | Системы, которые могут быть разбиты на 4 типовых функциональных блока: источник энергии, преобразователь энергии (трансмиссия), рабочий орган и систему управления (причем некоторые из этих блоков могут отсутствовать, а их функции выполняют элементы надсистемы), в процессе развития последовательно переходят к самостоятельному выполнению функций этих блоков - Вытеснение человека из ТС |
| 3.1.1. Особенности повышения уровня выполнения функции ТС в целом, когда для рассматриваемого элемента это не удается | 3.1.1. Заранее подложенная подушка | Компенсировать невысокую надежность (функциональность) заранее подготовленными аварийными (исправительными) средствами, которые позволят нейтрализовать действие вредных функций или компенсировать недостаточный уровень выполнения полезных |
| ... | ... | ... |
| 3.2. Повышение количества выполняемых функций | 3.2. Переход к бисистемам и полисистемам | Эффективность системы - на любом этапе развития - может быть повышена объединением системы с другой системой (или системами) в более сложную бисистему или полисистему |

Рисунок 2. Выбор необходимого инструмента из ЕС ЗСП

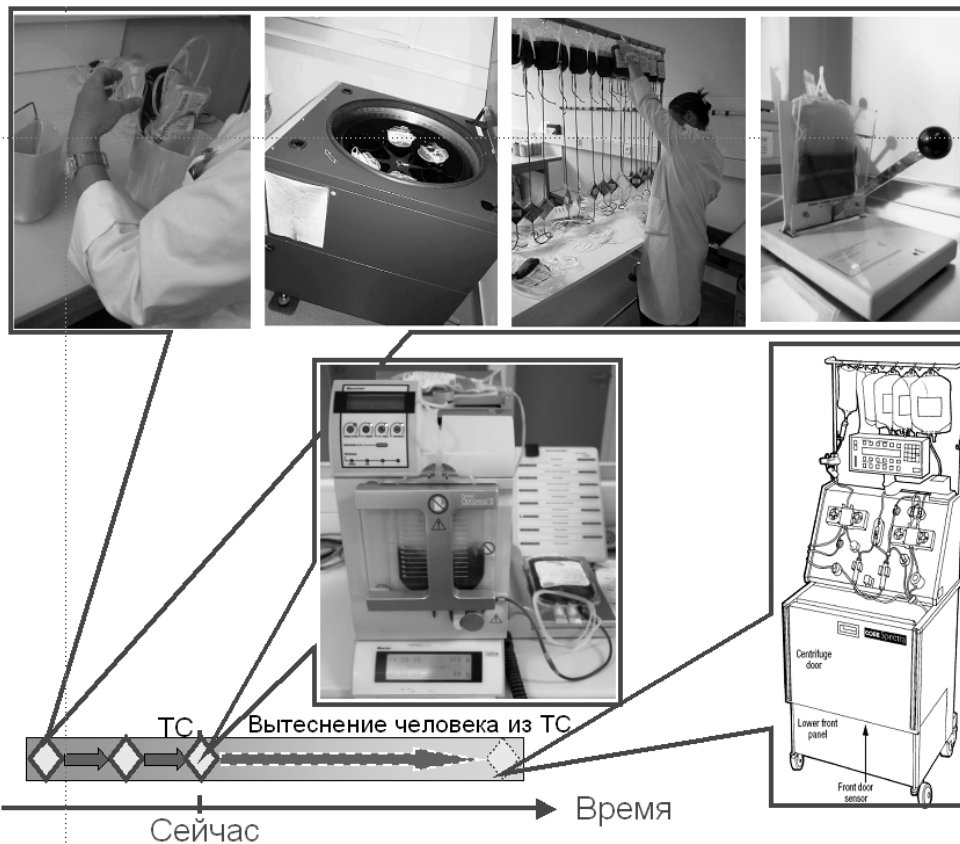


Рисунок 3. Экстраполяция одной линии развития ТС

Экстраполяция нескольких линий развития ТС

Для более достоверного прогноза целесообразно учитывать не одну, а несколько наиболее существенных линий развития ТС. В нашем примере, помимо линии вытеснения человека из ТС, очень важной с маркетинговой точки зрения оказалась линия повышения идеальности ТС (за счет снижения затрат).

Рассмотрение одновременно обеих указанных линий позволило сформулировать противоречие, которое на нынешнем уровне развития рассматриваемой ТС еще не является очевидным: " В состав ТС нужно добавлять моторы, насосы, датчики и т д для передачи им функций, выполняемых в настоящее время человеком, однако их нельзя добавлять, так как это приведет к увеличению стоимости ТС".

После того, как сформулировано прогнозируемое противоречие в требованиях к ТС дальнейшее прогнозирование сводится к решению изобретательской задачи. Для этого из ЕС ЗСП был выбран инструмент, непосредственно предназначенный для решения сформулированного противоречия: "Снижать затраты ресурсов (без ухудшения функциональности)" см. Рис. 4.

| Решаемые задачи (вход) | Используемый инструмент | Описание инструмента (пояснение) |
|---|--|--|
| 1. Снижение затрат без ухудшения функциональности | | |
| ... | ... | ... |
| 1.2. Снижение затрат ресурсов: финансов, массы, объема, габаритов путем более экономного использования ресурсов | 1.2.а. Использование поля по совместительству | Если в систему нужно ввести поле, то следует прежде всего использовать уже имеющиеся поля, носителями которых являются входящие в систему вещества. |
| | 1.2.б. Использование поля внешней среды | Если нужно ввести поле, а уже имеющиеся в системе поля использовать невозможно, следует использовать поля, имеющиеся во внешней среде. |
| | 1.2.в. Использование веществ-источников полей | Если в систему необходимо ввести поле, а поля имеющиеся в системе или во внешней среде использовать нельзя, то следует использовать поля, носителями или источниками которых могут "по совместительству" стать вещества, имеющиеся в системе или во внешней среде. |
| | 1.2.г. Использование отходов (энергии, вещества) | |

Рисунок 4. Использование ЕС ЗСП для решения изобретательской задачи

В результате применения рекомендации ЕС ЗСП наиболее рациональным решением оказалось предложение вместо создания поля давлений с по-

мощью специальных насосов, использовать для перекачки разделяемых жидкостей поле центробежных сил, уже имеющееся в центрифуге.

Экстраполяция линии развития надсистемы

В описываемом реально выполнявшемся проекте объектом исследования была не система сепарации, а её подсистема - комплект для сбора и хранения крови и ее компонентов см. Рис. 5. Таким образом анализ линии развития системы сепарации, описанный выше, для реального объекта исследования являлся анализом надсистемы. Поэтому вывод о необходимости снижения доли ручных операций, сформулированный для надсистемы, позволил сформулировать новые, неочевидные на сегодняшний день, требования для рассматриваемой системы: "Система для сбора и хранения крови должна обеспечивать легкость и быстроту ее заправки в автоматизированную систему сепарации" см. Рис. 5.

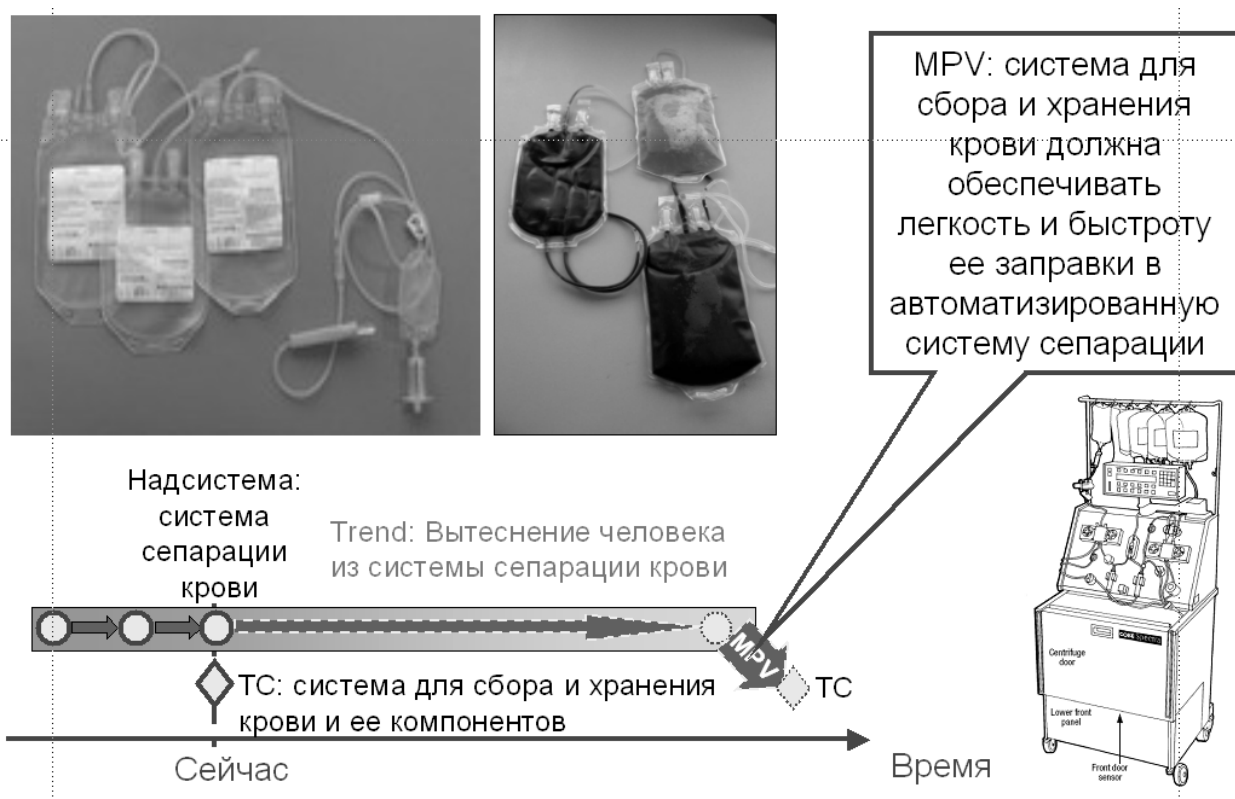


Рисунок 5. Прогноз развития TC методом экстраполяции линии развития надсистемы

После выявления новых требований к будущей системе, для создания портрета прогнозируемой ТС, удовлетворяющей этим требованиям, вновь возникает необходимость решения изобретательской задачи.

Вначале были сформулированы ключевые недостатки, мешающие существующей системе сбора и хранения крови удовлетворять сформулированным требованиям. Главным таким недостатком была признана излишняя податливость, изменчивость конфигурации системы. Она не позволила бы одним движением вставить такую систему в станцию сепарации. Вместо этого потребовалось бы развешивать каждый мешок по отдельности и заправлять, не допуская перекручивания, каждую трубку, прослеживая от какого мешка и к какому она идет.

Для устранения выявленного недостатка, решаем изобретательскую задачу, вновь используя соответствующий инструмент из ЕС ЗСП (см. Рис. 6).

| Решаемые задачи (вход) | Используемый инструмент | Описание инструмента (пояснение) |
|--|---|---|
| 3. Повышение функциональности (при, возможно, некотором повышении затрат ресурсов) | 3. Переход в надсистему (средство) | Эффективность системы может быть повышена объединением с другими системами |
| 3.1. Повышение уровня выполнения функций (производительность, точность, надежность, быстродействие...) | 3.1. Повышение полноты ТС | Системы, которые могут быть разбиты на 4 типовых функциональных блока: источник энергии, преобразователь энергии (трансмиссия), рабочий орган и систему управления (причем некоторые из этих блоков могут отсутствовать, а их функции выполняют элементы надсистемы), в процессе развития последовательно переходят к самостоятельному выполнению функций этих блоков - Вытеснение человека из ТС |
| ... | ... | ... |
| 3.1.4. Повышение прочности, жесткости, стабильности | 3.1.4. Понижение динамичности системы | В процессе развития у систем и их элементов уменьшается гибкость, динамичность, снижаются допуски в размерах, повышается жесткость, стандартизация и унификация. |

Рисунок 6. Использование ЕС ЗСП для решения изобретательской задачи

Создание портрета прогнозируемой системы на основании полученной "подсказки" показано на рис. 7. По аналогии с решением подобной задачи для катушечных кинопроекторов и магнитофонов была предложена "кассетная" схема системы сбора и хранения крови.

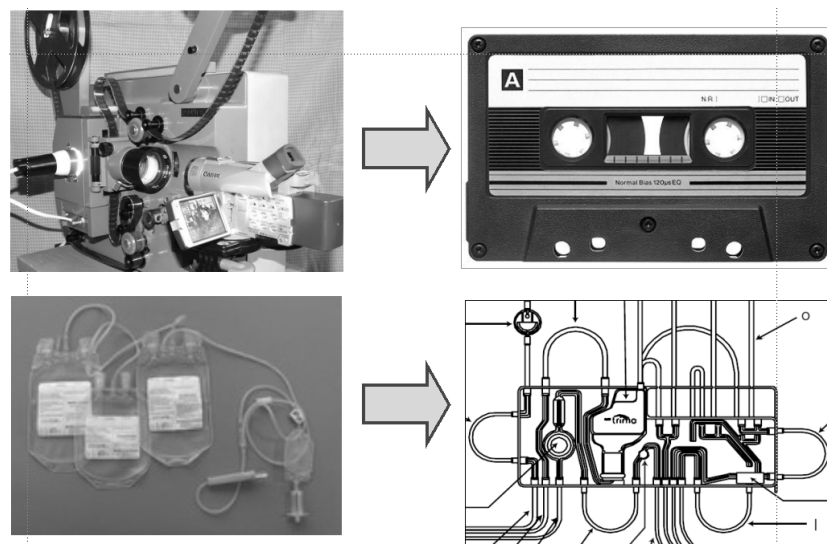


Рисунок 7. Переход к кассетной схеме как реализация принципа понижения динамичности ТС

Экстраполяция нескольких линий развития надсистемы

Для иллюстрации этого принципа, воспользуемся результатами уже показанного выше прогнозирования методом экстраполяции нескольких линий развития системы сепарации крови, так эта система является надсистемой для рассматриваемой системы сбора и хранения крови.

В соответствующем параграфе уже было показано, как в качестве портрета этой надсистемы было сформулировано требование использовать центробежные силы сепаратора по совместительству и для перекачки сепарируемых жидкостей.

Это требование к надсистеме определяет свой набор требований (MPV) для рассматриваемой системы хранения крови см. Рис 8.

В свою очередь выявленные требования определяют условия новой изобретательской задачи. Для решения этой задачи вновь использовался решающий аппарат ЕС ЗСП см. рис 9.

Некоторые черты портрета прогнозируемой ТС, полученного в результате решения задачи с помощью ЕС ЗСП, показаны на рис. 10



Рисунок 8. Анализ линий развития надсистемы для выявления требований к системе

| Решаемые задачи (вход) | Используемый инструмент | Описание инструмента (пояснение) |
|---|---|--|
| 1. Снижение затрат без ухудшения функциональности | | |
| 1.1. Снижение затрат ресурсов на изготовление ТС: финансов, массы, объема, габаритов, времени <u>путем сокращения</u> числа элементов входящих в систему. | 1.1. Повышение свёрнутости | Сокращается число элементов ТС. В процессе развития эти элементы обычно свертываются в следующем порядке: Трансмиссия -Источник энергии -Система управления -Рабочий орган. Сокращается число операций технологического процесса. |
| | | |
| 1.1.2. Как обеспечить выполнение полезных функций тех элементов, которые подлежат свертыванию | 1.1.2.а. Повышение универсальности | Свертываемые элементы передают свои функции друг другу и элементам надсистемы, в т.ч. объекту главной функции. Число элементов ТС можно сократить, если оставшиеся элементы будут выполнять несколько разных функций |
| | 1.1.2.б. Самообслуживание | Число элементов надсистемы можно сократить, если объект будет сам себя обслуживать, выполняя вспомогательные и ремонтные операции (функции) |
| ... | ... | ... |
| 1.2. Снижение затрат ресурсов: финансов, массы, объема, габаритов <u>путем более экономного использования ресурсов</u> | 1.2.а. Использование поля по совместительству | Если в систему нужно ввести поле, то следует прежде всего использовать уже имеющиеся поля, носителями которых являются входящие в систему вещества. |
| ... | ... | ... |
| 1.2.1. Особенности более экономного использования ресурсов для снижения объема и габаритов | 1.2.1. Матрешка | а) Один объект размещен внутри другого объекта, который, в свою очередь, находится внутри третьего и т. д. б) Один объект проходит сквозь полость в другом объекте. |

Рисунок 9. Решение новой изобретательской задачи с помощью ЕС ЗСП

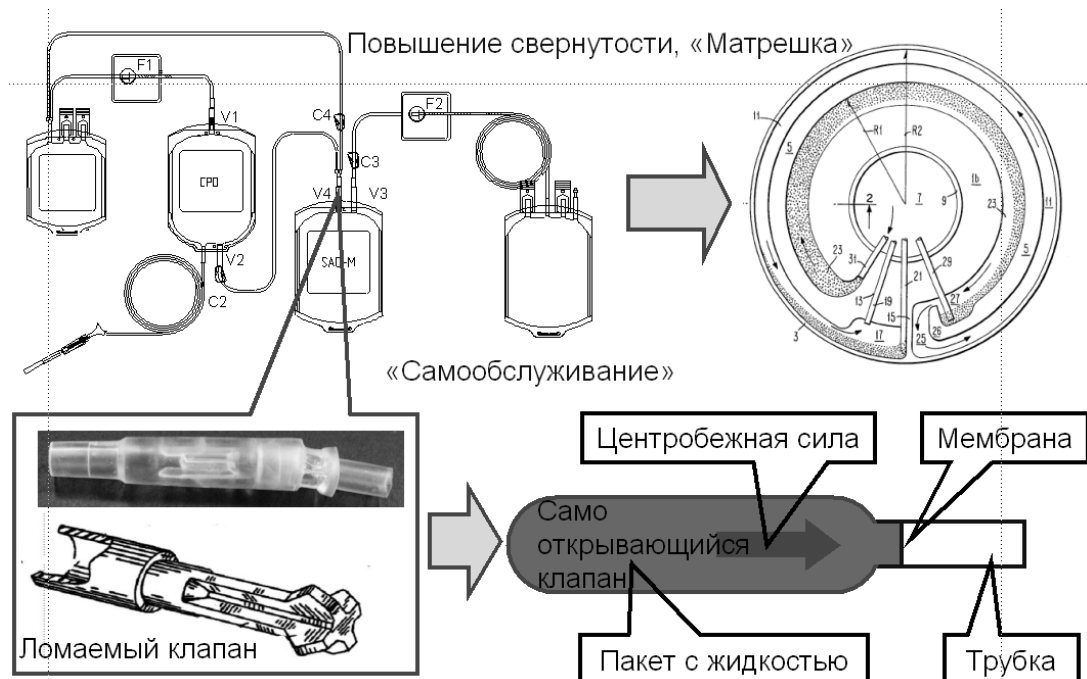


Рисунок 10. Портрет прогнозируемой ТС, полученный с использованием ЕС ЗСП

Выводы

Таким образом предлагаемая ЕС ЗСП так же как и лежащая в ее основе система ЗРТС позволяет решать широкий круг задач по прогнозированию развития ТС. Включение Стандартов и Приемов в систему ЗРТС существенно повышает возможности этого инструмента, а наличие функционального входа в систему позволяет использовать ее инструменты без сложных алгоритмов.

Список литературы

1. Г. Альтшуллер, М. Рубин. Что будет после окончательной победы. Восемь мыслей о природе и технике. <http://temm.ru/ru/section.php?docId=3470>
2. С. Литвин, В. Герасимов. Дальнее прогнозирование развития технических систем на базе ТРИЗ и ФСА. 1988 год, рукопись, депонирована в ЧОУНБ. <http://www.metodolog.ru/node/306>
3. М. Рубин. Методы прогнозирования на основе ТРИЗ. Петрозаводск, 1999. <http://www.trizminsk.org/e/216002.htm>
4. В. Петров. Прогнозирование развития технических систем.

<http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-19-prognoz.pdf>

5. В. Петров. Закономерности развития потребностей.

<http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-04-potrebnosti.pdf>

6. А. Ефимов. Предложения по разработке единой системы Законов-Стандартов-Приемов. Научно-практическая конференция "ТРИЗ-ФЕСТ 2009" : сборник трудов конференции. СПб., 2009. С. 60-66. <http://www.metodolog.ru/node/293>

7. В. Петров. Закон - антизакон. Научно-практическая конференция "ТРИЗ-ФЕСТ 2006" : сборник трудов конференции. СПб., 2006. С. 212-218.

<http://www.matriz.ru/file.php/id/f5452/name/06-works-05.pdf>