

Лекция 12-13. Прогнозирование на основе методов ТРИЗ

4.1. Количественные и качественные методы прогнозирования

Можно выделить два типа методов прогнозирования:

- количественные, основанные на экстраполяции уже известных тенденций и моделей;
- качественные, составляемые на основе оценок экспертов и дающие представление о возможных принципиальных изменениях в прогнозируемой системе.

Достоинством метода экстраполяции является изученность используемых моделей, возможность (как правило) количественных оценок. Однако при этом прогноз может оказаться ошибочным из-за принципиальных, качественных изменений, которые невозможно было предусмотреть заранее. Например, в конце 19 века совершенно логичным мог выглядеть прогноз о том, что количество конных экипажей в Англии через полвека будет так велико, что улицы городов будут покрыты многометровым слоем навоза.

Преимущество качественных прогнозов состоит в возможности предсказать принципиально важные повороты в прогнозируемой системе. Однако при этом чаще всего прогнозы строятся на основе субъективного опыта экспертов, что значительно снижает прогностическую ценность этих исследований.

Настоящий раздел посвящен качественным методам прогнозирования. Главное отличие предлагаемого подхода состоит в том, что для подготовки качественного прогноза используется методология, разработанная Г.С.Альтшуллером в теории решения изобретательских задач (ТРИЗ).

Важные повороты в развитии социальных, социально-экономических и социально-технических системах рассматриваются как изобретения, как решение основных противоречий существующих в прогнозируемой системе. Мы рассмотрим методологию составления подобных прогнозов, отдельные примеры их использования и перспективы развития предлагаемых методик.

4.2. Прогнозирование на основе метода разрешения «узловых» противоречий

4.2.1. Противоречия и идеальность как методы прогнозирования

Любое изобретение можно рассматривать как прогноз. Например, К. Э. Циолковский сделал комплекс изобретений: ракеты, системы жизнеобеспечения в космосе, орбитальные станции. Понадобились десятилетия, чтобы эти идеи были реализованы. По существу процесс технического изобретательства и составления качественных прогнозов отличается только областью, в которой рассматриваются задачи и ресурсами, которые можно использовать для решения этих задач. Методологическая основа решения технических задач и составления качественных прогнозов – одинакова.

Окружающие нас системы (технические, природные, социальные, экономические и др.) развиваются по диалектическим законам. В ТРИЗ выявлены фундаментальные механизмы этого развития, основные из которых:

- разрешение имеющихся в системе противоречий;
- стремление систем к идеальности (получение максимальной пользы при минимальных затратах).

ТРИЗ рекомендует формулировку противоречий в определенной форме. Приведем несколько примеров. В городских стенах, защищавших средневековые города, можно выделить несколько противоречий:

- длина городской стены **должна быть** большой, **чтобы** защищать как можно большую площадь, **и должна быть** маленькой, **чтобы** было меньше затрат на строительство;
- высота стены **должна быть** большой, **чтобы** надежно защищать город, **и должна быть** маленькой, **чтобы** меньше уходило материалов;
- ширина стены **должна быть** большой, **чтобы** она была крепкой, **и должна быть** маленькой, **чтобы** площадь внутри стены была больше.

В разных странах, независимо друг от друга развитие городских стен шло в направлении разрешения этих противоречий. Например, появлялись сторожевые башни; стены приобрели зубчатую форму (таким образом часть стены высокая, а часть – низкая); вокруг городских стен сооружали рвы, заполняющиеся водой. Внутри толстых городских стен сооружали внутренние комнаты (таким образом, сохраняли полезную площадь, не уменьшая толщину стен).

Можно, конечно, и не решать возникающие противоречия, но тогда возникают нежизнеспособные монстры. На многие века, например, памятником полного игнорирования действия законов развития систем стала Великая Китайская стена: противоречия и не думали решать, и до идеальности далеко – затрат очень много, а польза стала исключительно музейной.

При разрешении противоречий происходит качественный скачок, принципиально изменяющий облик системы. Вместо конных экипажей, например, появились автомобили, городской транспорт. Вместо городских стен возникли совершенно иные системы – регулярные войска, государственная граница, противовоздушная оборона и т. д. Возникновение подобных качественных скачков в развитии систем вполне возможно предсказывать при использовании технологий ТРИЗ, которые позволяют выявлять ключевые противоречия в системах, проводить анализ имеющихся ресурсов и находить решения, соответствующие общим тенденциям развития этих систем.

4.2.2. Прогнозирование социально-технических и социальных систем

Социальные системы, как и технические, развиваются через возникновение и преодоление противоречий. Например, спорт, олимпийское движение зародились как инструмент, направленный против ведения войн. Со временем внутри спорта и олимпийского движения зарождаются противоречия. Спорт, направленный на достижение максимальных результатов, становится профессиональным занятием для многих людей и из инструмента развития человека превращается в угрожающую для человеческого здоровья систему. Олимпийское движение из идеологии мира превращается в инструмент политических игр и крупного капитала.

Достаточно вспомнить об Олимпийских играх в фашистской Германии перед Второй мировой войной, которые открывал А. Гитлер. Таким образом, сложилось противоречие: спорт должен быть массовым, чтобы способствовать физическому развитию людей, и должен быть узкопрофессиональным, чтобы показывать рекордные результаты. Здоровье массового спорта все сложнее удаётся совмещать с допингом и другими ухищрениями профессиональных спортсменов. Очевидно, что решение этого противоречия должно привести к разрыву между спортом и физической культурой. Совсем недавно профессиональным спортсменам разрешили участвовать в Олимпийских играх, а членов Международного Олимпийского комитета стали ловить на взятках.

Культ здоровья, а не спорт должен стать одним из главных приоритетов грядущей цивилизации. Безусловно, для более подробного прогноза необходим детальный анализ существующих в спорте и в обществе в целом тенденций.

Действие закона о развитии систем в направлении разрешения возникающих противоречий отчетливо просматривается в социально-технических системах, например при развитии такой известной системы как часы, возникшей почти одновременно с нашей цивилизацией. В развитии часов можно выделить несколько фундаментальных противоречий. Одно из них связано с точностью. Это требование конфликтует, например, с мобильностью часов: солнечные часы, водяные, песочные, огневые, маятниковые – их сложно было переносить. Между тем изобретение переносных часов было необходимо не только для удобства, оно было крайне важным для географических открытий – мореплаватели могли точно ориентироваться только при помощи хронометра. Так появились пружинные часы, изобретенные Гюйгенсом, Д. Гаррисоном и другими.

Требование к точности часов вступает в конфликт и с их стоимостью, сложностью изготовления. Например, в механических часах было предложено масса устройств, которые компенсировали температурные колебания, изменения влажности и атмосферного давления. Были даже часы, которые помещались под стеклянным куполом в вакууме. В современных электронных часах эти противоречия решены, точность часов сочетается с их мобильностью и простотой.

Крайне важным в развитии часов является стремление к идеальной системе (максимум функций при минимуме затрат), к максимальному использованию ресурсов. Очевидно, например, стремление часов к миниатюризации, к совмещению различных функций на основе одного механизма. Трудно перечислить все системы, с которыми «объединялись» часы: музыкальные шкатулки, скульптуры, календари, компьютеры, телефоны, радио, телевизор, кулоны, браслеты и многое другое.

Подобно тому, как свойства ядра и электрона в атомах приводят к закономерностям таблицы Д. И. Менделеева, так и в социально-технических системах преодоление противоречий и стремление к идеальности рожают общие закономерности развития систем. Например, явно просматривается закономерность в развитии часов, связанная с переходом от использования трудно управляемых полей (солнечный свет, гравитация) к легкоуправляемым полям (электромагнитным, электрическим и др.). Еще одна закономерность – переход в надсистему. Вместо часов мы пользуемся

сейчас целой системой оповещения – служба точного времени, телевидение и радио, телефоны и компьютеры.

Еще одно противоречие, которое можно выделить в ходе развития часов, связано с характером их использования: часы индивидуального и коллективного пользования. Первые часы, например, появились как система коллективного пользования. История многих городов самым тесным образом связана с городскими часами. Известно, например, что когда Руанские башенные часы, проработав почти два века, вдруг остановились в 1572 г. и перестали отбивать время, то весь город пришел в смятение.

Системы коллективного пользования в своем развитии становятся системами индивидуального пользования. Затем возникают системы коллективно-индивидуального пользования, которые объединяют достоинства тех и других: при минимальном использовании ресурсов каждый пользователь получает максимальное удобство. Подобную закономерность можно проследить не только на примере развития часов, но и на примере развития компьютеров, автомобилей и множества других систем.

Немаловажной тенденцией в развитии часов является переход от природных систем к искусственным. Например, в Древнем Египте день и ночь имели одинаковое количество часов, но в течении года длина ночного и дневного часа изменялись так, чтобы соответствовать моменту восхода и заката Солнца. В соответствии с этим вводились поправки в имеющиеся тогда часы, изменялась длина ночных молитв в храмах. Длительность часа зависела от продолжительности дня. В наше время мировая служба времени давно уже ориентируется не на Солнце и звезды, а на специально созданные человеком эталоны времени. Нас не удивляет, например, что волей ученых может быть введена поправка на одну секунду в очередной календарный год (так произошло 1 января 1999г.).

На примере развития часов можно было бы проследить целую плеяду закономерностей развития систем. Знание подобных закономерностей помогает прогнозировать развитие социально-технических систем.

4.2.3. Прогнозирование глобальных систем

Предлагаемый метод прогнозирования практически не ограничен иерархическим уровнем рассматриваемой социально-технической системы: это может быть отдельная техническая система, социально-техническая система такая как город или цивилизация в целом.

Рассмотрим прогноз развития современной цивилизации. Одно из глобальных противоречий цивилизации связано с экспансией современных

технологий и вытеснением природной среды. Развитие цивилизации неразрывно связано с промышленной революцией, с загрязнением окружающей среды и экологическим кризисом.

Техника и промышленность **должны** развиваться, **чтобы** решать многочисленные задачи современной цивилизации, **и не должны** развиваться, **чтобы** не уничтожать природную среду. Само по себе противоречие достаточно известно. Предложения по его решению очень разнообразны. Самое радикальное из них – приостановить развитие цивилизации и техники, ограничить потребности людей, отказаться от удобств цивилизации. Однако обратно в пещеры никому не хочется. В связи с этим возник целый спектр позиций по ограничению развития техники от воинствующей позиции «зеленых» до взвешенной позиции международных сообществ по охране природы.

Есть и радикальные предложения, например, уменьшить численность населения в ближайшие сто лет в десять раз. В разные века предлагались различные варианты реализации этой идеи. Мальтус, например, говорил о полезности войн. Еще более жестко к проблеме регулирования численности населения относился Платон. Не так мало приверженцев этой идеи и сегодня: «Необходимо перейти ко всеобщему пропорциональному сокращению численности населения всех наций (при безусловном сохранении популяции малых народов)» (В. Горшков «Единственная стратегия выживания», «Знание – сила», 1991, № 6).

Более экзотическое предложение состоит в миниатюризации жителей планеты, а именно – нас с вами. Как сообщается, возможно выведение нового вируса, который, будучи выпущен в атмосферу или водную среду, в течение достаточно короткого срока приведет к уменьшению роста людей: 70-80-сантиметровые человечки станут нормой, а метровые будут выситься меж ними гигантами. Роберт Макнамара, бывший министр обороны США, а затем и президент Всемирного банка, не видит в новом средстве ничего особенно страшного: выбор таков – либо миниатюризация, либо принудительная стерилизация. Альтернатива жутковатая! И как-то не очень хочется ни того, ни другого» (Мегаполис-экспресс, 1991, № 31 «Предпочитаем в лилипуты...»)

С точки зрения правил, имеющих в ТРИЗ, в описанных выше прогнозах имеется ряд ошибок. Например, изменять желательно тот элемент системы, который легче поддается изменению (в нашем случае необходимо изменять не человека, а технику). Нельзя занимать и компромиссную позицию (ограничить темпы развития техники) – в этом случае противоречие не решается, а только откладывается время принятия решения. Природа

продолжает вытесняться, а развития технологий, способных помочь в преодолении кризиса, тоже замедляется.

Необходимо найти такое решение, которое не ограничивало бы развитие технологий, а наоборот – придавало ему ускорение. В то же время среда обитания человека, окружающий его мир становился бы благоприятнее и ни в коем случае не угрожал бы здоровью людей.

Идеальное решение выглядело бы так: техника продолжает развиваться быстрыми темпами, не ухудшая среду обитания людей.

Прогноз, основанный на использовании методов ТРИЗ при решении противоречия между развитием техники и природой, был подготовлен в 1988 году. Суть прогноза состоит в том, что цивилизация постепенно уходит от использования неуправляемой, дикой стихии природы. Мы строим свою среду обитания: города, транспорт, подчиненные нам источники энергии, переработанные по нашему желанию природные ресурсы. Технологии грядущей цивилизации должны чем-то напоминать технологии космических орбитальных станций: ведь не станут же на этих станциях, в подводных лодках или в метро выбрасывать в воздух вредные вещества, бездумно использовать энергоресурсы.

Этот мир мы назвали «бесприродный технический мир» (БТМ). Название многих отпугивает, но за эти годы мы получили только эмоциональные возражения против нашего прогноза или возражения, связанные с неверным пониманием нашей позиции – технологии БТМ (как и космические технологии) направлены на сохранение природы, но позволяют от нее не зависеть. Наши исследования и расчеты показали, что человечество в принципе способно построить такой мир. Технологически и энергетически БТМ доступен для нашей цивилизации. Более того все революционные изменения в нашей цивилизации, которые происходят в последние годы, полностью укладываются в концепцию БТМ: освоение космоса и развитие космических технологий, развитие информационных систем и компьютерных технологий, развитие новых медицинских технологий, создание принципиально новой городской среды обитания, концепция ноосферы – среды обитания человека.

В развитии нашей цивилизации наблюдается целый спектр закономерностей, которые подтверждают концепцию БТМ. Мы уже приводили примеры перехода систем от неуправляемых к управляемым, от природных к искусственным. На смену природной красоте человечество создало искусство, эстетику городского и паркового ландшафта. Музыка, например, начиналась с подражания природным звукам: пению птиц, голосам животных, природным шумам. Современный мир звуков

практически полностью искусственный, создан людьми. Музыкальные произведения, радио, телевидение, проигрыватели компакт– кассет и дисков, компьютеры, привычные звуки города – что это, как не новая, искусственная, управляемая среда обитания людей. Оппонентов концепции БТМ пугают перспективы новой цивилизации, при этом они часто забывают, что привычный для нас современный мир мог бы показаться кошмаром для людей древних цивилизаций или даже средних веков.

Лекция 13.

4.2.4. Этапы прогнозирования на основе разрешения «узловых» противоречий

В разработке прогнозов на основе выявления и разрешения противоречий можно выделить несколько этапов.

1. Постановка задачи, выбор объекта для прогнозирования.
2. Анализ объекта.
3. Формирование информационного фонда. Исследование имеющихся прогнозов и проблемной литературы по рассматриваемой тематике.
4. Анализ собранного информационного фонда и выявление противоречий в развитии выбранного объекта.
5. Выделение главных, узловых противоречий. Выявление противоречий типа «чем больше вкладываешь в решение противоречия, тем острее и сложнее оно становится» (например, исследования показывают, что чем больше мы развиваем городской транспорт, тем сложнее становится транспортная проблема).
6. Формулировка идеального решения.
7. Анализ имеющихся ресурсов.
8. Поиск и анализ возможных решений.
9. При необходимости – повторное исследование ситуации с пункта 1, с учетом проведенного анализа и намеченных решений.

Следует отметить, что в полном виде методика может быть использована только на основе механизмов ТРИЗ и ее подходов. Более того, некоторые инструменты ТРИЗ требуют очень грамотного и профессионального применения, без чего работа может оказаться карикатурой на прогноз.

4.3. Метод системного многоуровневого прогнозирования

Прогнозирование на основе разрешения «узловых» противоречия, как правило, не достаточно для составления полноценного прогноза. Изменения, связанные с разрешением основного противоречия системы, делают

необходимым решением сопутствующих задач. Даже если эти задачи кажутся второстепенными, в действительности вся идея может оказаться нереализуемой, если не решены эти задачи. Качественный прогноз возможен только при системном подходе к последствиям предлагаемого решения.

Для проведения системного прогноза на центральном экране помещается рассматриваемая система, на других экранах размещаются надсистема, подсистема, прошлое и будущее рассматриваемого объекта (рис. 4.1).

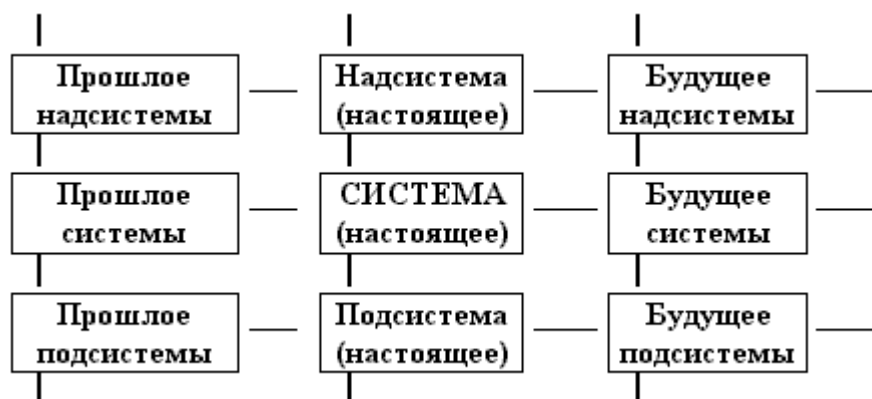


Рис. 4.1. Системный оператор можно применять для прогнозирования. Прогнозы на одном уровне должны согласовываться с прогнозами на других уровнях

Основная идея системного многоуровневого прогнозирования состоит в анализе и развитии прогноза на основе системного оператора Г.С.Альтшуллера. В качестве примера рассмотрим прогноз развития цивилизации на основе БТМ.

Поместим прогноз цивилизации типа БТМ в экран «будущее системы». Перейдем по вертикали вниз – на экране «будущее подсистемы» окажутся такие объекты как город, транспорт, энергоснабжение, водоснабжение, обеспечение питанием и др. Рассмотрим прогноз развития системы водоснабжения с позиций БТМ.

Основной принцип БТМ состоит в максимальной независимости жизненно важных для человека систем от природной среды. Используемая вода должна по возможности восстанавливаться для повторного использования, а не выбрасываться бесконтрольно в экосистему. Таким образом, формируется идея нового прогноза, который кратко можно обозначить как «вода без водопровода». Это результат «прогноза по вертикали».

Теперь перейдем к рассмотрению исследуемой системы (системы водоснабжения) «по горизонтали», т. е. рассмотрим прошлое, настоящее и будущее этой системы. Даже самый краткий экскурс в прошлое показывает,

что развитие цивилизации и система доставки воды (водопроводы, водоканалы и др.) неразрывно связаны друг с другом. Ирригационные системы были основой многих древних цивилизаций. Современный город, дома невозможно представить себе без системы водоснабжения. Именно поэтому «цивилизация без водопровода» кажется абсурдом. Однако не будем спешить с выводами, и с экрана «прошлые подсистемы» переместимся на экран «подсистема (настоящее)». Анализ современной ситуации в системе водоснабжения показывает серьезные противоречия, которые возникают в этой системе. Прежде всего, система водоснабжения неразрывно связана с канализационными системами: сколько мы забрали у природы, столько мы должны в нее и выбросить. Это сразу приводит к серьезным экологическим проблемам в местах забора и выброса канализационных вод. Возникающие при этом проблемы достаточно полно описаны во многих статьях, посвященных этому вопросу. Скорбным памятником этой проблеме стало исчезнувшее Аральское море!

Проблемы возникают не только в водоемах, но и в земле, в которой проходят коммуникации. Добиться абсолютной герметичности водопроводов и канализации невозможно, поэтому земля вокруг них пропитана как губка этой водой. Часто это приводит к очень серьезным экологическим проблемам, повышается уровень грунтовых вод, канализационные воды попадают в систему водоснабжения. Учитывая, что системы водоснабжения и канализации опутали современную цивилизацию подобно кровеносным сосудам, можно говорить о глобальности этой проблемы. Заменить существующие системы или использовать принципиально новые материалы – очень дорого и сложно.

Возникает противоречие: система водоснабжения должна быть, чтобы обеспечивать людей водой, и ее не должно быть, чтобы не создавать многочисленных экологических проблем. Идеальное решение этого противоречия дословно совпадает с уже высказанным нами прогнозом: воду мы должны иметь, но без водопроводов. Таким образом, мы получаем совпадение прогноза «по вертикали» (от БТМ к воде без водопровода) с прогнозом «по горизонтали» связанным с решением противоречий системы водоснабжения.

На основе приведенного примера, кратко сформулируем основные этапы **системного многоуровневого прогноза**.

1. Формулируется прогноз на основе метода разрешения «узловых» противоречий (или на основе другого метода).

2. Делается переход в надсистему или в подсистему: из экрана «будущее системы» к экрану «будущее надсистемы» или к экрану «будущее

подсистемы». Определяется, каким образом должна выглядеть надсистема или подсистема. Таким образом, формируется прогноз по «вертикали».

3. Отбирается объект в надсистеме или в подсистеме, для которого формируется новый прогноз.

4. Для выбранного объекта делается анализ «по горизонтали» (прошрое, настоящее, будущее). Удобнее всего этот анализ делать поэтапно в соответствии с тем, как это описано в методе выявления и разрешения «узловых» противоречий.

5. Сравнить результаты прогноза «по горизонтали» с прогнозом «по вертикали».

6. Если проведенное исследование сделано корректно, то прогноз «по горизонтали» должен совпасть с прогнозом «по вертикали». При этом один прогноз должен дополнять, уточнять или расширять другой.

7. Прогнозы по «вертикали» и по «горизонтали» в принципе могут и не совпасть (правда, в нашей практике такого опыта не было). В этом случае необходимо провести дополнительное исследование. При этом повторный анализ может быть проведен с пункта 1, с пункта 2 или с пункта 3. Возможно, что потребуются дополнительный сбор информации или специальные узкоотраслевые исследования.

8. Взяв за основу вновь полученный прогноз, осуществляем дальнейший анализ с пункта 2. При этом может оказаться необходимым сделать переход в «над-надсистему» или в «под-подсистему».

9. На основе описанной процедуры итерационного многошагового прогноза формируется система взаимосвязанных прогнозов.

4.4. От социально-технического прогнозирования к ТРИЗ-анализу

В социально-технических прогнозах, подготовленных на основе описанных методов, как это ни парадоксально, нельзя видеть картинку реального мира. Это скорее идеальный образ, проект, на основе которого строится реальное здание мира. Например, никто не строил авиацию путем модернизации ковровых изделий, хотя образ «ковра-самолета», безусловно, был одним из существенных двигателей этого процесса. В действительности разделять идеальный образ (прогноз) и реальное построение достаточно сложно. Достаточно вспомнить, например, создание первых автомобилей, которые по существу были экипажем без лошадей. В наше время совершенно очевидно, что прогноз «экипаж без лошадей» – это не устранение лошадей, а изобретение двигателя, всей автомобильной промышленности, давшей новый поворот в развитии нашей цивилизации. Точно также в прогнозе «вода без

водопровода» речь не идет об уничтожении водопровода как такового, а о создании системы изобретений, позволяющих совершенно иначе использовать воду в быту и в промышленности.

Для перехода от идеальных построений прогнозов к принятию конкретных решений необходима дополнительная исследовательская работа, которую мы называли «ТРИЗ-анализ». Этот метод позволяет учесть конкретную ситуацию, конкретное время, место, имеющиеся ресурсы для принятия того или иного решения. В качестве примера можно сослаться на ТРИЗ-анализ каскада Туломских ГЭС (Рубин, 1993). Кроме трех электростанций, каскад содержит ряд других структур, в том числе и участок электрических котельных, который отапливал два поселка. В котлах котельной нагревалась вода, которая по теплосети передавалась в жилые дома и другие здания поселка. Одна из серьезных проблем каскада была связана именно с трубами этой теплосети – они постоянно выходили из строя, большое количество тепла уходило в землю. Уже при самом первом знакомстве с этой проблемой возникает образ прогноза «вода без водопровода». Только в данном случае речь идет не о воде для питья, а о воде для передачи тепла.

Решение возникает само собой: котельную, как таковую, необходимо ликвидировать, а дома отапливать при помощи электронагревательных приборов. Инерция мышления состояла в том, что тепловая энергия, как правило, считается более дешевой по сравнению с электрической. Это справедливо везде, но не в поселке, который непосредственно занимается производством электроэнергии. Уже сам процесс перевода электрической энергии в тепловую с помощью котельных делает эту схему работы не просто экономически не выгодной, но и абсурдной. Вместо того, чтобы доставить электричество непосредственно к домам, создать возможность индивидуального обогрева, использовать возможность контроля потребления энергии с помощью электросчетчиков – вместо всего этого строятся котельные, создается сложная сеть теплоснабжения, набирается огромный штат работников для обслуживания этой системы и создается масса других искусственно возникающих проблем.

ТРИЗ-анализ – это инструмент привязки, адаптации общего прогноза к конкретной ситуации и конкретным ресурсам. ТРИЗ-анализ направлен на выявление основных противоречий конкретной социально-технической системы (города, завода, комбината, коммерческой структуры) и решение выявленных задач. При выборе и постановке этих задач могут быть использованы социально-технические прогнозы. В заключение этого раздела можно сделать следующие выводы.

1. Методология, ТРИЗ применима для прогнозирования развития социальных и социально-технических систем.

2. Предлагаемые методы прогнозирования могут быть использованы и совместно с известными методами количественного и качественного прогнозирования.

3. Методы ТРИЗ дают подход к решению задач прогнозирования на основе системного прогностического проектирования, возникает возможность создания научно-обоснованного подхода к прогнозированию.

4. Предлагаемые методы универсальны, могут использоваться и для прогнозирования, и для ТРИЗ-анализа социально-технических систем, и для решения конкретных задач. Таким образом, создается единый методологический подход в развитии социально-технических систем – «прогноз – анализ конкретной системы – решение возникающих задач».

