

АБОВСКИЙ Н. П.

**УЧИТЬСЯ
ИЗОБРЕТАТЬ
САТМ-ТРИЗ**

Красноярск
2008

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИНСТИТУТ ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА, УПРАВЛЕНИЯ И
РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ

Кафедра «Строительная механика и управление конструкциями»

АБОВСКИЙ Н. П.

УЧИТЬСЯ ИЗОБРЕТАТЬ

САТМ-ТРИЗ

Красноярск
2008

ВСТУПЛЕНИЕ

Можно ли научиться изобретать?

Ответ на этот вопрос в середине прошлого века был отрицательным. Затем была разработана Г.С. Альтшуллером теория решения изобретательских задач (ТРИЗ) и обучение изобретательству охватило значительный круг людей, начиная со школы. Эта теория явилась как обобщение большого накопленного опыта (базиса) изобретательских патентов. Опирается ТРИЗ на сорок деловых приемов для устранения технических противоречий.

Позднее был разработан и сформулирован системный алгоритм творческого мышления (САТМ), который отражает мировоззренческую диалектическую позицию познания. Такой системный подход позволил найти контакты с ТРИЗ и сделать некоторые обобщения. Например, дополнить перечень деловых приемов для преодоления противоречий.

САТМ базируется на триаде: системный подход - законы развития – методы принятия решений.

САТМ применим не только для изобретательской деятельности, но и в образовательной и научной работе.

САТМ помогает найти и видеть новые подходы и принципы, альтернативные традиционным, на основе которых рождаются изобретения.

Овладение САТМ способствует формированию творческой личности, сознательному осмыслению возникающих проблем и поиску новых изобретательских решений.

САТМ получил признание в ряде центральных изданий, а также на международных конференциях по искусственному интеллекту.

На основе САТМ автором получено более полусотни изобретений.

Можно и нужно учиться изобретать!

ЧАСТЬ I.

СИСТЕМНЫЙ АЛГОРИТМ ТВОРЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ

Предлагается системный алгоритм творческого мышления (САТМ), основанный на триаде: системный подход – законы развития – методы принятия решений, который представляет эволюционную интеллектуальную систему. В разделе II дано описание сущности системного алгоритма и его применение в изобретательской, образовательной и научных сферах деятельности по опыту Красноярской высшей школы. Представлен вариант системного тестирования понятий и знаний. Приведены сведения об эффективности разработанного системного подхода к творческому мышлению.

Глава 1.

СУЩНОСТЬ СИСТЕМНОГО АЛГОРИТМА ТВОРЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ

Активная творческая деятельность базируется на системном подходе, на для закономерностях функционирования и эволюции систем и на многообразных методах принятия решения (см. часть I).

Целью творческого (рационального) мышления является поиск (принятие) решения некоторой проблемы, рожденной определенной потребностью, в соответствии с действующими закономерностями и условиями развития данной системы, ориентированной на достижение желаемой цели. Выделим основные этапы данного творческого поиска.

1. Прежде всего, необходимо определить систему, в рамках которой возможно решение данной проблемы. Выбор такой системы является важнейшим ключевым фактором. Ее выбор обычно осуществляется на интуитивном уровне, на некотором видении (догадке), и не поддается, как правило, формализации. Во многих задачах выбор системы содержится в наборе необходимых данных, в постановке задачи. Понятно, что неудачно или неверно выбранная система не позволит получить рациональное решение.

При построении системы необходимо убедиться в том, что она содержит полный (целостный) набор функциональных элементов, что связи между этими элементами таковы и так расставлены, что обеспечивается функционирование системы в направлении желаемого результата (цели). Отсутствие (или нарушение) хотя бы одного из этих трех факторов (полного набора элементов и правильной расстановки связей для возможного достижения цели) делает систему неполноценной, а решение проблемы невозможной (нерациональной).

Таким образом, под системой понимаем полный (целостный) набор функциональных элементов, связанных между собой так, что возможно достижение желаемой цели.

Обратим внимание на то, что здесь рассуждения ведутся на **функциональном** (а не на структурном) уровне элементов и связей. Такой функционально-структурный подход закладывает априори возможности в последствии многовариантного выбора структур, удовлетворяющих данной функциональной системе, т.е. обеспечивается на стадии принятия решения возможность выбора рациональной структуры из набора возможных структур.

Отметим, что формирование системы должно осуществляться в соответствии с объективными закономерностями развития (эволюции) систем подобного типа. Например, технической системы – это переход от ручной к механизированной, затем к автоматизированным технологиям с использованием более совершенных материалов и источников энергии и т.п.

2. Выбранная система подвергается выявлению и анализу внутренних закономерностей функционирования системы и связей ее с внешней средой с целью **выявления противоречий** (трудностей). Необходимо выявить главные наиболее существенные противоречия, затрудняющие успешное функционирование данной системы.

3. Поиск путей и средств **преодоления выявленных противоречий** – важнейший этап мышления. Для технических систем здесь используются известные фонды физических эффектов, новые достижения науки и техники. Не исключено, что на этом этапе возможно придется внести изменения в исходную систему (например, расширить ее путем введения дополнительных элементов), а затем повторить этапы 1 и 2. На этом этапе желательно найти такую идею, которая бы в принципе успешно преодолевала выявленное основное противоречие в своей основе или содержала большой «запас эффективности», позволяющий потратить на преодоление малосущественных вопросов 10-15% этого запаса и априори гарантировать успех. Такого рода идеи автору посчастливилось осуществить, например, в изобретениях (см. раздел II):

- новых сталежелезобетонных конструкциях, синтезирующих лучшие свойства пространственных железобетонных и металлических конструкций;
- пространственных фундаментных платформах, позволяющих строить в сложных грунтовых условиях, используя свойства слабых грунтов и снижающих уровень сейсмического воздействия;
- мобильных регулируемых опор под надземные магистральные трубопроводы, объединенных с фундаментной плитой, позволяющих сохранить окружающую экологию в северных территориях и др. ;
- ряд конструкций, основанных на идее энергетического преобразования и перераспределения энергии;

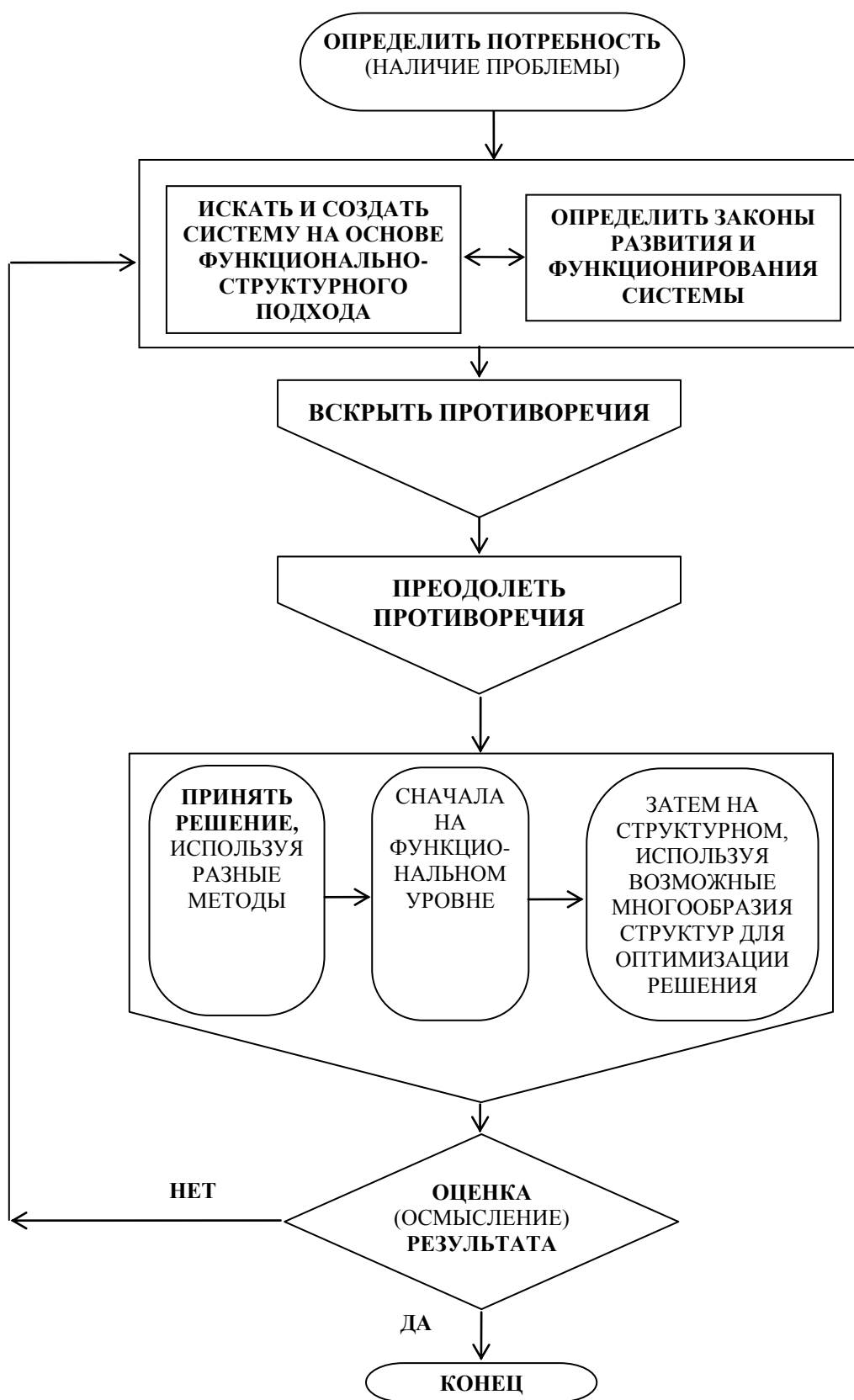


Рис.1. Системный алгоритм творческого мышления (САТМ)

4. Опираясь на принятый вариант преодоления противоречий, можно приступить к **формированию структуры, выбору ее лучшего варианта из многообразия возможных**. Здесь целесообразно использовать известные различные методы принятия решений (мозговой штурм и др.). Заметим, что некоторые из этих методов могли быть использованы и на предыдущих этапах алгоритма, например для выбора системы.

5. **Оценка принятого решения** завершает цикл творческого поиска. Необходимо не только оценить эффективность принятого решения, но и рассмотреть те проблемы, которые возникают после реализации данного решения. Известно, что решение одних проблем, порождает новые.

Процесс заканчивается, если желаемое достигнуто. Если же нет, то необходимо вернуться к этапу 1, внести изменения (часто дополнения) в исходную систему и повторить процесс на новом витке поиска.

Схема данного алгоритма приведена на рис. 1.

Глава 2. **ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ** **НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ САТМ:**

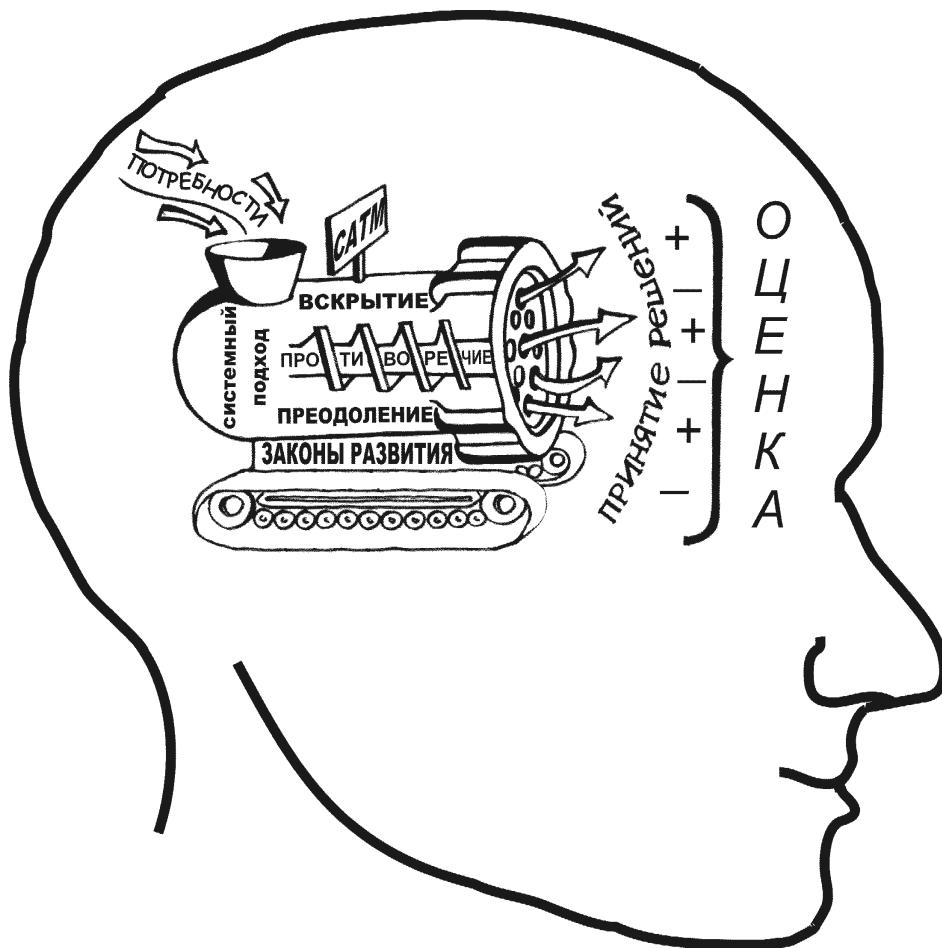
1. На первом этапе исследования потребности следует узнать, как ранее эта потребность удовлетворялась, Поэтому надо изучить старую систему: ее целостность, элементы, связи, ограничения, взаимодействие со средой, ее функциональность и наличие противоречий, неиспользованные ресурсы, выбрать и обосновать критерии оценки результата (старого и желаемого), проанализировать с позиции надсистемы (расширенной системы).

2. Для **вскрытия противоречий** целесообразно построить модель системы ее входы и выходы, выявить управляемые (изменяемые) и неуправляемые (неизменяемые) параметры, их взаимосвязи и соподчинение, продумать, нельзя ли снять ограничения или перевести некоторые неуправляемые параметры в управляемые, выявить зависимости от качества и точности входной информации, проанализировать влияние окружающей среды на систему, уточнить или изменить цели (выходы) Выяснить тенденции (законы) развития, которым подчинен данная система. Определить идеальный вариант решения.

3. Для **принятия решений** с целью вскрытия противоречий использовать разнообразные методы, в том числе логику, инверсию, эвристику и др.; информационный фонд физических эффектов: новые научные и технические достижения; осуществить поиск концепции системы: определить функциональные модули и построить функциональную схему системы: затем разработать варианты различных структурных модулей и выбрать из них более эффективную.

4. **Осмысление результата** включает оценку последствий принятого решения, возникновения новых проблем, а также возможность обобщений и расширений, постановки новой задачи с качественно новым замыслом. Этому способствует выявление причинных связей между входом и выходом, есть ли обратная связь, воздействие выхода на вход.

Примечание. Все этапы САТМ отражают объективные требования, не зависящие от субъективного человеческого фактора. Эту объективную сущность надо ясно осознавать в творческом мышлении. Влияние человеческого фактора всегда возможно и его необходимо учитывать, чтобы не допустить искажений реальности. Эти аспекты нуждаются в отдельном обсуждении. В научных исследованиях и изобретениях, отражающих объективные закономерности и факты, субъективизму нет места.



ЧАСТЬ II. СИСТЕМНЫЙ АЛГОРИТМ ТВОРЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ В ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

ГЛАВА 1. ПОИСК ЭФФЕКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА В СЛОЖНЫХ ГРУНТОВЫХ УСЛОВИЯХ И СЕЙСМИКИ

1.1. Особенностью данной изобретательской темы является то, что имеется существенная неопределенность со стороны внешних воздействий (например, возможных просадок и неравномерного деформирования грунтов и их параметров, также величины сейсмического воздействия, отставания теории и т. п.). Эта проблема не решается «в лоб», но строить надо. Предложен обходной принцип решения подобных проблем, который состоит в том, чтобы создать конструкцию, малочувствительную к таким негативным неопределенным условиям.

1.2. Создание пространственных фундаментных платформ (ПФП) для строительства в сложных грунтовых условиях и сейсмичности

Пример 1.

Потребность в эффективном решении данной проблемы очевидна, так как имеются много «неудобных» земель, а строить надо эффективно, надежно и недорого.

Противоречия: существующие методы, как правило, нацелены на усиление слабых грунтов или пренебрежения их несущими свойствами (например, путем использования свайных фундаментов) и приспособлений традиционных фундаментных конструкций к этим условиям.

Преодоление противоречий: создание сплошных пространственных фундаментных платформ (ПФП), которые обладали бы большой распределительной способностью передачи нагрузки на грунт и тем самым позволило бы использовать слабые свойства грунтов (без их усиления) и быть малочувствительными к их возможному неравномерным осадкам (просадкам). Примеры по аналогии:

1. человек для ходьбы по снегу не занимается усилением снега, а создает конструкцию лыж;
2. на воде создается определенная форма корабля.

Принятие решений: ПФП придана форма системы пересекающихся многодвутавровых железобетонных балок (верхняя и нижняя плиты, соединенные системой ребер), обладающие повышенной жесткостью при эффективном расходе материала. Внутреннее пространство ПФП используется для совмещения функций: для утепления, для размещения оборудования или как проветриваемое подполье, а наружная поверхность

ПФП служит несущим полом. Для повышения жесткости верхнее строение соединяется с ПФП в цельную замкнутую конструкцию (систему).

Многовариантность решения: разработаны и запатентованы монолитные, сборные и сборно-монолитные ПФП [патенты № 38789, 45450, 50553, 2273697, 2206665, 55388, заявка № 2007116526] [18-23], в том числе для зданий и сооружений и резервуаров [патенты №22115852, 29738, 53342, 59650, 63375] (рис. 1,2,3) [24-287].

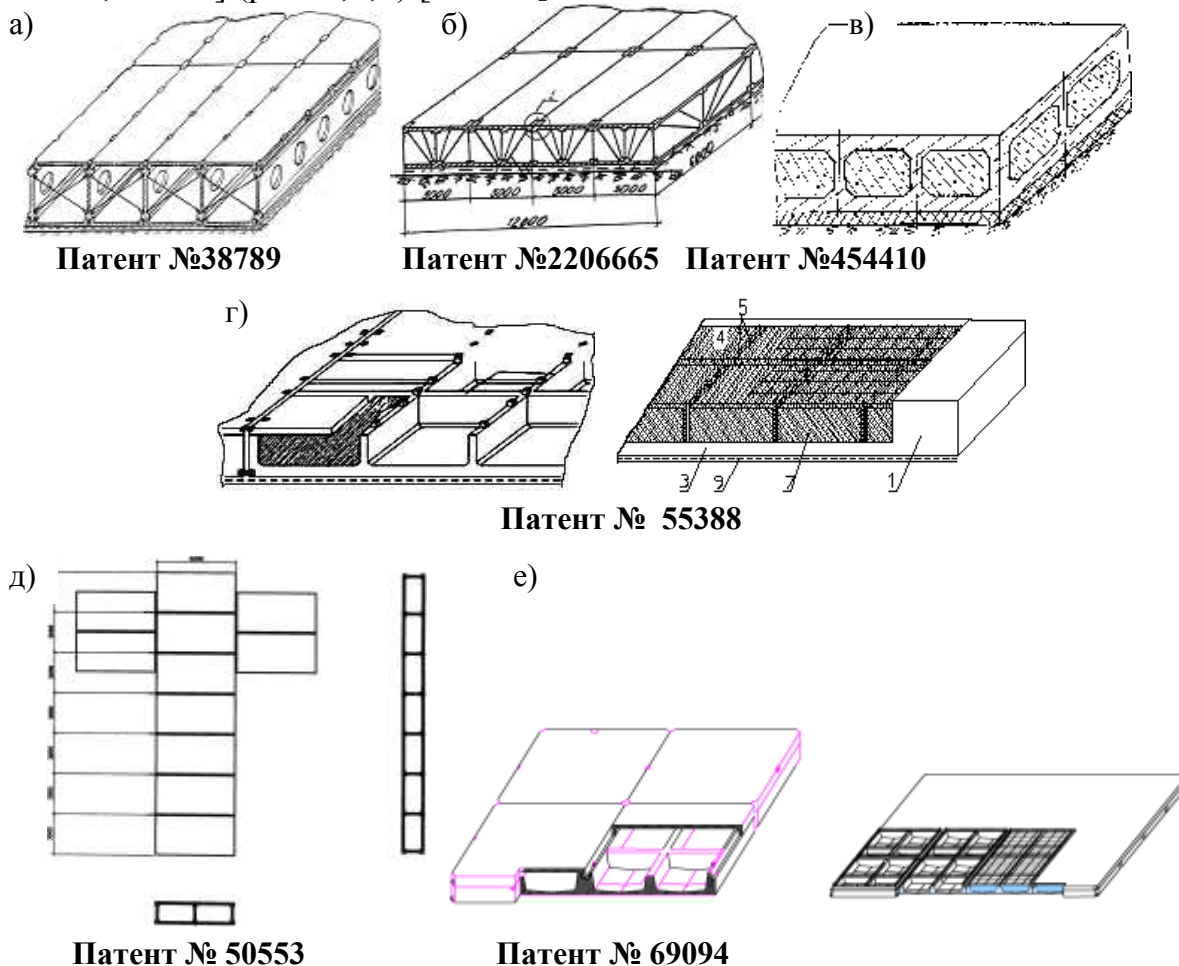


Рис. 1. Пространственные фундаментные платформы для строительства на слабых и вечномёрзлых грунтах: а) сборная железобетонная платформа (патент №38789); б) сборная железобетонная фундаментная платформа (патент №2206665); в) монолитная фундаментная платформа (патент №454410); г) сборный и монолитный варианты (патент № 55388); д) пространственная фундаментная платформа под агрегаты с динамической нагрузкой (патент № 50553); е) пространственная железобетонная в сборном и сборно-монолитном вариантах патент № 69094)

Пример патент № 45410. Монолитная пространственная фундаментная платформа выполнена из двух тонких железобетонных фундаментных плит, расположенные одна над другой, монолитно скреплены между собой перекрестными железобетонными балками. Пространство между перекрестными железобетонными балками заполняется утеплителем, например керамзитом. Между монолитной пространственной фундаментной плитой и основанием расположен скользящий слой из материалов с низким значением коэффициента трения.

В развитии этих патентов разработаны и запатентованы здания замкнутого типа и сооружения и резервуары, объединенные с пространственными платформами [патенты №2215852, 29738, 59650, 63375] (рис. 2,3) [23-28].

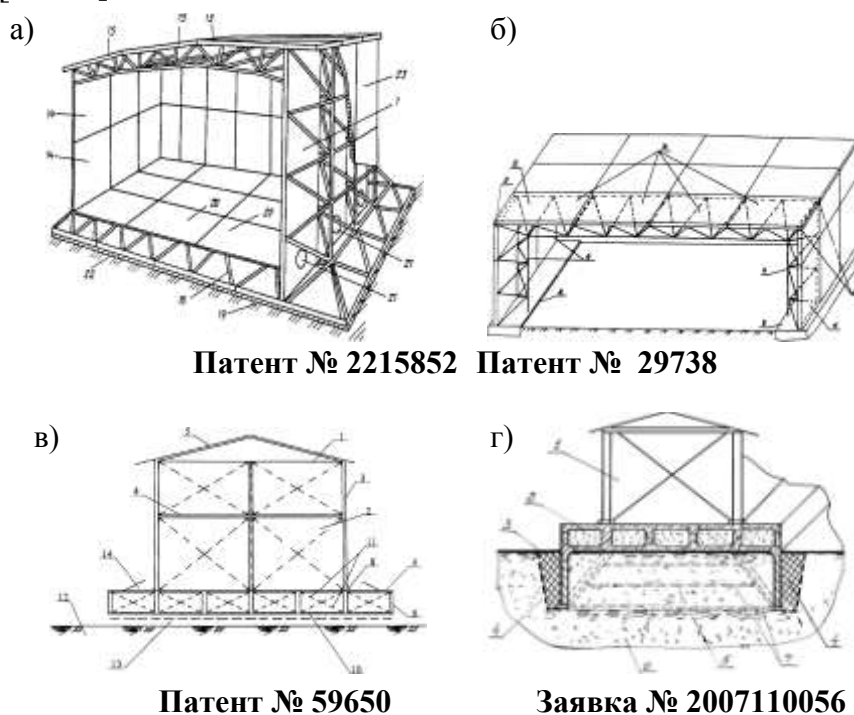


Рис. 2. а) полносборное здание и сооружение замкнутого типа (патент № 2215852); б) полносборное здание из сталежелезобетонных элементов (патент № 29738); в) сейсмостойкое малоэтажное здание, сооружение (патент № 59650; г) пространственная фундаментная платформа под здания и сооружения (заявка № 2007110056)

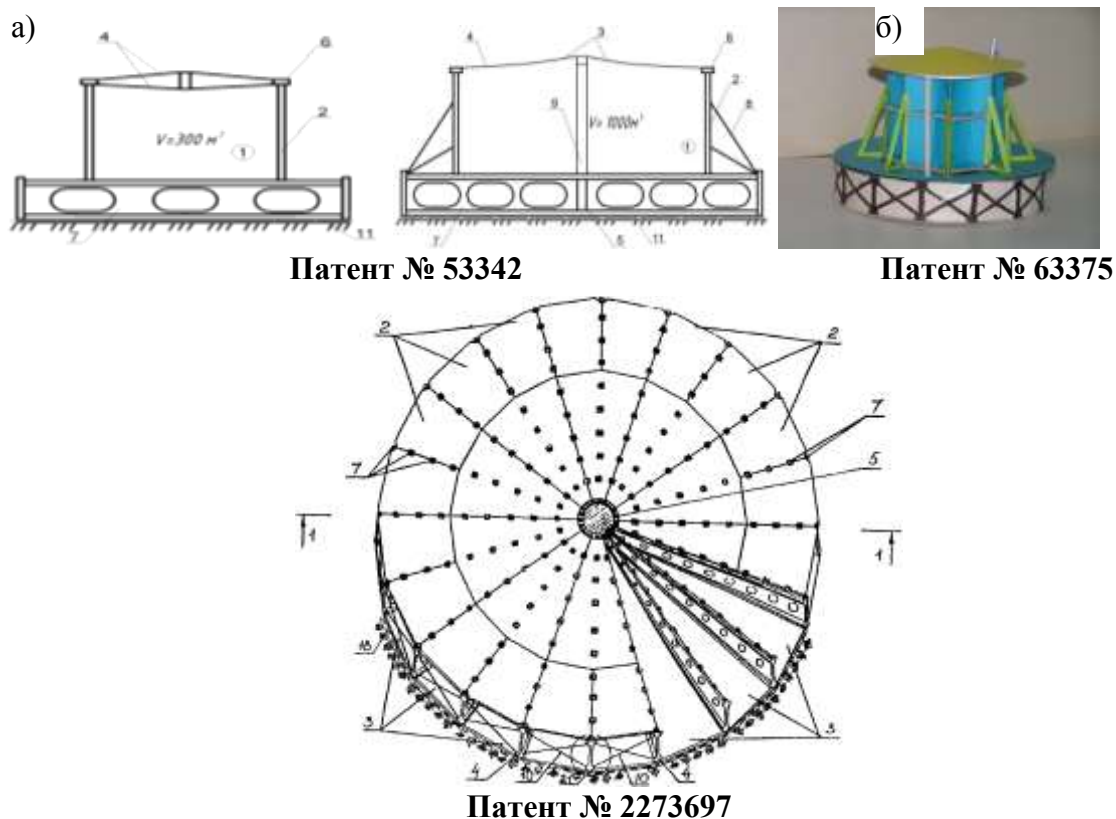


Рис. 3. а) вертикальный сборный резервуар (патент № 53342); б) восстановление металлического резервуара (патент № 63375) в) патент № 2273697 пространственная фундаментная платформа, объединенная с резервуаром в замкнутую конструкцию

Пример, патент № 59650. Сейсмостойкое малоэтажное здание, сооружение содержит верхнее строение и фундамент, которые соединены прочно конструктивными связями в цельную замкнутую пространственную систему типа коробки или пространственного каркаса. Фундамент выполнен в виде незаглубленной в грунт сплошной фундаментной пространственной платформы, состоящей из верхней и нижней плиты, скрепленных между собой перекрестными балками, между которыми имеются пустоты, а пространство между ними заполнено утеплителем, например керамзитом. Верхние плиты совмещены с полом первого этажа здания. Между пространственной платформой и выровненным основанием расположен скользящий слой, выполненный например, из нескольких слоев полимерной пленки, например, полиэтилена, с просыпкой инертным материалом, Под фундаментной платформой или вблизи ее расположены автономно в грунте подвал и подземные проходные и полупроходные каналы для прокладки коммуникаций, в фундаментной платформе размещены люки с крышками для спуска в подземную часть здания, причем подвал, подземные проходные

и полупроходные каналы для прокладки коммуникаций не имеют прочностных связей с пространственной платформой, имеют собственные фундаменты, стены и перекрытия, стыки между трубами в каналах и вводах в дом предусмотрены с гибкими вставками, не препятствующими возможным малым взаимным смещениям.

Пример 2. Приведем пример применения данного алгоритма для создания сейсмостойких конструкций. Есть **потребность** строить здания в **сейсмических районах**. Выбранная **система** состоит из верхнего строения, фундамента и основания, на которое оказывает действие сейсмическая волна. Далее это сейсмическое воздействие распространяется на верхнее строение, вызывая его деформацию и возможное разрушение. В типичных конструкциях для снижения сейсмического воздействия на верхнее строение между фундаментом и верхним строением располагаются демпфирующее устройства.

Противоречие между основанием и фундаментом, т.е. основание, которое должно воспринимать нагрузку от фундамента, передает на фундамент негативное горизонтальное сейсмическое воздействие. Кроме того, расположение демпфирующего устройства между фундаментом и верхним строением нарушает целостность всего сооружения, влияет на его прочность и деформативность, так как разделяет его на части.

Преодоление противоречия: изолировать фундамент от сейсмического воздействия и обеспечить целостность сооружения (фундамента и верхнего строения). В идеальном варианте изолированному от основания фундаменту и верхнему строению сейсмическое воздействие недоступно. Практическая конструктивная реализация состоит в том, что между основанием и фундаментом (в виде сплошной фундаментной платформы) располагается скользящий слой с низким коэффициентом трения, так что в значительной мере ограничена передача горизонтального сейсмического воздействия от основания на фундамент. При этом верхнее строение соединено с фундаментом в цельную систему [26].

Принятое решение фактически заложено в идее, преодолевающей противоречие и конструктивные решения приведены на рис. 1,2,3.

Оценка результата – цель достигнута и реализована в патентах [22,24 и др.].

ГЛАВА 2.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К КОНСТРУКТИВНЫМ РЕШЕНИЯМ

2.1. Пример изобретений на основе преобразования части внешней энергии

Потребность: необходимо повышение эффективности (например, снижение веса) и снижение аварийности.

Система: традиционные строительные конструкции делают обычно неизменяемыми, без обратной связи и управления НДС.

Противоречие: поток энергии внешних воздействий рассматривается при проектировании как некая агрессия, на максимум сопротивления которой создается конструкция. Энергия внутреннего деформирования конструкции должна противостоять внешнему энергетическому воздействию. Противоречие состоит в том, что обычно эти процессы не рассматриваются с энергетических позиций и потому не используются приемы преобразования и перераспределения этой энергии для целей повышения эффективности и без аварийности работы конструкции.

Преодоление противоречий: часть внешней энергии («зло») может быть преобразована и использована для повышения сопротивляемости конструкций, т.е. в «добро».

Принятие решений:

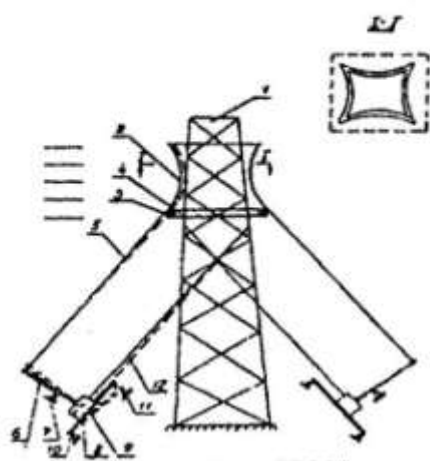
1. Отбирается часть внешней энергии (например, ветра или водного потока патенты № 2041535, 2069029, 2068918, 2090693, 2050755) [29-42], ее аккумулируют (например, с помощью паруса), а затем с помощью актуатора (например, рычага) перенаправляют ее воздействие в сторону противодействия.

На таком принципе запатентован ряд устройств для разных конструкций (патенты № 2041535, 2090693, 2105853, 2120515) [9,42]:

Пример патент № 2105853. Устройство автоматического управления деформированием высокой башни состоит из деформированной высокой башни, ствол которой соединен тросами-оттяжками с грузами-противовесами, расположенными на наклонных площадках, закрепленных на анкерных фундаментах, снабжена устройством автоматического управления ее деформированным состоянием от ветрового воздействия, которое выполнено в виде системы парусов-полотнищ на подвижных опорах, расположенных на горизонтальной площадке в верхней части башни. В наземной части имеются неравноплечие рычаги, концы которых соединены с грузами-противовесами, установленными на наклонной площадке. Паруса-полотнища на подвижных опорах соединены управляющими тросами с концами неравноплечих рычагов, на противоположном конце которых имеются грузы-противовесы, соединенные с тросами-оттяжками, другие концы которых прикреплены к стволу башни под наклонной площадкой.

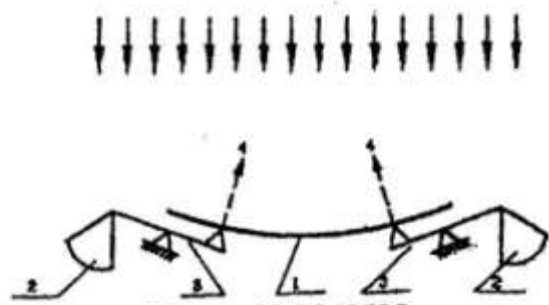


Энергетическая система обеспечения САУ НДС



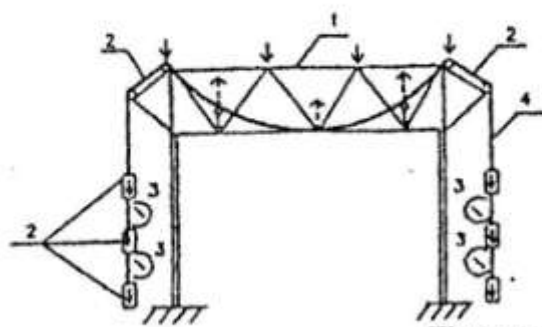
Патент № 2105853

Устройство автоматического управления деформированием высокой башни



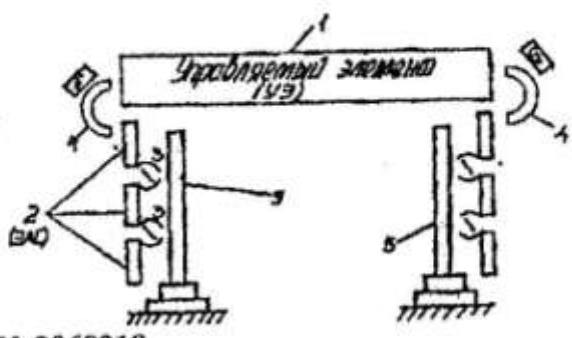
Патент № 2041535

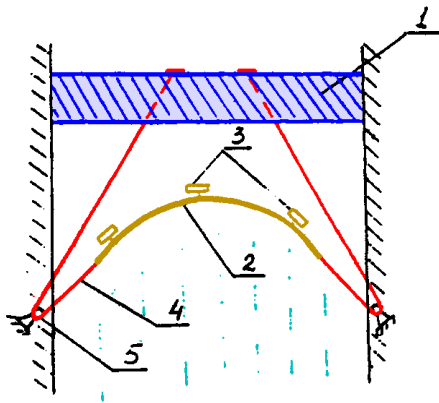
Способ предотвращения деформации зеркала антенны



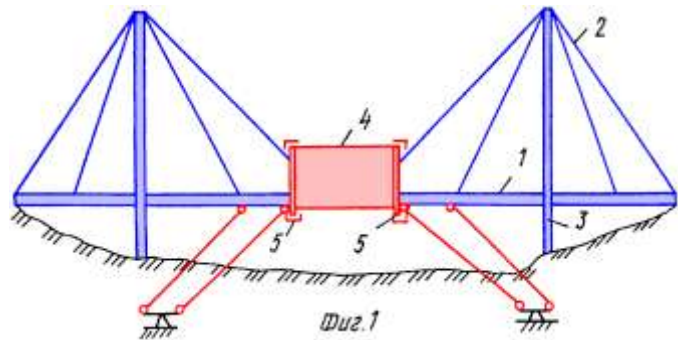
Патент № 2068918

Способ управления строительными конструкциями





Патент № 2090693
Автоматическая защита
плотины



Патент № 2120515
Устройство защиты моста от бокового
ветра

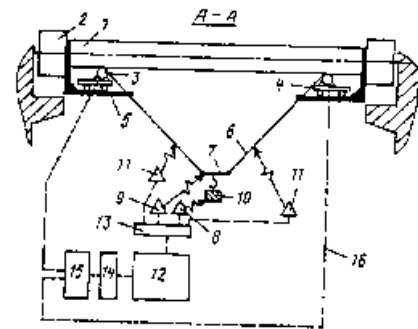
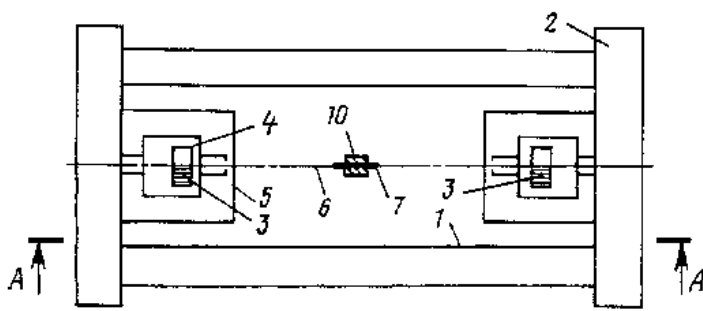
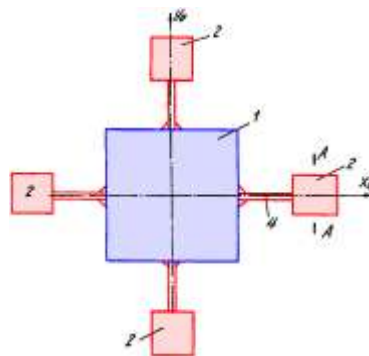


Рис.5.122. Козловой кран

Патент № 2090486
Автоматическое управление НДС крана



Патент № 2087622
Сейсмостойкое здание, сооружение

Пример, для зданий (сооружений) применен такой порядок монтажа, т.е. постепенного нагружения собственного веса или дополнительными грузами, при котором происходит частичное разгружение ранее смонтированной части [патенты № 2105853, 2090693] [9].

2.2. Пример энергетического подхода к конструированию за счет преобразования и перераспределения внутренней энергии деформации.

Потребность: повышение эффективности конструкций.

Противоречие: внутренняя энергия сопротивления при деформировании конструкции распределяется по ее частям неравномерно. Разгружаются отдельные части (сечения), а другие остаются целыми.

Преодоление противоречия: существует целесообразность распределить и перенаправить внутренние энергетические потоки в более опасные места, отобрав часть энергии из других менее опасных мест.

Принятие решения:

2.2.1. Перераспределение энергии можно осуществить при помощи рычажных и блочных устройств, усилив опасные места [патент № 2068918] [9,42] или повысить жесткость или уменьшить амплитуду колебаний. 2.3. О равнопрочных конструкциях

В ряде случаев целесообразно в конструкции «выровнять» напряжения в опасных сечениях приблизив конструкцию к равнопрочным, т.е. например, надо создать устройство, обеспечивающее создание уравнивающего процесса. В природе есть много процессов, которые стремятся к выравниванию потенциалов, к уравниванию (например, с помощью электрической схемы Уитсона, сообщающихся сосудов и др.). Соединяя конструкцию с подобными равновесными процессами, можно добиться автоматического результата (патент с мостом Уитсона № 2010345) [41].



Рис. 5. Автоматическое управление напряженно-деформированным состоянием шпрингельной балки (патент № 2010345)

Примечание. Отметим, что в приведенном примере изобретения основаны на достаточно общих принципах, используя которые можно продолжить серию конкретных изобретений.

ГЛАВА 3. ПРИМЕР СОЗДАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ, СОХРАНЯЮЩИХ ЭКОЛОГИЮ СЕВЕРНЫХ ЗЕМЕЛЬ СИБИРИ

Потребность: при освоении Сибирских территорий необходимо максимально сохранять почвенный покров для тундровых и вечномёрзлых грунтов.

Противоречие: традиционные заглубленные фундаменты (или прокладка трубопроводов) не приемлемы по требованиям экологии и прочности. К тому же, например, последующая разборка трубопроводов весьма затратна. Свайные фундаменты не оправдали себя.

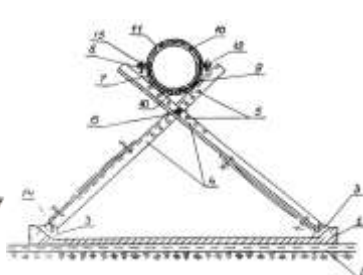
Преодоление противоречия: фундаменты должны быть поверхностными, без заглубления, не допускающими оттаивания грунтов и быть малочувствительными к неравномерным деформациям [57,58,48].

Принятие решений: 1. Применение сплошных надземных пространственных фундаментов (ПФП) с проветриваемым подпольем для зданий и сооружений патенты №№ 38789, 45410, 2206665, 50553, 55388, 2273697, заявка № 2007110056, 2007116526] [19-24] , в том числе для резервуаров [патенты №№ 53342, 63375, 2273697] [18,25]. 2. Для прокладки надземных магистральных трубопроводов использовать мобильные регулируемые опоры, объединенные с фундаментной плитой [патенты №№ 2246657, 41829, 49251, 53008, 60669 [18,25].

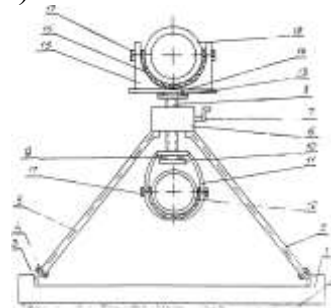
а)



б)



в)



а) Опора надземного трубопровода б) Патент № 2246657 в) Патент № 41829

Рис. 1. Мобильные опоры, объединенные с фундаментными плитами, под надземные трубопроводы различного диаметра для строительства в сложных грунтовых условиях с регулируемой высотой установки, не требующие практически земляных работ, забивки свай и пр. а) образец регулируемой опоры; б) опора надземного трубопровода, патент № 2246657; в) регулируемая опора надземного трубопровода патент № 41829

Примечание: В этой брошюре не ставится задача ознакомить с инструктивными государственными правилами оформления заявки на изобретение (для этого есть много разных книг и пособий). Главное здесь в приведенных примерах научиться находить новизну и изобретательскую сущность.

ГЛАВА 4. ПРИМЕР СИСТЕМНОГО ПОДХОДА К УСТРАНЕНИЮ НЕЖЕЛАТЕЛЬНЫХ ПОМЕХ

Известно, что во многих приборах и устройствах, например в радиотехнике, возникают разные помехи, вызванные механическими деформациями (от нагрева, нагрузки и т.п.). Для преодоления этих помех часто принимают решения о повышении мощности излучения и других радиотехнических параметров, т.е. на причины механической природы воздействуют устройства другой природы. Такая несистемность подхода повышает затраты и снижает эффективность. Примером решения подобного изобретательского решения является стабилизация механическим путем (на основе автоматического управления) параболической формой антенны от ветрового воздействия (см. Главу 2) [патенты № 2041535, 2050755].

ГЛАВА 5. УЧИТЬСЯ ИЗОБРЕТАТЬ ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ТРИЗ. САТМ. ДЕЛОВЫЕ ИГРЫ

5.1. Талантливое мышление — что это такое?

Цель: на основе изучения (анализа) серии изобретений и патентов по конструкциям постараться сделать обобщения способов преодоления противоречий, стремясь создать банк соответствующих данных. В итоге, по возможности, сформулировать принципы развития конструкций, способы активного воздействия на их работу, совершенствование и т.д.

Участники игры: студенты старших курсов и магистранты, выполняющие курсовые проекты по конструкциям (одним из элементов которых должен быть патентный поиск), и преподаватели кафедр конструкций и строительной механики, патентоведы и другие специалисты.



Как научиться изобретать? Раньше считалось, что этому нельзя научиться, что это дар от бога. Теперь же есть большая и довольно систематизированная литература по этому вопросу.

Изобретение можно определить, как принятие некоторого творческого решения. Стратегический путь изобретательства часто лежит через анализ недостатков существующей конструкции и их преодоление. Здесь используют систематический поиск, эвристический подход, бионику и многое другое.

Вступительное слово Г.С.Альтшуллера [48]: «Сделать изобретение — значит, придумать такую техническую систему, которая не имеет противоречий, присущих предшествующей системе».

Точно так же — сделать открытие — значит, придумать такую теорию (научную систему), которая не имеет противоречий, присущих предшествующей теории» [48].

ТРИЗ (теория решения изобретательских задач) — новая технология решения творческих задач, которая учит решать изобретательские задачи по “формулам” и по “правилам”. “Закономерности развития систем проявляются в технике отчетливее...”, чем в других областях, и поэтому “революция в способах решения задач не случайно началась именно в технике”[39].

ТРИЗ основывается на том, что технические системы развиваются не хаотично (как попало), а по определенным законам, которые можно познать и использовать для решения новых изобретательских задач. С этой целью анализировались десятки и сотни тысяч патентов и авторских свидетельств.

В результате выработана система правил (стандартов) и АРИЗ (алгоритм решения изобретательских задач). Имеет и пополняется информационный фонд (типовые правила для устранения технических и физических противоречий). Сформулированы законы развития систем. Используется вепольный (от вещество и поле) анализ — особый способ записи преобразования систем в ТРИЗ.

Вопросы участников игры к Г.С. Альтшуллеру:

1. Если все эти изобретения будут осуществляться по “правилам” и “формулам”, то возможны ли изобретения вне этих правил и формул?

Созданные формулы, правила, алгоритм изобретений являются обобщением пока известного знания. А как же быть с теми изобретениями, которые грядут на основе новых знаний (развития науки)? Кто и когда будет создавать и открывать новые правила?

2. Такое впечатление, что приведенные правила и формулы разработаны для техники машиностроения, радиоэлектроники и т.п. А для строительных конструкций, в том числе для создания узлов, армирования конструкторских схем и т.п. — не получили развития и применения?

3. Известно, что каждая теория имеет свои гипотезы — ограничения. Если ТРИЗ — теория, то каковы ее гипотезы — ограничения?

4. Предусмотрен ли в ТРИЗ учет региональных экономических, социальных и других специальных систем? Для технических систем? Например, возможно ли создание технической системы инженерного обеспечения комфорта сибирского дома?

В результате обсуждения вопросов и ответов участники приходят к выводам, которые, по мнению автора, могут выглядеть следующим образом:

1. Действительно, на основе анализа и обобщения некоторого множества изобретений можно “выудить” определенные правила, построить алгоритм. Но в этом и ограничение по области исходных данных, а следовательно, и в области теоретического прогноза новых изобретений.

2. Хорошее знание приемов заметно повышает творческий потенциал изобретателя. Видимо, к 40 приемам можно добавить еще и другие, новейшие, в том числе региональные, экономические, социальные. В этом обобщение коллективного опыта.

3. Необходимо обобщение и накопление такого опыта в каждой отрасли, в том числе, и в строительстве. Хорошо, если бы это делали специалисты ВНИИГПЭ (но, увы, они только принимают и рассматривают заявки).

5.2. Вариант деловой игры в студенческой группе

Цель: выявление основных приемов (правил) устранения противоречий (аналогичных приведенным в главе 5) в области строительных конструкций.

Исходный материал: некоторая серия авторских свидетельств (например, узловые соединения и др.).

Участники игры: (студенты, изучающие авторские свидетельства, эксперты, редакционная группа) в ходе совместного анализа исходного материала формируют приемы устранения противоречий, обсуждают рождающиеся идеи.

В ходе анализа можно руководствоваться следующими методическими соображениями: сначала уточнить главную функцию системы, а затем вредных факторов, которые надо преодолевать, и элемент, порождающий это вредное качество (наряду с его полезными качествами).

Результат анализа формируют в виде технического противоречия по отношению к выделенному элементу и главной функции системы.

Потом из смысла изобретения выявляют прием устранения данного противоречия, которым пополняют список приемов устранения технических изобретений.

Игра прививает “вкус” к изобретательской деятельности и порождает накопление основных приемов.

5.3. Тема — задание для деловой игры

Установить связь между принципами создания пространственных конструкций [45], приемами устранения технических противоречий и законами развития систем (прил. 2 и 3).

Указание: убедитесь в том, что принцип региональности и принцип комплексного подхода к выбору параметров системы не имеют аналогов в приемах и законах, приведенных в прил. 2 и 3.

5.4. Конкретизация темы-задания применительно к сталежелезобетонным фермам

Исходный материал: изобретение сталежелезобетонных ферм [45] базируется на преодолении противоречия между эффективностью использования металла в различных зонах современных металлических структур, а также железобетонных оболочек на пролет типа КЖС, и построено на следующих принципах:

— каждый материал в комбинированной конструкции должен быть поставлен в наиболее выгодные условия работы;

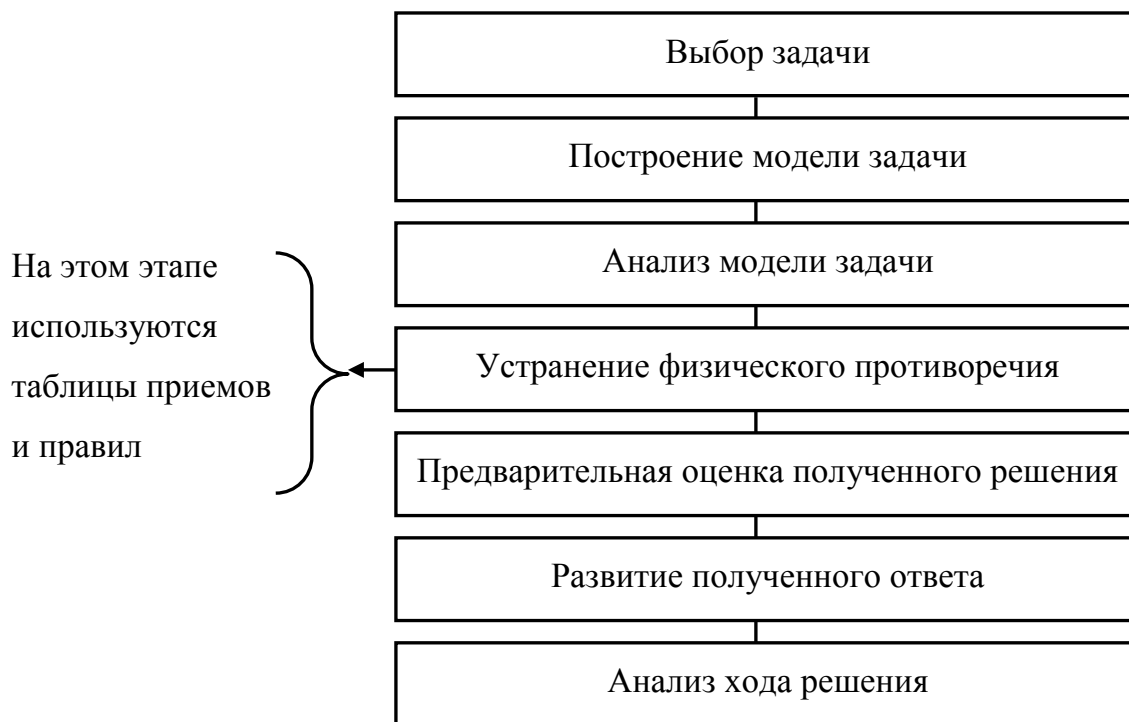
— соотношение (пропорции) разных материалов в комбинированной конструкции должно соответствовать рациональной гармоничной работе во всей конструкции в целом (в частности, в СЖФ тяжелого железобетона должно быть как можно меньше);

— сборность конструкции должна удовлетворять как условиям раздельного производства металлических и железобетонных изделий, так и региональным условиям (в частности, возможности доставки — транспортировки конструкций в удаленные районы);

— унификация элементов и всей конструкции для целой серии пролетов.

Приложения к главе 5 «Учись изобретать технические системы»

Алгоритм решения изобретательских задач
АРИЗ-77 [1]



Детализация АРИЗ-77 на каждом шаге связана с тем, что указаны определенные правила (и вопросы), которыми следует пользоваться.

Приложение 2 к главе 5 Сорок деловых приемов Альтшуллера для устранения технических противоречий

1. Принцип дробления (разделения на независимые части, способности, увеличения степени дробления).
2. Принцип вынесения (отдельной мешающей части).
3. Принцип местного качества (переход от однородной структуры к неоднородной, созданию благоприятных условий работы для каждой части объекта, каждая часть объекта выполняет различные функции).
4. Принцип ассиметрии (переход от симметричной формы к несимметричной, увеличение степени ассиметрии).
5. Принцип объединения (во времени и в пространстве однородных объектов, выполняющих смежные операции).
6. Принцип универсальности (выполнение одним объектом нескольких функций).

7. Принцип “матрешки” для размещения объектов.
8. Принцип антивеса (компенсация веса объекта за счет взаимодействия со средой или соединения с другим объектом, обладающим подъемной силой).
9. Принцип предварительного антидействия (действию предшествует преднамеренное антидействие).
10. Принцип предварительного действия (заранее полностью или частично выполнить действие, заранее создать условия для благоприятности, удобства действия, например, за счет расположения объектов).
11. Принцип “заранее подложенной подушки” (повысить надежность системы подготовленными аварийными средствами).
12. Принцип эквипотенциальности (изменить условия работы так, чтобы объект не приходилось поднимать или опускать).
13. Принцип “наоборот” (перевернуть задачу, осуществляя обратные действия, поменять местами движущуюся и неподвижную части, перевернуть объект “вверх ногами”).
14. Принцип сфероидальности (заменить плоские части неплоскими, прямолинейное движение вращательным, использовать ролики, шарики, спирали).
15. Принцип динамичности (неподвижное сделать подвижным, изменить характеристики движения объекта или среды, сделать неподвижные части взаимно подвижными).
16. Принцип частичного или избыточного действия (требование 100% эффективности чуть снизить или немного повысить).
17. Принцип перехода в другое измерение (повысить степень свободы объекта, перейти к многоэтажной компоновке, наклонить объект, переход от линии — к плоскости, к объему).
18. Использование механических колебаний (изменить частоту вплоть до ультразвуковой, резонанс, заменить механические вибраторы другими).
19. Принцип периодического действия (заменить непрерывное воздействие периодическим, менять периодичность, использовать паузы между импульсами).
20. Принцип непрерывности полезного действия (устранить холостые ходы, полезно непрерывно загрузить все части объекта).
21. Принцип проскока (отдельные вредные части процесса вести на большей скорости, чем другие).
22. Принцип обратить вред в пользу (устранить вредный фактор, соединить разные вредные факторы, добившись положительного эффекта).
23. Принцип обратной связи (ввести обратную связь или изменить ее).
24. Принцип посредника (ввести в действие промежуточный объект постоянно или временно).

25. Принцип самообслуживания (объект сам себя обслуживает, включая ремонт, использование отходов).

26. Принцип копирования (использовать дешевые копии объекта, оптические изображения, инфракрасные и ультрафиолетовые копии).

27. Дешевая недолговечность взамен дорогой долговечности (например, дешевые объекты одноразового пользования).

28. Замена механической системы (оптической, акустической, “запаховой”, использовать электромагнитные и другие поля, подвижные и д.р.).

29. Использование пневмо и гидроконструкций.

30. Использование гибких оболочек и тонких пленок (вместо обычных конструкций, в т.ч. изолирование объекта пленками и т.п.).

31. Применение пористых материалов (в том числе заполнение пор другим веществом).

32. Принцип изменения окраски объекта внешней среды (в т.ч. степени прозрачности объекта, использование красящих добавок или люминофоров).

33. Принцип однородности материала частей объекта.

34. Принцип отброса и регенерации частей (в процессе работы ненужная часть отбрасывается, растворяется, испаряется и т.д., а нужные части восстанавливаются).

35. Изменение агрегатного состояния объекта.

36. Применение образцовых переходов.

37. Применение теплового расширения.

38. Применение сильных окислителей.

39. Применение инертной среды (в т.ч. вакуума).

40. Применение композиционных материалов.

Пользуясь системным подходом, автор из своего изобретательского опыта дополнил «Сорок принципов»:

41. Принцип активного формообразования.

42. Принцип активного управления НДС конструкций.

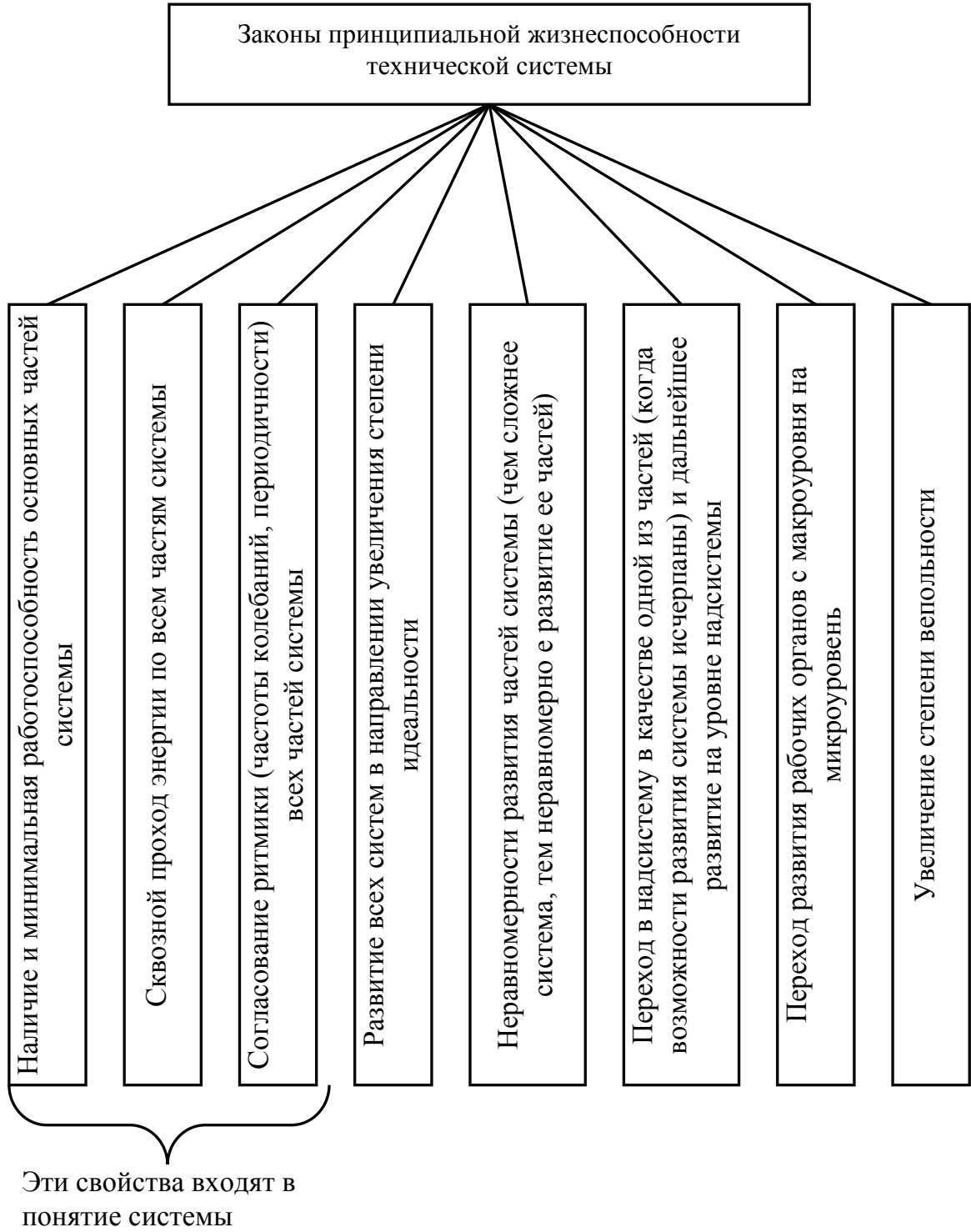
43. Энергетический принцип использования энергии внешней среды или преобразования и перераспределения внутренней энергии деформирования («зло» превратить в «добро»).

44. Принцип действия в условиях неопределенности; создание конструкций, малочувствительных к негативным воздействиям.

45. Переход от плоских малосвязных конструкций к пространственным и многосвязным.

46. Региональный принцип эффективности, т.е. принятие решений с учетом других условиях места, времени, обстоятельств.

Приложение 3 к главе 5 Законы развития систем

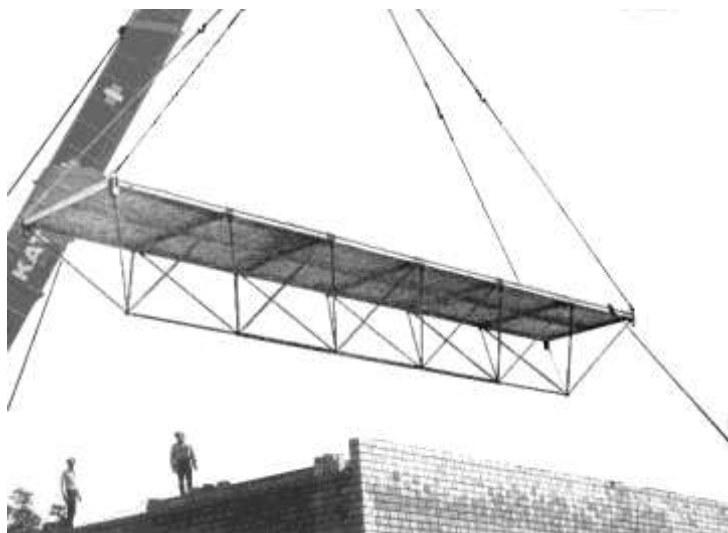


* * *

Среди работ, проведенных в нашей стране, наиболее известны следующие: Альтшуллер Г.С. «Алгоритмы решения изобретательских задач», Серeda Н.И. «Метод направленного мышления», Половинкин А.И. «Метод использования библиотеки эвристических приемов», Шубин В.А. «Метод системно-логического подхода к решению изобретательских задач», Буш Г.Я. «Метод гирлянд случайных ассоциаций», «Методологические основы научного управления изобретательством», Ярошевский М.Г. «На путях к общей теории творчества».

Среди аналогичных зарубежных исследований большой известностью пользуются: Цвики Ф. «Метод морфологического ящика», Гордон В.Дж. «Метод синектики», Кроуфорд Р.П. «Метод контрольных вопросов», Буль Г.Р. «Метод творческого инженерного конструирования» и др.





Тезис конструкторской школы о равнозначности трех начал создания конструкторской формы: начала проектировочного — экономии металла; начала технологического — наименьшей трудоемкости возведения и начала производственного — скорости монтажа — восходит непосредственно к В. Г. Шухову...

Н.С. Стрелецкий

ГЛАВА 6. ЭВОЛЮЦИЯ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

В этом разделе рассматривается с позиций системного подхода развитие большепролетных несущих конструкций для удовлетворения нужд строительства (промышленного и гражданского) в сибирских регионах, где места сосредоточенного строительства, как известно, находятся друг от друга на больших расстояниях. Большое внимание и значение придается региональному принципу. Отметим, что в официальных нормативных документах такой принцип не значится. С позиций же системного подхода региональный принцип выражает не что иное, как конкретизацию условий, места, времени и других специфических факторов, характерных для региона. Без этого, как говорят философы, нельзя установить истины, а экономисты не могут определить эффективность решений (хотя сплошь и рядом волевым порядком нарушают региональные аспекты!).

Действующей узаконенной (к сожалению!) альтернативой для региональных конструкций является типизация и унификация в бывшем всесоюзном масштабе. Автору не удалось обнаружить в литературе экономического обоснования такой общесоюзной многолетней технической практики бывшего Госстроя СССР. Проводимые же автором технико-экономические сравнения показывают большие преимущества для региональных конструкций.

Следует отметить, что принцип региональности нужно рассматривать в совокупности с другими принципами и требованиями к конструкциям (пространственным формообразованием, совмещением функций, выбором материалов, их комбинированием, комплексным подходом с учетом прочности, транспортировки, монтажа, эксплуатации) — см. п. 6.2.

Следует отметить, что данная глава была написана еще при советской власти, но ее методологические аспекты актуальны и сегодня.

6.1. Некоторые тенденции и парадоксы развития несущих большепролетных конструкций

У нас в стране получили распространение в основном два типа несущих большепролетных конструкций: из железобетона (КЖС-18-24 м, ПСП-18 м, сборные оболочки) и из металла (фермы, структуры, мембраны). В соответствии с этим и организована наша строительная промышленность и научное ее обеспечение; в основном все по принципу мономатериалов (железобетона или металла). И это служит существенным препятствием на пути новых композиционных конструкций, развитие которых заторможено, и таких типовых конструкций в нашей стране нет.

И это в нынешний век, который по праву называют веком композиционных материалов и конструкций (сравните, например, современные самолетостроительные или кораблестроительные конструкции с традиционными строительными). Строительная область отстает.

Цель настоящей главы — показать, что композиционные конструкции открывают новые эффективные возможности удовлетворения современных нужд строительства, особенно в осваиваемых восточных регионах.

Под композиционными будем понимать конструкции из разных материалов, каждый из которых поставлен в наиболее благоприятные условия работы, в результате чего композиционная конструкция приобретает новые положительные качества.

Укажем на один принцип, которому, по нашему мнению, должны удовлетворять композиционные конструкции: в них должно быть найдено (определено) рациональное соотношение (гармоническая пропорция, «золотая середина») между различными используемыми материалами, т.е. каждая часть конструкции из мономатериала должна помогать другой части, а не эксплуатировать ее.

В качестве негативного примера можно указать на известные различные попытки создания из типовых железобетонных плит в сочетании с металлическими шпренгелями и затяжками некоторых большепролетных призматических систем. Действительно, типовые плиты, имеющие приведенную толщину более 8 см, оказывались тяжелым бременем для подкрепляющей металлической части. В целом конструкция по расходу материала оказывалась неэффективной.

Решение было найдено, когда вместо типовых плит были запроектированы и применены «легкие» плиты, имеющие приведенную толщину вдвое меньше (см. ниже описание СЖФ). Поиск рациональных весовых пропорций между разными материалами частей осуществлялся в сочетании с их конструктивным структурообразованием и технологическими возможностями изготовления.

Этот принцип рационального соотношения разных материалов в композиционной конструкции является проявлением более общей закономерности развития техники: часто суть открытия состоит в определении тех параметров и условий, при которых открывается новый эффект, проявляется нетрадиционное качество или по-новому идет процесс.

К другим парадоксам развития железобетонных конструкций нужно отнести следующее:

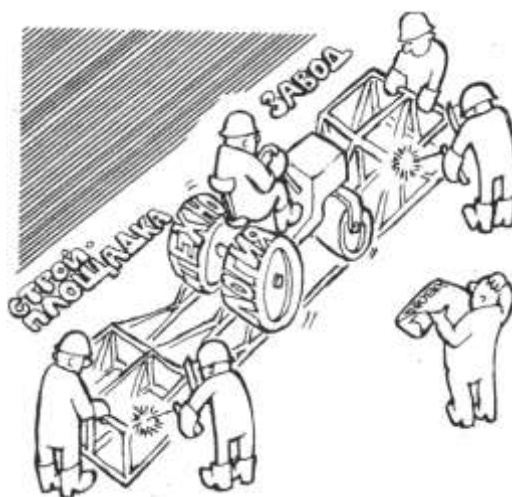
— для каждого пролета создана «своя» конструкция и потому в каждом регионе строительства должна быть весьма обширной их номенклатура. Это негативно сказывается на эффективности работы заводов стройиндустрии и требует больших капитальных вложений в ее создание в осваиваемых районах. (Отметим, что потребности гражданских зданий в большепролетных конструкциях удовлетворяются у нас в значительно меньшей мере, чем для промышленных объектов, т.е. социальная сфера отстает);

— не получило развития создание большепролетных конструкций из сборных элементов (фермы, плиты, балки монолитные, исключение составляют сборные оболочки). В этом смысле образцом могли быть металлические структурные конструкции типа МАРХИ, если бы не очередной парадокс: выпускаемые трубы длиномерные (или разные прокатные профили) превращаются конструкторами в «лапшу», из которой вновь собираются длиномерные конструкции. В некоторой мере этот недостаток преодолен в структурах ЦНИИСК.

Отметим ряд парадоксов существующих конструкций из монолитных материалов. В легких металлических конструкциях покрытий типа металлических структур (МАРХИ, ЦНИИСК) и конструкциях «Молодечно», «Канск» значительная часть металла находится в условиях сжатия, а прогоны и профилированный лист не включены в работу сжатых поясов, т.е. 50—60% металла покрытия используется неэффективно. Работы по установке многочисленных прогонов и креплению профилированного листа вносят большую долю трудоемкости. Житейское представление о том, что из металла строить легче, оказалось здесь ошибочным.

В покрытии используется легкий утеплитель, являющийся дефицитом в Красноярском крае. К дефициту следует отнести и профилированный лист.

Железобетонные пространственные покрытия из прогрессивных конструкций на пролет КЖС-18-24 м или ПСП-18 м обладают рядом положительных качеств, но продолжают оставаться тяжелыми. Их собственный вес в 4—5 раз больше, чем металлических, и составляет более 40% от расчетной нагрузки. При этом весьма большая часть (около половины) бетона находится в «растянутой зоне», т.е. используется малоэффективно, обеспечивая работу растянутой арматуры и защищая ее от коррозии. (Можно говорить о дорогой плате за этот положительный эффект).



С другой стороны, сжатый бетон плит, требуя небольшого расхода арматуры по отношению к общему расходу, обеспечивает совмещение ограждающих и несущих свойств и создает жесткий диск покрытия. Конструкция допускает применение обычного (не обязательно легкого) утеплителя. Сокращаются затраты при монтаже. Многие из этих качеств обязаны пространственному формообразованию данных конструкций. В то же время плоские (непространственные) фермы металлических конструкций типа «Канск», «Молодечно» лишены этих качеств. Определяющим в выборе форм явились, видимо, предпочтения требованиям технологии изготовления по отношению к конструктивным и монтажным. Нам кажется, что гармония здесь нарушена. Почему бы, например, канские плоские рамы не запроектировать в пространственные рамные каркасы с заполнением ячейки покрытия в виде структуры, опирающейся на контур из ригелей рам с включением их в работу покрытия? Эти и другие альтернативные варианты (в том-числе комбинированные) не разработаны.

С другой стороны, железобетонные конструкции на пролет типа КЖС создавались с целью сокращения трудозатрат на монтаже. Но достигнутый эффект окупается дорогой ценой: для сокращения 1 часа работ на монтаже вынуждено тратится несколько десятков часов для изготовления их по малоэффективной стендовой технологии, при этом резко сокращается радиус области строительства монолитных конструкций на пролет из-за трудностей доставки их с завода-изготовителя на стройплощадки. Это означает, что в каждом из районов сосредоточенного строительства в сибирских регионах надо создавать «свою» производственную базу для таких конструкций.

Таким образом, здесь проявились негативные последствия нарушения системного подхода, игнорирования законов развития техники, недооценки ряда сторон в системном выборе решений, пренебрежение региональными нуждами, стремление создать конструкции «вообще» (без учета конкретных условий).

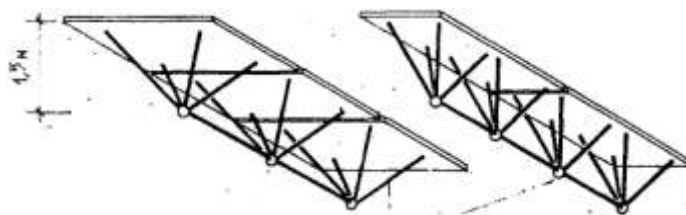
6.1.1. Сборные сталежелезобетонные конструкции

Одной из причин того, что плодотворная идея конструкторского набора из однотипных блоков, элементов и узлов, разрешающая проблему сборки конструкции для серии пролетов и под разные нагрузки, не получила должной разработки применительно к железобетонным конструкциям, являются трудности стыковки, неизбежные потери, связанные с устройством стыков. Поиск конструкторов в этом направлении в литературе не освещен. Совершенно недостаточно разработаны вопросы стыковки и в монолитных вариантах конструкций (как в теории, так и практике конструирования и эксплуатации).

Представляется целесообразным вернуться к идее конструкторского набора, но для композиционных конструкций, имея цель удовлетворить нужды промышленного и гражданского строительства отдельного (целого) региона в большепролетных конструкциях, т.е. с учетом затрат на освоение данных конструкций стройиндустрией и возможностями их транспортировки. Транспортировка с завода возможна в зависимости от условий либо готовыми конструкциями на пролет, либо поэлементно (или блоками) со сборкой на стройплощадке или на промежуточной комплектующей сборочной площадке.

Одним из примеров создания конструкций такого типа являются СЖФ — сборные пространственные сталежелезобетонные фермы из унифицированных элементов для серии пролетов.

СЖФ разработаны на стыке современных конструкций покрытий из мономатериала: только из металла или железобетона. Анализируя конструкции из мономатериала, отметим, что железобетонные конструкции в 4—5 раз тяжелее металлических, а расход металла в структурных конструкциях покрытий в 3—4 раза больше, чем в железобетонных. В указанных конструкциях имеются зоны неэффективного использования материала: в структурных конструкциях на верхний сжатый пояс, прогоны и профнастил расходуется около 60% всего металла, а растянутые зоны железобетонных конструкций потребляют большую часть арматуры. В СЖФ эти противоречия преодолены благодаря комбинации материала: растянутый нижний пояс и раскосы выполнены из металла, верхний сжатый пояс — из железобетона. В СЖФ за счет пространственности форм совмещены ограждающие и несущие функции.



Благодаря этому достигается эффект:

— в СЖФ в сравнении с металлическими структурами вдвое сокращен расход металла; не требуются дефицитные металлический профнастил и легкий утеплитель;

— в сравнении с железобетонными конструкциями вдвое снижен вес при небольшом увеличении расхода металла, т.е. собственный вес уменьшен на 100 кг/м^2 и его доля в расчетной нагрузке существенно сократилась.

Унифицированные элементы СЖФ представляют собой:

— тонкие железобетонные ребристые плиты $3 \times 6 \text{ м}$ (укладываются вдоль или поперек пролета) с приведенной толщиной $4,1 \text{ см}$;

— нижний пояс и раскосы из любого металла.

Соединение между железобетонными плитами и металлическими элементами осуществляется на болтах или на сварке.

Из унифицированных элементов собираются конструкции на пролеты $18, 24, 30 \text{ м}$ и более, а из плит, укладываемых поперек оси фермы, на пролеты $15, 18, 21, 24, 30 \text{ м}$ и более.

СЖФ предназначены для покрытия производственных, гражданских и сельскохозяйственных зданий с пролетами $18, 24, 30, 36 \text{ м}$, возводимых в I—IV ветровых районах с температурой наружного воздуха до -42°C . СЖФ рассчитаны на подвесные краны до 5 т , на установку зенитных фонарей, использование межфермерного пространства для технологического оборудования, что приводит к уменьшению строительного объема здания. Здания могут быть отапливаемыми и неотапливаемыми, с неагрессивной и слабоагрессивной средой, бескрановыми и мостовыми кранами до 50 т .



Опираются СЖФ на подстропильные фермы (балки) или на несущие стены, или непосредственно на колонны. СЖФ образуют жесткий диск покрытия. Сборка осуществляется на стенде. Бригада из 4 человек в смену собирает и монтирует до двух ферм, при этом трудозатраты по сравнению со структурными конструкциями сокращаются почти в 3 раза за счет уменьшения числа сборочных единиц. Сборка осуществляется либо на стройплощадке, либо СЖФ транспортируется с завода целиком.

Монтируется СЖФ кранами грузоподъемностью 25 и 40 т как конструкции на пролет.

СЖФ обеспечивает строительство в целом регионе большепролетных зданий гражданского, промышленного и сельскохозяйственного назначения при минимальных капитальных вложениях в стройиндустрию при освоении. При этом используется прогрессивная агрегатнопоточная технология изготовления элементов, появляется возможность доставки конструкций поэлементно в труднодоступные районы автомобильным транспортом.

6.1.2. Цельные (несборные) сталежелезобетонные плиты

Анализ существующих типовых конструкций плит 3x12 м и 3x6 м показывает, что масса продольных несущих ребер составляет примерно 50% и материал (бетон) в них находится в невыгодных условиях работы, т. е. имеются объективные предпосылки для создания новых композиционных конструкций, состоящих из монолитной железобетонной части (верхний пояс), работающей на сжатие, и растянутых металлических элементов (нижний пояс).

Аналогичная ситуация имеется и в типовых железобетонных балках.

Необходимо было решить следующие вопросы:

- найти рациональную пропорцию между различными материалами;
- определить каким именно конструктивным аналогом в металле (фермой, аркой, рамой и т.д.) заменить железобетонные несущие ребра;
- решить узловые соединения металлической и железобетонной частей.

Требования создания узловых соединений при сокращенной массе бетона привело к нетрадиционному армированию создаваемой конструкции. Вместо обычного подхода к армированию (который можно образно назвать «плавающей» арматурой в бетоне), перешли к иному принципу армирования. Суть его в том, что арматурой являются цельные каркасы в виде ферм или рам (часть которых помещается в монолитный бетон), которые соединены с рабочими закладными деталями металлической и железобетонной частей. Кроме этого, традиционная часть тонкой полки плиты с небольшими ребрами армируется обычным способом. Для металлической части конструкции используется арматурная сталь, но возможны и другие варианты.

Теоретические и проектные проработки показали, что объем бетона в типовых плитах 3x12 м может быть сокращен в два раза без увеличения расхода металла даже при размерах ребер и всей плиты, не выходящей за габариты опалубки типовой плиты (хотя это не оптимальные параметры).

Иными словами, при использовании типовой опалубки (в которой ненужные объемы были заполнены деревянными вкладышами) создана легкая плита 3x12 м, заменившая типовую, но при существенном сокращении расхода бетона (более 1,5 м³). Вот каковы резервы типовой плиты, которую 25 лет выпускает стройиндустрия! На фото изображен опытный заводской образец новой плиты. Натурные испытания показали, что максимальный

прогиб плиты не превышает нормативный даже при отсутствии предварительного натяжения арматуры.



Таким образом, показана возможность создания большепролетных легких плит и балок композиционного типа, открывающая новое перспективное направление их развития. Область применения таких легких конструкций весьма широка, а их экономичность заманчива.

Таким образом, при современных условиях дефицита металла и цемента (бетона), требовании их экономии — рассмотренные композиционные конструкции представляют эффективный путь решения данной проблемы: большепролетные конструкции создаются при сокращенных расходах как металла, так и цемента.

При этом удовлетворяются запросы как промышленного, так и гражданского строительства для серии пролетов, т.е. нужды целого региона, без существенных капитальных вложений в стройиндустрию, при эффективных условиях ее работы (выпуск однотипных изделий малой номенклатуры по поточной технологии).

Таким образом, СЖФ являются подлинно региональными конструкциями, позволяющими успешно решать такие проблемы, как, например, из чего строить в Абаканском регионе, в Приангарье, в Ачинске? Или из чего строить в Сосновоборске? Ведь нетранспортабельные конструкции на пролет типа КЖС или ПСП или весьма металлоемкие конструкции «Канск» (их используется в крае всего 6% от плана завода) создали кризисную ситуацию с большепролетными покрытиями во многих местах сосредоточенного строительства в крае!

Нужны региональные большепролетные конструкции!

Подтверждение этому можно найти в результатах анализа каталога конструкций, используемых в Красноярском крае, и потребностей строительства в его различных регионах. Лишь в самом городе Красноярске внедрены и используются образцы большепролетных конструкций (КЖС— 24 м, ПСП — 18 м, плиты 3х12 м, металлические структуры), хотя нужды гражданского строительства удовлетворить практически нечем. Остается открытым вопрос, из чего строить в гг. Ачинске, Абакане, Саяногорске, в районах Приангарья и других в связи с тем, что транспортировать большепролетные конструкции туда невозможно, а соответствующие базы

строиндустрии там не созданы. Выход из такой кризисной ситуации видится в создании региональных конструкций, особенно в сборных композиционных, удовлетворяющих нужды целого региона в комплексе.

Охарактеризуем региональный принцип создания большепролетных конструкций применительно к строительству в Красноярском крае.

Некоторый анализ многолетнего опыта применения большепролетных конструкций в нашем крае: железобетонных оболочек различного вида, металлических структурных конструкций, конструкций на пролет типа КЖС и ПСП дан в работе [40].

На основе этого системного анализа сформулирован региональный принцип, отражающий:

— многофункциональность конструкций по отношению к серии пролетов и набору нагрузок;

— специализацию элементов конструктивных форм (исходя из назначения и возможностей строительной базы);

— сборку конструкций на стройплощадке или возможность транспортировки ее в собранном виде и монтаж как конструкции на пролет;

— комбинирование материалов в конструкции;

— объединение функций, свойств пространственности и др.;

— эффективность использования конструкций с позиций строительства не одного объекта, а группы объектов (промышленного и гражданского назначения) в регионе.

Эффективность разработки сборных большепролетных конструкций для серии пролетов из комбинированных материалов показана в [52].

Несистемный подход (нарушение требований региональности) резко проявляется в проектах застройки городов и отдельных районов в части применяемых конструктивных решений для покрытия промышленных и гражданских зданий.

Действительно, это показал проведенный нами анализ проектных решений для г. Сосновоборска, для объектов в Приангарье и др. Часто для одного и того же района строительства проектирование ведется различными проектными организациями. При этом нарушается принцип региональности, экономичность конструктивных решений определяется для каждого объекта в отдельности, а не для их совокупности с учетом региональных особенностей условий изготовления на заводах стройиндустрии и возможностей транспортировки. Создается ложная видимость эффективности простых решений. Каталоги региональных конструкций с этих позиций не оптимизируются и не имеют должного научного обоснования. Системный подход не используется.

6.2. Принципы развития пространственных большепролетных конструкций

Предложенные принципы развития пространственных большепролетных конструкций покрытий отражают многолетний опыт автора и существенно способствуют становлению сталежелезобетонных

пространственных конструкций. На этих принципах целесообразно основывать алгоритм конструкторского поиска (см. далее пример п. 6.3).

6.2.1. Принцип пространственного формообразования отражает теорию конструктивных форм механики деформируемого твердого тела и ее раздела — теории тонкостенных пространственных систем, т.е. здесь с помощью теории, методов и опыта строительной механики отыскивается рациональная форма пространственной конструкции покрытия.

В форму входит и распределение материала, удовлетворение всем требованиям механики (прочности, жесткости, устойчивости). Чем отличается пространственная двумерная работа конструкции от плоской (одномерной)?

Где бы нагрузка ни была приложена в области пространственной конструкции, возникает двумерное поле внутренних усилий. Говорят, что пространственная конструкция покрытий работает в двух направлениях, чего нет в плоских конструкциях (балках, фермах, арках).

Поэтому, создавая большепролетные покрытия как пространственные, мы закладываем в них мощные возможности (см. табл. 5).

6.2.2. Принцип совмещения функций (несущих, ограждающих, эксплуатационных) реализуется удачно, благодаря пространственному формообразованию покрытий. Тем самым закладываются возможности эффективного использования материала, а в ряде случаев и сокращения объема здания.

6.2.3. Принцип выбора материала конструкции, стремление поставить каждый материал в наиболее выгодные условия по сравнению с конструкциями из мономатериала.

6.2.4. Принцип концентрации материала на линиях силового потока тесно связан с принципом пространственного формообразования и рационального распределения материала.

Таблица 1

Принципы развития пространственных большепролетных конструкций покрытий	Сопоставление с законами развития технических систем		
	Г.С. Альтшуллера	Е.П. Балашова	А.И. Половинкина
Пространственное формообразование	Закон полноты частей системы. Закон энергетической проводимости. Закон согласования ритмики частей системы	Сохранение отдельных функций развития систем. Относительное и временное разрешение противоречий. Адекватность функционально-структурной организации назначению системы.	Принцип соответствия технических решений функциям. Закон гармонического сочетания параметров технического объекта.
Совмещение функций (несущих, ограждающих, эксплуатационных).	Увеличение степени идеальности. Закон перехода в надсистему.	Повышение функциональной и структурной вещественно-энергетической и информационной целостности системы. Закономерность сохранения (вложения) отдельных функций развивающихся систем.	Всеобщий закон соответствия структуры технических объектов функциям.
Выбор материалов, в т.ч. комбинирование их в конструкции (каждый материал должен быть в наиболее выгодных условиях работы).	Закон увеличения выполноты (здесь взаимодействие материала и упругого силового потока конструкции)	Закономерность повышения функциональной и структурной целостности объектов.	Закон (гипотеза) о прогрессивной конструктивной эволюции технических объектов.
Концентрация материала (на линиях силового потока).	Закон полноты частей системы. Закон энергетической проводимости. Закон согласования ритмики системы.		Закон соответствия между функцией и структурой, в т.ч. не должно быть "лишних" деталей.
Комплексный подход к выбору параметров конструкции (несущая способность, изготовление, транспортировка, монтаж, эксплуатация).	Закон энергетической проводимости. Закон согласования ритмики.	Взаимосвязь и взаимосвязанность показателей качества антропогенных систем.	Закон гармонического сочетания параметров технического объекта.
Региональный принцип.	Отсутствует.	Отсутствует.	Отсутствует.

6.2.5. *Принцип комплексного (системного) подхода к выбору параметров конструкции* должен учитывать весь набор требований к ней: надежность, технологию изготовления и монтажа, транспортировку, складирование, эксплуатацию. Это сложная противоречивая проблема, требующая поиска «золотой середины» значений параметров конструкции.

6.2.6. *Региональный принцип* выдвинут как альтернатива созданию общесоюзных конструкций, не учитывающих региональных особенностей. Следует отметить, что принцип региональности отсутствует у исследователей законов развития техники (Г.С. Альтшуллера, А.И. Половинкина, Е.Г. Балашова, Ю.С. Мелешенко и др.). Важность и объективность данного принципа обоснована в восьмой главе.

Все предложенные принципы необходимо рассматривать взаимосвязанно, неизоллированно друг от друга.

6.3. Образная задача конструктора

Пусть уже выбран тип конструкции и теперь надо запроектировать (рассчитать и подобрать) сечения элементов конструкций и сделать анализ эффективности принятого решения.

Конструктор должен чувствовать себя полководцем (руководителем), перед которым стоит задача эффективно и надежно осуществить передачу внешнего силового (и др.) воздействия на конструкцию через цепь (систему) ее элементов на опорное основание данной конструкции, затратив при этом минимальное количество ресурсов (материалов, в т. ч. остродефицитных, энергетических и других средств) и в удобной (технологической и гармонической) форме. Полководец (руководитель) должен расставить имеющийся в его распоряжении материал, определить его форму (ребра, утолщения, армирование и т.д.) для беспрепятственного прохождения силового потока от внешнего воздействия до опорного основания (при этом выявить и устранить узкие места — концентраторы). Что такое беспрепятственное прохождение? Это наиболее прямой, короткий, непосредственный, наиболее равномерно распределенный, без обрывов и концентраций силовых линий в различных поперечных сечениях, при наименьшем количестве стыков между элементами.

Полководец (руководитель) должен мысленно пройти вдоль каждой силовой линии, проверив ее дееспособность, проводимость, выявить, на какие препятствия она натывается и устранить или смягчить их сопротивление. Каждой силовой линии, как своему солдату, необходимо обеспечить удобство производительной работы.

Полководец (руководитель) должен мысленно поставить себя в положение каждой детали, силовой линии (прием эмпатии), прочувствовать ее состояние и удобство для выполнения цели. Здесь же надо четко определить формы сопротивления (вид деформирования, устойчивого и неустойчивого состояния) каждого элемента, чтобы выбрать расчетную схему для каждого из них и всей системы в целом.

Лишь после такого **качественного** анализа и синтеза конструкции как системы с проведением приближенных ориентировочных расчетов, целесообразно приступить к уточненным расчетам, а затем к рабочему проектированию.

Конструктор, как полководец, должен сознательно распорядиться резервами (заложить их в систему), без чего мера надежности конструкции будет не выявленной. Следует различать и учитывать следующие слагаемые надежности: в собственно конструкторском решении, в технологичности изготовления и монтажа и собственно в эксплуатации. Резервы, которые закладывает конструктор, можно условно разделить на две части: первые — это расчетные, т.е. те, которые удалось формализовать и они явно заложены в нормативах прочности, в методиках расчета, вторые — не расчетные (их называют конструктивными), которые на современном уровне не поддаются расчету, но обосновываются опытом эксплуатации и экспериментальными данными. Здесь сплав науки (осознанного обобщения и теории) и накопленного опыта и творческого мастерства, искусства.

При анализе существующих аналогов и прототипов конструкций особое место должно занимать изучение противоречий (соответствия) между расчетной (идеализированной) и действительной схемой.

Действительно, в конструкции ряд вопросов решен на основании расчета (например, рабочая арматура), а другие вопросы — без расчета (конструктивно, на основе опыта и всего того, что не учитывается или не поддается расчету). Осмыслить эти конструктивные (нерасчетные) меры надо очень внимательно (т.е. сформулировать их функции), чтобы в создаваемой конструкции обеспечить выполнение их функций.

Конструктор должен всегда осознавать, что достижение новых свойств (качества) системы по сравнению с существующими аналогами всегда «оплачивается» определенными потерями в других местах. Так, например, переход от монолитных к сборным конструкциям разрешает противоречия оплачивается некоторым увеличением расхода материала на узлы соединений, необходимостью проведения сборки конструкции из унифицированных элементов. Диалектика расчетов здесь состоит в балансе выигрышей и потерь, исходя из критерия осуществления основной функции системы.

В творческом арсенале конструкторов необходимы знания развития (эволюции) техники:

— история часто подсказывает полезные идеи, так как «новое — это хорошо забытое старое», а развитие идет по спирали;

— обобщается опыт конструирования;

— обобщенный опыт — это база для обучения: изучая пути эволюции старых изобретений и развития техники, конструктор творчески обогащается.

При конструктивном поиске надо рассматривать не статику сегодняшнего дня, а эволюцию (диалектику) развития техники, отвечая на вопрос:

- 1) почему и благодаря каким творческим решениям предыдущее (прошлое, старое) понимание было заменено прогрессивным сегодняшним;
- 2) какие потребности и задачи сегодня имеются;
- 3) какие требования выдвигаются для нового будущего поколения техники.

Именно в такой постановке системный творческий конструкторский поиск может основываться на законах развития техники. В таком ключе развития и родились идеи и решения, например, сталежелезобетонных пространственных конструкций (см. п. 6.1).

"Определение наилучшего конструктивного решения — чрезвычайно сложный процесс, состоящий из работ по обеспечению наилучших эксплуатационных условий нагружения, по выбору рациональных компоновочно-силовых схем, форм деталей и эффективных материалов, способствующих получению минимальной массы конструкции с учётом технологичности и стоимости"[51].

Разработка компоновочно-силовых схем во многом определяется инженерной изобретательностью, широтой эрудиции, интуицией, опирающейся на опыт и понимание проектантом условий функционирования создаваемого объекта. Установление лучшей компоновочно-силовой схемы — более широкая и важная задача, чем определение оптимальных параметров для заданной схемы.

Отметим, что такое определение конструкторской работы гармонично перекликается с высказыванием профессора А.Рихтера, известного своими работами в области авиационного стрелкового оружия. Он дал исключительно ёмкое и точное определение труда конструктора: "Конструирование технических систем требует технического мастерства, но это не просто ремесло. Оно покоится на разнообразных конкретных знаниях, но это не просто наука. Оно требует творческого воображения и хорошего эстетического вкуса, но это не совсем искусство. Оно нуждается в высокоразвитой интуиции, но это не только способность предчувствия. Оно бесплодно без изобретательности, но это не просто дар выдумки. Оно предполагает знание жизни, но это не только опытность. Если хотите, техническое творчество является чудесным сплавом всех названных и многих других человеческих качеств".

Главным условием было соблюдение гармонии в работе элементов из разных материалов, поиск их рациональных параметров (см. основные принципы развития пространственных конструкций).

Унифицированные конструкции узлов состоят из трех элементов: обрамляющего уголка, торцовой пластины и выступающего продольного элемента, они обеспечивают передачу на бетон только сжимающих усилий.

Наконечники стержней раскосов обеспечивают центрирование усилий вдоль их оси вне зависимости от профиля, из которого изготовлен стержень (уголок, швеллер, труба и т. д.).

Структура фермы принята трехгранной, т.к. в ней, в сравнении с широко распространенной П-образной, значительно меньше конструктивных

элементов, что ведет к сокращению материальных ресурсов и трудозатрат как при изготовлении, так и при сборке.

6.4. Современный взгляд на некоторые вопросы развития строительной механики и строительных конструкций

1. Эпоха дифференциации ряда наук (строительной механики, вычислительной математики, вычислительной техники, строительных конструкций, эксплуатация сооружений) уступает место новому периоду интеграции этих наук, который фактически уже наступил.

Существующую дифференциацию (номенклатуру) наук по инструкции ВАКа следует рассматривать как весьма условную. Ее не следует брать в основу организации науки, определения научных направлений. Действительно, существующая многолетняя специализация ряда центральных НИИ не способствует развитию научных работ на их стыке. Например, развитие сталежелезобетонных конструкций как комбинированных систем из металла и железобетона не вписывается в сложившуюся устаревшую специализацию НИИ, Госстроя СССР по типу материала. Это одна из причин нашего отставания от мирового уровня. Такая же жесткая специализация у нас и на заводах стройиндустрии.

2. Разработка численных методов расчета сооружений вышла за пределы одной специализации (строительная механика) и стала предметом трех наук: собственно строительной механики, вычислительной математики и компьютерной технологии программирования и эксплуатации. Эти три взаимосвязанные части (элементы) составляют фактически расчетную систему. Постановка задачи, ее анализ и оценка не могут делаться по частям без учета их взаимности, т. е. необходим системный подход.

Собственно строительной механики в диссертации по численным методам расчета не более 20%, остальное отводится другим наукам.

Такая диссертация—это система. Мы же по инструкции относим ее к одной науке (специальность 01.02.03, а теперь под другим номером).



3. Сознательное представление о том, что с самого начала разрабатывается система, а не ее отдельные части: метод, программа, ЭВМ-ное обеспечение, позволяют глубже раскрыть противоречия и поставить цели на каждом уровне системы, обосновать принимаемые решения. Нужно преодолеть психологический барьер, возникший из-за дифференциации наук, когда роль строительной механики рассматривалась обособленно от средств вычисления. Представление о подобной расчетной системе приведено выше в виде схемы.

4. Целесообразно пересмотреть и разработать с позиции системного подхода, опираясь на законы развития технических систем, ряд проблем, среди которых можно выделить следующие:

- а) сибирский дом как система, его эволюционный синтез;
- б) конструктивная схема здания — эволюционный синтез этой системы (анализ — расчленение на элементы, синтез — объединение, за счет связей превращение системы в пространственную).

6.5. От неизменяемых конструкций — к управляемым

Эволюция строительных конструкций проходит путь от неизменяемых традиционных к новым системам — управляемым.

К примеру, в Чикаго строится небоскреб высотой 585 м (125 этажей) рядом со 110-этажным небоскребом, которому принадлежит нынешний рекорд высоты. Разработали проекты зданий высотой до 1000 м. Какими они будут? Деформативность и амплитуда колебаний подобных небоскребов весьма велики. И если мы не хотим создавать конструкции по форме и массивности схожие с египетскими пирамидами (например, Хеопса), то единственный выход — создавать такие небоскребы как управляемые конструкции, т. е. создавать в них эффективные гасители колебаний и др. Человечество готовится к строительству космических объектов, возводит конструкции в экстремальных условиях, в том числе антисейсмические, под водой, в аварийных ситуациях и т. д. Все эти и другие обстоятельства выражают объективную потребность в новом подходе к конструкциям. Весьма эффективным направлением здесь является отказ от традиционных неизменяемых конструкций путем введения в них регулируемых элементов, переход к управляемым системам.

С позиции законов развития техники переход от обычных (неуправляемых) конструкций к новым, управляемым, является закономерным фактом (ступенью) эволюции техники (см. законы развития техники во второй главе). Отметим, что предлагаемые автором автоматически управляемые конструкции в строительстве и других областях техники полностью согласуются с законами развития техники, в частности:

- вытеснения человека из технических систем;
- увеличения степени идеальности;
- повышения динамичности и управляемости;
- использования полей;
- согласования—рассогласования.

Не столь явно (но нет и противоречий) с закономерностями развития — свертывания и перехода технических систем на микроуровень.



Существующие конструкции были созданы как детерминистские, с неизменными свойствами в период обычных и аварийных ситуаций без учета их старения, коррозии и т. д. Отметим, что в ряде случаев детерминистский подход заменен стохастическим (вероятностным), односторонне по отношению к нагрузке и возможности определений некоторых коэффициентов, нормирующих свойства материала и условий работы. Саму же конструкцию не наделяли способностью активного регулирования. В постановке задач регулирования не разрабатывается вероятностный подход в связи с внешним воздействием и разбросом свойств материала.

Этот отрыв от условий взаимодействия с окружающей средой и изменения собственных свойств с течением времени не позволяет использовать скрытые резервы развития строительных конструкций.

Эволюционный синтез несущих систем выдвигает идею создания несущей конструкции в виде робота, т.е. системы, состоящей из механической части с некоторыми переменными параметрами и программного устройства, объединенных средствами прямой (следящей) и обратной (управляющей) связи. Эта новая концепция создания антропогенных систем: переход к созданию «развивающихся» систем с адаптивно перестраиваемой функционально-структурной организацией.

Саморазвитие антропогенной системы имеет место, когда происходит повышение степени адаптации системы к условиям взаимодействия с внешней средой и при повышении эффективности функционирования системы.

Процесс становления автоматически управляемых конструкций находится лишь в самой начальной стадии.

Это относится и к поиску их названия. Еще в 1979 г. мы называли такие конструкции перестраивающимися. В основе их разработки лежит кибернетический принцип прямой и обратной связи.

В последние годы нам стало ясно, что это есть автоматически управляемые конструкции, которые рождаются на стыке ряда наук: строительных конструкций и строительной механики, общей теории автоматического управления, информационно-измерительной и вычислительной техники, электроники, электротехники, механики, вычислительной математики и других наук.

За многие годы сформировался известный феномен строительной конструкции, как нечто «застывшее в камне». Способы и средства автоматизированного управления конструкциями могут быть обусловлены целым рядом причин. Рассмотрим некоторые из них. Прежде всего, необходимость осуществления непрерывного управления может быть продиктована такими факторами, как снижение материалоемкости конструкций, достигаемое за счет рационального перераспределения параметров напряженного и деформированного состояния при изменяющихся во времени внешних воздействиях; обеспечение стабильности или заданного изменения во времени эксплуатационных характеристик, определяемых НДС; повышении качества продукции путем учета и компенсации при осуществлении технологического процесса деформативности элементов оборудования, оснастки и изделия. Целесообразность автоматизации процесса управления может быть обусловлена необходимостью освобождения человека от рутинного непроизводительного труда; эксплуатацией конструкций в условиях, экстремальных для оператора или при быстро меняющихся и плохо прогнозируемых параметрах нагружения; необходимостью повышения точности и надежности управления за счет выполнения значительного объема вычислений в условиях дефицита времени для выработки сигнала управления.

6.5.1. О существующих тенденциях в развитии управляемых конструкций

Идея управляемых конструкций уходит своими корнями вглубь веков. Человеку всегда было свойственно подчинить среду обитания и созданные им сооружения своим нуждам, изменяющийся во времени характер которых определял необходимость введения управления. Наступление каждой следующей эпохи в развитии техники, характеризующейся уровнем господствующих технологий и гаммой конструкционных материалов, сопровождалось обращением к новому витку в развитии управляемых конструкций. В строительстве концепция управления длительное время находила свое воплощение, главным образом, в так называемых «кинематических конструкциях» (конструкциях-механизмах), в которые вводилась управляемая геометрическая изменяемость систем без деформации

их элементов. Примеры таких конструкций широко известны и издавна используются. Приведем лишь некоторые из них:

1. Открываемые и раздвижные створки окон, дверей, ворот, обеспечивающие нормальную эксплуатацию здания.
2. Разводные мосты через реки.
3. Спортивные сооружения с перестраивающимися планировками.
4. Театральные механизированные сцены.
5. Раздвижной купол обсерватории и др.

Эти конструкции наряду с известными в других отраслях техники (робототехнические комплексы, крыло самолета изменяемой геометрии, выдвигаемые шверты на мелкосидящих судах и др.) преимущественно ориентированы на управление технологическим функционированием и обычно не связаны с управлением переменными параметрами, обеспечивающими требования прочности, жесткости и устойчивости.

Системы управления в отношении восприятия внешних воздействий широко распространены в кибернетических системах живой природы и проявляются в виде свойств пассивной адаптации, выработанных эволюционным путем. Эти свойства находят выражение во временном перераспределении имеющихся ресурсов живого организма в экстремальных ситуациях. Свойства естественной адаптивности присущи некоторым техническим системам, примерами этому могут служить перераспределение механических напряжений при пластической деформации, саморегулирование электрической сварочной дуги, повышение усталостной прочности при «тренировке». На стадии изготовления конструкций используются такие приемы управления, как предварительное напряжение.

Таким образом, разработка систем управления конструкциями является исторически и технически подготовленной. Если предыдущий виток в развитии управляемых конструкций был связан с недеформируемыми кинематическими конструкциями, то настоящий характеризуется переходом к управлению деформациями элементов сооружений. Подход к созданию управляемых деформируемых конструкций должен формироваться на стыке механики твердого деформируемого тела с общей теорией автоматического управления, робототехникой, вычислительной техникой, электротехникой, вычислительной математикой, численными методами решения задач математической физики и др. Очевидно, что начало серьезных разработок в области управления деформациями конструкций требует достижения определенного уровня развития каждой из указанных областей знаний и техники. Подобная ситуация начала складываться еще в начале 60-х годов, благодаря работам Е. Фрейсине (1960 г.), а затем Л. Цейтлина (1965 г.).

В работах У. Зака, относящихся к периоду 1968—1970 гг., рассмотрен ряд сооружений того периода, например, Останкинская телебашня в Москве и мост в Нью-Йорке, и показано, что расширение сферы использования такого рода конструкций существенно сдерживается их повышенной деформативностью, а также трудностями в решении вопросов устойчивости и сейсмостойкости. Применение в таких конструкциях высокопрочных

материалов лишь усугубляет эти проблемы. Очевидно, широкое применение суперконструкций требует привлечения принципиально новых революционных подходов к проектированию, нетрадиционных технических средств для их реализации. Одним из таких подходов является управление напряженным и деформированным состоянием конструкций. Опыт создания подобных систем может быть в значительной мере заимствован из машиностроения, авиации и ракетной техники. Имеются примеры управления колебаниями активным виброгашением и преднапряжением, управления жесткостью, практически отсутствуют примеры решения задач управления устойчивостью. В зарубежной периодической печати встречается ряд сообщений о создании проектов высотных сейсмостойких сооружений с автоматическим управлением колебаниями, активным виброгашением или деформированием (в США и Японии). Примерами этому могут служить проекты высотных зданий на упругоподатливых фундаментах или с перемещающимися массами, приходящими в движение по сигналу с ЭВМ.

В качестве альтернативного подхода к решению задач управления колебаниями в сейсмостойких сооружениях представляют интерес проводимые длительное время в ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко работы по созданию конструкций с выключающимися связями. Адаптивные системы сейсмозащиты в таких конструкциях реализованы за счет разрушения (в результате сейсмического воздействия резервных включающихся связей), вызывающего перестройку внутренней структуры сооружения и изменение ее динамических характеристик.

Практически до настоящего времени не уделено должного внимания задачам управления, связанным с учетом и управлением деформативностью изделия и технологического оборудования, что способствовало бы повышению качества и точности изготовления продукции.

Следует обратить внимание, что наряду со значительным снижением расчетных усилий и расхода материала в управляемых конструкциях в целом имеет место существенное повышение капитальных вложений за счет высокой стоимости аппаратуры САУ и удорожания монтажных работ. Это обстоятельство, вероятно, еще длительное время будет определять целесообразность приоритетного использования САУ для несущих конструкций в тех отраслях, где весовые показатели играют главенствующую роль, например, в самолетостроении и ракетостроении, а также в строительстве при проектировании уникальных суперсооружений. Однако в современных условиях, когда наметилась выраженная тенденция к снижению стоимости микропроцессорной и электронной техники, следует ожидать, что экономически оправданная область применения САУ конструкциями существенно расширится. Еще одним из реальных путей повышения эффективности управляемых деформируемых конструкций является использование там, где это представляется возможным, более дешевых аналоговых управляющих модулей взамен цифровых на основе ЭВМ, а также нейросетевых устройств.

6.5.2. На ВДНХ-89

Ниже приведено краткое описание работы кафедры строительной механики КИСИ, отмеченной премией на ВДНХ-89.

Предлагается создание конструкций нового класса, представляющих собой деформируемые системы с переменными управляемыми параметрами. Управление осуществляется с применением цифровых и аналоговых устройств с прямой связью. В отличие от широко используемых в различных отраслях техники традиционных неуправляемых конструкций, автоматическое управление позволяет достичь качественно новых характеристик: снижается материалоемкость за счет рационального перераспределения напряженного и деформированного состояния при переменных во времени внешних воздействиях и параметрах конструкций; обеспечивается стабильность эксплуатационных характеристик и повышается надежность конструкций за счет расширения адаптивных свойств; улучшаются характеристики управляемости механизмов путем обеспечения управления деформативностью их элементов; повышается качество и точность изготовления продукции на основе учета и управления деформативностью изделия и технологического оборудования.

Управляемые конструкции создаются на стыке механики деформируемого твердого тела с общей теорией управления, робототехникой, вычислительной техникой, электротехникой, вычислительной математикой, численными методами решения задач математической физики и др. На пути интеграции указанных наук определена новизна и приоритетность общей постановки задачи автоматического управления деформируемыми конструкциями и возможность решения ряда прикладных задач.

Впервые с позиции функционально-структурного подхода систематизирована постановка задач и определены некоторые методы их решения. Намечены новые рациональные области применения управляемых деформируемых конструкций в задачах управления прочностью, жесткостью, устойчивостью, колебаниями конструкций, а также в технологических задачах управления, в задачах обеспечения геометрической стабильности и исключения аварийных ситуаций. Разработаны и реализованы структурно-модульные схемы цифровых адаптивных систем автоматического управления на моделях элементов конструкций, сформированы алгоритмы процессов управления конструкциями в различных режимах, в том числе в оптимальном, на основе решения вариационной задачи поиска экстремума целевой функции с учетом принятых ограничений. Создан комплекс специальных программ расчета сложных тонкостенных конструкций для цифровых систем управления на основе ЭВМ.

Предложено простое и надежное аналоговое устройство для использования в самонастраивающихся системах автоматического управления, реализованное на моделях конструкций.

Создан обучающий комплекс, имеющий целью развитие у будущих специалистов инженеров-строителей умения активно влиять на проект

сооружения, воспитание в них чувства творческого поиска и созидания. Обучающий комплекс включает в себя: — учебно-методическое обеспечение, в том числе первое и пока единственное с грифом Минвуза учебное пособие «Регулирование, синтез, оптимизация»;

— оригинальный лабораторный практикум по управлению конструкциями;

— учебные задания нового типа по управлению конструкциями.

Следует отметить, что развитие и продолжение работы по управлению конструкциям и системы получило признание на Всероссийском конкурсе 2004 г. (первое место среди вузов и научных учреждений) и диплом РААСН 2003 года, а также отражено в монографиях «Управляемые конструкции», 1998, «Нейроуправляемые конструкции и системы» и др.

Литература к части 1

1. Ленин, В.И. Философские тетради / В.И. Ленин. Поли. собр. соч. Т. 29. С. 151,170.
2. Маркс, К.. Анти Дюринг/ К. Маркс, Ф. Энгельс Соч. 2-е изд. Т. 20.
3. Блауберг, И.В. Становление и сущность системного подхода. /И.В. Блауберг, Э.Г. Юдин. М.: Наука, 1973. 270 с.
4. Блауберг, И.В. Системный подход: предпосылки, проблемы, трудности. / И.В. Блауберг, В.Н. Садовский, В.Н., Юдин. М.: Мир, 1969. 48 с.
5. Блауберг, И.В. Понятие целостности и его роль в научном познании./ И.В. Блауберг, Э.Г. Юдин. М.: Знание, 1972. 48 с.
6. Системные исследования. Ежегодник. М.: Наука, 1969. 202 с.
7. Философский словарь. Под ред. И.Т. Фролова. М.: Политиздат, 1986.656 с.
8. Уемов, А.И. Системный подход и общая теория систем. / А.И. Уемов. М.: Мысль, 1978.246 с.
9. Балашов, Е.П. Эволюционный синтез систем. / Е.П. Балашов. М.: Радио и связь, 1985.328 с.
10. Системное исследование. Ежегодник. М.: Знание, 1981. 268 с.
11. Кузьмин П.К. Принципы системности в теории и методологии К. Маркса./П.К. Кузьмин. М.: Политиздат, 1986. 399 с.
12. Самарин, В.В. Техника и общество. Социально-философские проблемы развития техники./В.В. Смирнов. М.: Мысль, 1988. 143 с.
13. Саймон, Герберт. Наука об искусственном. /Г. Саймон. М.Мир, 1972. 216с.
14. Фролов, И.Т. Итоги и перспективы исследований философских и социальных проблем науки и техники. / И.Т. Фролов. Вопросы философии, 1984, №4. С. 56—65.
- 15.Мелешенко, Ю.С. Техника и закономерности ее развития./Ю.С. Мелешенко. Вопросы философии, 1985. № 8. С. 16—24.

16. Половинкин, А.И. Законы строения и развития техники./А.И. Половинкин. Волгоград: Волгоградский политехн. ин-т, 1985. 202 с.
17. Половинкин, А.И. Основы инженерного творчества. / А.И. Половинкин. М.: Машиностроение, 1988. 322 с.
18. Злотин, Б.Л.. Законы развития и прогнозирования технических систем./ Б.Л. Злотин, А.И. Зусман АИ. Методические рекомендации. Кишинев: Картя Молдовеняске, 1989, 114 с.
19. Половинкин, А.И. Методы инженерного творчества. / А.И. Половинкин Учебное пособие. Волгоград: Волгоградский политехи, ин-т, 1984. 364 с.
20. Альтшуллер, Г.С. Профессия — поиск нового. /Г.С. Альтшуллер, Б.Л. Злотин, В.И. Филатов. Кишиней: Картя Молдовеняске, 1985, 242 с.
21. Альтшуллер, Г.С. Алгоритм изобретательства. / Г.С. Альтшуллер. 2-е изд. М.: Московский рабочий, 1973. 164 с.
22. Альтшуллер, Г.С. Творчество, как точная наука. / Г.С. Альтшуллер М.: Сов. радио, 1979. 216 с.
23. Альтшуллер Г.С. Найти идею: Введение в теорию решения изобретательских задач. / Г.С. Альтшуллер. Новосибирск: Наука. 1985. 196 с.
24. Белозерцев, В.И. Диалектика развития техники. / В.И. Белозерцев. М.: Знание, 1974. 142 с.
25. Акофф, Р. Искусство решения проблем./ Р. Акофф. Пер с англ. М.: Мир, 1982. 214 с.
26. Ощепков, П.К. Жизнь и мечта./ П.К. Ощепков. М.: Московский рабочий, 1978. 264 с.
27. Эдвард, де Боно. Рождение новой идеи./ Эдвард де Боно. М. Прогресс, 1976. 250 с.
28. Джонс, Дж. К. Методы проектирования. / Джонс Дж. К. Пер. с англ. 2-е изд. М.: Мир, 1986. 326 с.
29. Абовский, Н.П. Деловые игры. Принятие решений./ Н.П. Абовский. Методические указания к курсам «Строительная механика» и «Строительные конструкции». Красноярск: КИСИ, 1987. 146 с.
30. Кини, Р.П. Принятие решений при многих критериях./ Р.П. Кини. Х. Райф. М.: Радио и связь, 1981. 484 с.
31. Эсаулов А.Ф. Активизация учебно-познавательной деятельности студентов./ А.Ф. Эсаулов. Научно-методическое пособие. М.: Высшая школа, 1982. 223 с.
32. Справочник по функционально-стоимостному анализу (ФСА). М.: Финансы и статистика, 1988. 431 с.
33. Методы экспертных оценок. М.: ВНИИП, 1987. 52 с.
34. Гильде, В. Нужны идеи./ В. Гильде, Д. Штарке. Пер. с нем. М.: Мир, 1980. 30 с.
35. Буш, Г. Основы эвристики для изобретателей./ Г. Буш. Рига: Знание, 1977. 268 с.
36. Буш, Г. Рождение изобретательских задач./ Г. Буш. Рига. Лиесма, 1986. 112 с.

37. Моляко, В.А. Психология конструкторской деятельности. / В.А. Моляко. М.: Машиностроение, 1983. 312 с.
38. Крик, Э. Введение в инженерное дело. / Э. Крик. М.: Энергия, 1970. 272 с.
39. Тринг, М.. Как изобретать./ М. Тринг, Лейтуэйт . М.: Мир, 1980. 164 с.
40. Пойа, Д. Как решить задачу./ Д. Пойа. М.: Учпедгиз, 1981. 216 с.
41. Повилейко, Р.П. Десятичная матрица поиска. / Р.П. Повилейко. Рига: Знание, 1978. 96 с.
42. Чапяле, Ю.М. Метод технического творчества./Ю.М. Чапяле. Вильнюс: Макскас, 1985. 112 с.
43. Ханзен, Ф. Основы общей методологии конструирования./Ф. Ханзен. Л.: Машиностроение, 1966. 314 с.
44. Пьялве, Э. Краткий курс промышленного дизайна./Э. Пьялве. М.: Машиностроение, 1984. 284 с.
45. Чуйко, И. Красные самолёты./ И. Чуйко. М.: Советская Россия, 1982. 64 с.
46. Автоматизация поискового конструирования. Под ред. А.И. Половинкина. М.: Радио и связь, 1981. 312 с.
47. Иванова, С.Ф. Вместе искать истину./ С.Ф. Иванова. М.; Знание, 1989. 63 с.
48. Розен, В.В. Оптимальность — решение./ В.В. Розин. (Математические модели принятия решений). Пер. с англ. М.: Радио и связь, 1981. 484 с.
49. Диксон, Дж. Проектирование систем. Изобретательство, анализ, принятие решений./ Дж. Диксон. М.: Наука, 1969. 150 с. .
50. Советский энциклопедический словарь. 4-е изд. М.: Сов. Энциклопедия, 1989.
51. Чус, А.В.. Основы технического творчества (учебное пособие)/ А.В. Чус, В.Н. Демченко. Киев: Вища школа. 1983. 184 с.
52. Абовский, Н.П.. Современный взгляд на научную инженерную и учебную деятельность./ Н.П. Абовский, А. Я. Воловик. Красноярск, 1988. 68 с.
53. Абовский, Н.П. Системный подход в научно-техническом творчестве. / Н.П. Абовский, А. Я. Воловик. Красноярск. отдел.: Стройиздат, 1990.
54. Гвишиане, Д.М. Диалектика и системный анализ. / Д.М. Гришиане. Диалектико-материалистическое основание системных исследований М.: Наука . 1986. с.54.
56. Канторович, Л.В. Системный анализ и некоторые проблемы научно-технического прогресса / Л.В. Канторович. Диалектика и системный анализ. М.: Наука, 1986. 336 с С. 158—166.
57. Ларичев, О.И. Диалектика и системный анализ. /О.И. Ларичев.. Диалектико-материалистическое основание системных исследований М.: Наука . 1986. с. 219—237.

58. Материалистическая диалектика как общая теория развития. М.: Наука, 1987, 559 с.
59. Белозеров, В.И. Диалектический материализм и технознание. / В.И. Белозерцев. Воронеж: Изд-во Воронежского ун-та, 1980.
60. Фролов, И.Т. Человек, наука, гуманизм./И.Т. Фролов. «Коммунист», 1988, № II. С. 74—86.
61. Сборник «Философско-методологические проблемы технических наук» / Сост. и автор предисловия М.М. Гусев. М.: Московский рабочий, 1986. 264 с.
62. Горохов, В.Г. Современные комплексные научно-технические дисциплины./В.Г. Горохов. Вопросы философии, 1982, №7. С. 133, 144.
63. Шеменев, Г.И. Философия и технические науки. / Г.И. Шеменев. М.: Высшая школа, 1979. С. 3.
64. Сазонов, Я.В. Философские проблемы технических наук. / Я.В. Сазонов. М.: Изд-во МГУ, 1981.
65. Денисов, А.А. Теория больших систем. / А.А. Денисов, Д.Н. Колесников. Л.: Энергоиздат, 1982. 282 с.
66. Капица, П. Будущее науки. /П. Капица. . «Наука и жизнь», 1960, № 3.
67. Бабат, Г. Сбывшееся и несбывшееся. /Г. Бабат. В сб. «Пути в незнание», 1962.
68. Баталии, В.П. Капитальное строительство: проблемы и пути перестройки. / В.П. Баталии. «Коммунист». 1988, № 9.
69. Крупченко, В.Р. Управление строительством. /В.Р. Крупченко. Учебник для вузов. М.: Стройиздат, 1986. 343 с.
70. Гусаков, А.А. Системотехника в строительстве. /А.А. Гусаков. М.: Стройиздат, 1983. 440 с.
71. Анохин, П.К. Принципиальные вопросы общей теории функциональных систем./П.К. Анохин. М.: АН СССР, 1971.
72. Керов И.П. Системный подход в управлении строительством (основные понятия). М.: Изд-во ЦМИПКС, 1984. 44 с.
73. Дикман, Л.Г. Организация и планирование строительного производства. Управление строительными предприятиями с основами АСУ/Л.Г. Дикман. (учебник для вузов), 3-е изд., перераб. и доп. М.: Высшая школа, 1988. 560 с.
74. Гмошинский В.Г. Инженерное прогнозирование технологии строительства./ В.Г. Гмошинский. М.: Стройиздат, 1988. 294 с.
75. Абовский, В.П., Богданов В.А. Организационно-техническое проектирование инвестиционного процесса строительства объектов комплектно-блочным методом в районах Урала и Сибири./ В.П. Абовский, В.А.К. Богданов.. Сб. Научн. тр. КрасноярскпромстройНИИпроект «Разработка комплектно-блочного метода строительства промышленных объектов в районах Урала и Сибири». Красноярск, 1988. С. 5—15.

76. Левченко, В.И. Научно-технический прогресс и интенсификация в строительном комплексе. /В.И. Левченко, Н.С. Летников, Д.Л. Брейтус. Учеб. пособие. Киев: УМК ВО, 1988. 84 с.

77. Абовский, Н.П., Рудаков А.М., Абрамович К.Г. Анализ применения и некоторые рекомендации по развитию пространственных большепролетных конструкций в Красноярском крае /Н.П. Абовский, А.М. Рудаков, К.Г. Абрамович. Пространственные конструкции в Красноярском крае: Межвуз., темат. сб. научи, тр. Красноярск, изд. Краснояр. политехи, инта, 1986. С. 88—97,

78. Abovskij, N.P., Abovskaja S. N. Montovaně spriahnytě ocelobeto nove priestorově konstruktie unifikovanych prvkov, / N.P Abovskij, S. N Abovskaja. Pozenmi stavby, N 4, 1987 (CSSR).

79. Абовская, С.Н. Сборные сталежелезобетонные пространственные фермы из унифицированных элементов для серии пролетов /С.Н. Абовская. (учеб. пособие для дипломников). Красноярск, КИСИ, 1988. С. 32.

80. Регулирование, синтез, оптимизация (избранные задачи по строительной механике и теории упругости) под ред. Абовского Н. П. М.: Стройиздат, 1991. 3-е изд.

81. Кудрявцев, А.В. Обзор методов создания новых технических решений (конспект лекций)./ А.В. Кудрявцев. М.: ВНИИПИ, 1988. 52 с.

82. Эсаулов, А.Ф. Диалектика технической мысли (закономерности технического творчества). / А.Ф. Эсаулов. Красноярск: Изд-во Красноярского университета, 1989.

83. Абовская, С.Н. Новые пространственные сталежелезобетонные конструкции и покрытия./ С.Н. Абовская. Красноярск: Стройиздат. Красноярское отд. 1992. 240 с.

84. Abovskaya, S.N. Space large span steel-reinforced concrete roofs structures./S. N Abovskaja. Proceedings International Congress ICSS-98, Moscow-1998.

85. Абовский, Н.П. Творчество: системный подход – законы развития – принятие решений. / Н.П. Абовский Издание второе, дополненное. М. Синтег. 1998. 312 с.

86. Абовский, Н.П. Сюрпризы творчества. Диалоги и монологи о творчестве, его природе и принципах обучения творчеству. /Н.П. Абовский. Красноярск. КрасГАСА. 2004.. 353 с.

87. Абовский, Н.П. Секреты инженерного творчества. Научиться учиться /Н.П. Абовский. Красноярск. 2007. .304 с.

88. Абовский, Н.П. О системном алгоритме творческого мышления / Н.П. Абовский 8 Международная научно-техническая конференция «Интеллектуальные системы. Искусственный интеллект- 2007». Донецк. 2007. № 4 с.4-10.

Литература к части II

1. Есаулов, А. Ф. Активизация познавательной деятельности студентов. /А.Ф. Есаулов. Научно-метод. пособие. М: Высшая школа. 1988. 223с.
2. Мигдал, А.Б. Поиск истины. /А.Б. Мигдал. М.: Молодая гвардия. 1983.
3. Никитина, Г.В. Формирование творческого умения в процессе профессионального обучения. / Г.В. Никитина, В.Н. Романенко. С.-Петербург. Издат. С.-Петерб. Университета. 1992. 168 с.
4. Абовский, Н.П. Творчество в строительстве: системный подход, законы развития, принятие решений. /Н.П. Абовский. Красноярск. Стройиздат. Красноярское отд. 1992. 292 с.
5. Абовский, Н.П. Творчество: системный подход – законы развития – принятие решений Н.П. Абовский. Синтег. Москва. 1998, с.312.
6. Абовский, Н.П. Сюрпризы творчества / Н.П. Абовский. КрасГАСА. Красноярск.2004.с. 352.
7. Абовский, Н.П. Чему учат и не учат инженеров. / Н.П. Абовский, Енджиевский Л.В. М.: Журнал «Альма-матер». 2007 г.
8. Абовский, Н.П. Активное формообразование архитектурно-строительных конструкций зданий и сооружений из унифицированных строительных элементов для строительства в особых грунтовых условиях и сейсмических районах /Н.П. Абовский. Красноярск:КрасГАСА, 2004. 246с.
9. Абовский, Н.П. Управляемые конструкции /Н.П. Абовский. Уч. Пособие. Красноярск. КрасГАСА. 1998. 433с.
10. Абовский, Н.П. Нейроуправляемые конструкции и системы /Н.П. Абовский, А.П. Деруга, О.М. Максимова, П.А. Светашков. Уч. пособие для вузов. М. Радиотехника. 2003. 368 с. (сер. «Нейрокомпьютеры и их применение, кн. 13).
11. Абовский, Н.П. Регулирование. Синтез. Оптимизация. Избранные задачи по строительной механике и теории упругости. /Н.П. Абовский, Л.В. Енджиевский, В.И. Савченков, А.П. Деруга, И.И. Гетц. Уч. Пособие. Изд. 3-е, перераб. и дополненное. М. Стройиздат. 1996. 456с.
12. Абовский, Н.П. Современные аспекты активного обучения. Строительная механика. Теория упругости. Управление строительными конструкциями / Н.П. Абовский, Л.В. Енджиевский, В.И. Савченков, А.П. Деруга, Н.И. Марчук, Г.А. Стерехова, В.И. Палагушкин. Уч. Пособие. Красноярск. КрасГАСА. 2003.284 с.
13. Нейрокомпьютеры: разработка, применение (Научно-техн. Журнал: Спец. Выпуск, посвященный работам авторов-сотрудников КрасГАСА. 2001. № 9.
14. Ощепков, П.К. Жизнь и мечта. / П.К. Ощепков. М.: Московский рабочий. 1978. с.264.

15. Абовский, Н.П. Вариационные принципы теории упругости и теории оболочек. / Н.П. Абовский, А.П. Деруга, Н.П. Андреев. М.: Наука. 1978. 250 с.

16. Абовская, С.Н. Сталежелезобетонные конструкции. Панели и здания / С.Н. Абовская. Красноярск: КрасГАСА. 2001. 460 с.

17. Перельмутер, А.В. Расчетные модели сооружений и возможность их анализа / А.В. Перельмутер, В.И. Сливкер. М.: ДМК Пресс. 2007. 600с.

18. Патент № 2273697 Российская Федерация. Пространственная фундаментная платформа, объединенная с резервуаром, для строительства на слабых, вечномерзлых, пучинистых грунтах и в сейсмических зонах / Н.П. Абовский Н.П., С.Н. Абовская, Л.В. Енджиевский, Г.Ф. Майстренко, М.В. Драчев, А.И. Невзоров. БИ №17. 2003.

19. Патент № 38789 Российская Федерация. Сборная пространственная железобетонная фундаментная платформа для строительства многоэтажных зданий в особых грунтовых условиях / Н.П. Абовский, С.Н. Абовская, В.А. Матюшенко, В.И. Сапкалов. Бюл. №19. 2004.

20. Патент № 45410 Российская Федерация. Монолитная пространственная фундаментная платформа / Н.П. Абовский, В.И. Сапкалов, В.А.Сиделев. Бюл. № 13.2005.

21. Патент № 50553 Российская Федерация. Пространственная фундаментная платформа под агрегаты с динамической нагрузкой для строительства на слабых и вечномерзлых грунтах / Н.П. Абовский, В.И. Сапкалов, Е.А. Шкляева. Бюл. № 2. 2006.

22. Патент № 55388. Российская Федерация. Пространственная железобетонная фундаментная платформа для малоэтажных зданий для строительства в особых грунтовых условиях и сейсмичности в сборном и монолитном вариантах / В.А. Сиделев, Н.П. Абовский, А.П. Попович, В.И. Сапкалов, Д.В. Карасев. Бюл. № 22. 2006.

23. Патент № 2206665. Российская Федерация. Пространственная фундаментная платформа. /Н.П. Абовский, С.Н. Абовская, Л.В. Енджиевский, Г.Ф. Майстренко, М.В. Драчев, А.И. Невзоров. БИ № 17. 2003.

24. Патент № 2215852. Российская Федерация. Полносборное здание и сооружение замкнутого типа, включающее фундамент, для строительства на вечномерзлых, слабых, пучинистых грунтах и в сейсмических зонах / В.Д. Надеяев, Н.П. Абовский, С.Н. Абовская, Л.В. Енджиевский, Сергуничева Е.М., Егикян Н.Б. БИ № 31. 2003.

25. Патент № 53342. Российская Федерация. Вертикальный железобетонный сборный резервуар / Н.П. Абовский, В.И. Сапкалов. БИ № 13. 2005.

26. Патент № 59650. Российская Федерация. Сейсмостойкое малоэтажное здание, сооружение. /Н.П. Абовский, В.И. Сапкалов. БИ № 36. 2006.

27. Патент № 2246657. Российская Федерация. Опора надземного трубопровода. /Н.П. Абовский, Г.Ф.Майстренко, Л.Д. Федоренко, С.Н. Абовская, В.И. Сапкалов. БИ № 5, 2005.

28. Патент № 41829. Российская Федерация. Регулируемая опора надземного магистрального трубопровода для строительства в сложных грунтовых условиях./ Н.П. Абовский, Г.Ф. Майстренко, В.И. Сапкалов, В.А. Матюшенко. БИ № 31. 2004.

29. Патент № 49251. Российская Федерация. Устройство слежения и управления напряженно-деформируемым состоянием надземных магистральных трубопроводов, проложенных в сложных грунтовых условиях / Н.П. Абовский, В.И. Сапкалов, А.П. Романов. БИ № 31, 2005.

30. Патент № 53008. Российская Федерация. Устройство автоматического слежения напряженно-деформируемым состоянием еадземных магистральных трубопроводов, проложенных в сложных грунтовых условиях и в сейсмических зонах с помощью оптических устройств. / Н.П. Абовский, В.И. Сапкалов, А.П. Романов. БИ № 12. 2005.

31. Патент № 60669. Российская Федерация. Регулируемая опора для монтажа и сварки магистральных трубопроводов. / Н.П. Абовский, В.И.Сапкалов, А.П. Романов. БИ № 30. 2007.

32. Патент № 63375. Российская Федерация. Восстановление металлического цилиндрического резервуара./ Н.П. Абовский, В.И. Сапкалов. БИ № 15. 2007.

33. Патент № 41829. Российская Федерация. Регулируемая опора надземного трубопровода для строительства в сложных грунтовых условиях./ Н.П. Абовский, Г.Ф. Майстренко, В.И. Сапкалов, В.А. Матюшенко. БИ № 31. 2004.

34. Абовский, Н.П. Нейроуправляемые конструкции и системы /Н.П. Абовский, А.П. Деруга, О.М. Максимова, П.А. Светашков. Уч. пособие для вузов. М. Радиотехника. 2003. 368 с. (сер. «Нейрокомпьютеры и их применение, кн. 13).

35. Абовский, Н.П. Сейсмостойкие фундаменты и здания замкнутого типа на вечномерзлых и слабых грунтах /Н.П. Абовский, Л.В. Енджиевский. Региональная научно-практическая конференция «Наука-строительному комплексу Севера», Якутск 5-6 апреля 2006 г., с. 45-48.

36. Абовский, Н.П. Новые типы железобетонных резервуаров, объединенных с фундаментной платформой, для строительства в сложных грунтовых условиях / Н.П. Абовский. Проблемы строительства и архитектуры: сб. материалов 24 региональной научно-технической конференции, Красноярск, 2006.- с. 84-86.

37. Абовский, Н П. Нетрадиционные принципы формообразования пространственных конструкций малоэтажных зданий в условиях сложных грунтов и сейсмичности / Н.П. Абовский, Л.В. Енджиевский, В.А. Сиделев. Научная сессия «Взаимосвязь проектирования пространственных конструкций с вопросами безопасности, эксплуатационной надежности и долговечности. МОО «Пространственные конструкции. Межрегиональная общ. Организация «Содействие развитию и применению пространственных конструкций в строительстве». М. 2007.с.9-11.

38. Абовский, Н.П. Сборные пространственные платформы для малоэтажного строительства в сложных грунтовых условиях и сейсмичности / Н.П. Абовский, Е.С. Корневцев, Е.А. Мутовина. Актуальные проблемы современного строительства. Материалы междунар. Научно-практ. конф. Пенза. 2007 г. с.5-8.

39. Абовский, Н.П. Снизить на 10-12% стоимость малоэтажного строительства в сложных грунтовых условиях / Н.П. Абовский, В.А. Сиделев. Развитие инновационной деятельности в промышленности г. Красноярск. Научно-практ. конф. Красноярск, 2007. с.91-94.

40. Патент № 2041535. Российская Федерация. Способ предотвращения деформации зеркала антенны. /Н.П. Абовский. БИ № 22. 1995.

41. Патент № 2069029. Российская Федерация. Способ визуализации влияния деформаций оболочки антенны на волновой фронт и устройство для его осуществления./ Н.П. Абовский, Воловик Ю.А., Шафран Е.В., Большедворский А.М., Михайленко А.В., Палагушкин В.И. БИ № 31. 1996.

42. Патент № 2068918. Российская Федерация. Способ управления строительными конструкциями. Российская Федерация./Н.П. Абовский. БИ №31. 1996.

43. Патент № 2090693. Российская Федерация. Плотина. /Н.П. Абовский. БИ № 26. 1997.

44. Патент № 2050755. Российская Федерация. Способ стабилизации диаграммы направленности антенны. / Н.П. Абовский. БИ № 31. 1995.

45. Патент № 2010345. Российская Федерация. Учебный прибор по сопротивлению материалов и строительной механике./ Н.П. Абовский, Ю.А. Воловик, Л.П. Азизова. БИ № 6. 1994.

46. Патент № 2087622. Российская Федерация. Сейсмостойкое здание, сооружение. /Н.П. Абовский. БИ № 20. 1997.

47. Рабинович, И.М. Интуиция в строительной механике /И.М. Рабинович. Исследования по теории сооружений; Вып. 18. — М.: Стройиздат, 1970. —С. 132-140.

48. Абовский, Н.П. Пространственные фундаментные платформы для строительства в особых грунтовых условиях и сейсмических районах. /н,п, Абовский. Сб. научных трудов. Красноярск. КрасГАСА. 2006. 189с.

49. Акбулатов, Ш.Ф. Сборные пространственные сталежелезобетонные фермы из унифицированных элементов на пролеты 18+36м. / Ш.Ф. Акбулатов, С.Н. Абовская. Строительство и архитектура. Изв. вузов. 1984, №11. С. 25-29.

50. Абовский, Н.П. Численные методы в строительной механике и теории упругости. / Н.П. Абовский, Н.П. Андреев, А.П. Деруга, В.И. Савченков. Учеб. пособие. Красноярск: Изд-во Краснояр. ун-та, 1985. — 382с.

51. Акофф Р. Искусство решения проблем / Акофф Р. Пер. с англ. — М.: Мир. 1982. — 224с. Ил.

52. Альтшуллер, Г.С. Творчество как точная наука./Г.С. Альтшуллер. М.: советское радио, 1979. -204с.

53. Дышлевский, П.С. Фундаментальные исследования и технический прогресс. / П.С. Дышлевский, Л.В. Яценко. Новосибирск: Изд-во “Наука” СО АН СССР, 1985. С. 93-98.

54. Диксон Дж. Проектирование систем: изобретательство, анализ и принятие решений. /Дж. Диксон. М.: Наука, 1969. — 150 с.

55. Лизин, В.Г. Проектирование тонкостенных конструкций. /В.Г. Лизин. В.А. Пяткин. М. Машиностроение.1985. 344 с.

56. Абовская, С.Н. Сборные сталежелезобетонные пространственные фермы из унифицированных элементов для серии пролетов /С.Н. Абовская. Красноярск. КИСИ. 1988. с.32.

57. Абовский, Н.П. Строительные проблемы экологического освоения северных районов Красноярского края. /Н.П. Абовский. Красноярск. КрасГАСА. 2006. 165 с.

58. Абовский, Н.П. Строительство в северных нефтегазоносных районах Красноярского края. /Н.П. Абовский. Научное издание. Красноярск. КрасГАСА. 2005. 228 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Вступление	3
Часть I. СИСТЕМНЫЙ АЛГОРИТМ ТВОРЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ	4
Глава 1. Сущность системного алгоритма творческого мышления	4
Глава 2. Дополнительные рекомендации на разных этапах САТМ	7
Часть II. СИСТЕМНЫЙ АЛГОРИТМ ТВОРЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ В ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	9
Глава 1. Поиск эффективных решений для строительства в сложных грунтовых условиях и сейсмике	9
Глава 2. Энергетический подход к конструктивным решениям	14
2.1. Пример изобретений на основе преобразования части внешней энергии	14
2.2. Пример энергетического подхода к конструированию за счет преобразования и перераспределения внутренней энергии деформации.	17
Глава 3. Пример создания конструкций, сохраняющих экологию северных земель	18
Глава 4. Пример системного подхода к устранению нежелательных помех	19
Глава 5. Учись изобретать. Технические системы ТРИЗ. САТМ. Деловые игры	19
5.1. Талантливое мышление — что это такое?	19
5.2. Вариант деловой игры в студенческой группе	21
5.3. Тема — задание для деловой игры	22
5.4. Конкретизация темы-задания применительно к сталежелезобетонным фермам	22
Глава 6. Эволюция несущих конструкций	28
6.1. Некоторые тенденции и парадоксы развития несущих большепролетных конструкций	29

6.2. Принципы развития пространственных большепролетных конструкций	36
6.3. Образная задача конструктора	39
6.4. Современный взгляд на некоторые вопросы развития строительной механики и строительных конструкций	42
6.5. От неизменяемых конструкций — к управляемым	43
Литература к части I	49
Литература к части II	54

Со всеми материалами по изобретательству можно на сайте
Роспатента www.fips