

К 50 летию строительного образования в Красноярском крае

**ЧЕМУ УЧАТ
И
НЕ УЧАТ
ИНЖЕНЕРОВ**



Учить творчеству!

ИСКУССТВО

*активного
формообразования и
управления конструкциями*

НАУКА ОТСТАЁТ

*закономерности не выявлены.
Решение на качественном уровне:
преодолеть неопределённости, создавая
конструкции, малочувствительные
к негативным воздействиям*

**НЕТРАДИЦИОННЫЙ ПОДХОД
НЕЙРОИНФОРМАТИКА**

*закономерности неявные
обучение на примерах*

ТРАДИЦИОННЫЙ ПОДХОД

*закономерности известны
формализация
моделирование*

Красноярск, 2006

Федеральное агентство по образованию
Красноярское региональное отделение
Международной академии наук высшей школы
Красноярская государственная архитектурно-строительная
академия

Н.П. АБОВСКИЙ

ЧЕМУ УЧАТ И НЕ УЧАТ ИНЖЕНЕРОВ

УЧИТЬ ТВОРЧЕСТВУ!

СИСТЕМА АКТИВНОГО ТВОРЧЕСКОГО
ОБУЧЕНИЯ ИНЖЕНЕРОВ
ПРОБЛЕМЫ И ПАРАДОКСЫ

Красноярск,

УДК 378.14
ББК 448
А15

Рецензент: А.И. Громыко, доктор технических наук, профессор,
КГТУ, академик МАН ВШ

Абовский Н.П.

А15

**Чему учат и не учат инженеров. Учить творчеству: науч.
издание**, Красноярск: КрасГАСА, 2006, 139 с.
ISBN 5-89628-155-2

Представлены статьи и материалы, отражающие многолетнюю работу кафедры «Строительной механики и управления конструкциями» по активному творческому образованию инженеров, опубликованные в разных изданиях. Созданная система активного образования включает наряду с классическими традиционными подходами новые нетрадиционные направления: научно-образовательный комплекс «Управляемые конструкции», приложения нейросетевой технологии, приемы и решения проблем, плохо поддающихся формализации, искусство активного формообразования.

Все эти направления основываются на **триаде: системном подходе, законах развития систем, многообразных методах принятия решений**. Такая мировоззренческая и педагогическая позиция раскрывает сущность творческого процесса поиска и реализации рациональных решений и позволяет учить инженеров творчеству, а достигнутые успехи в научной, образовательной и изобретательской деятельности доказали ее эффективность и действенность. Поддержку и интерес проявляют многие, но, конечно, не те, которые ограничили себя рамками укоренившегося традиционного образа мышления. Авторы оценивают это как рабочую ситуацию, характерную для продвижения нового, будучи уверенными в его прогрессивности.

ISBN 5-89628-155-2I

УДК 378.14
ББК 448
© Н.П. Абовский, 2006г.
© КрасГАСА, 2006г.

ВСТУПЛЕНИЕ

Проблемы творческого инженерного образования постоянно находятся в поле интересов Красноярского Регионального Отделения СО АН ВШ, в том числе в специально созданной лаборатории творческого инженерного образования нашего отделения, в движении «Шаг в будущее» и др. Недавно созданный по инициативе трех академиков МАН ВШ - ректоров ведущих вузов в Красноярске Центр инженерной педагогики выдвинул проблемы творческой подготовки инженеров разных специальностей на первый план.

Учитывая важность и сложность этой проблемы педагогики Высшей школы, КРО СО АНВШ приступила к изданию серии обобщенных материалов. Данная книга является одним из первых шагов в этом направлении.

Разработанная и успешно функционирующая в КрасГАСА система активного творческого образования инженеров базируется на научно-образовательном комплексе «Управляемые конструкции и системы», не имеющем аналогов, отмеченном дипломом РААСН и получившим первое место во Всероссийском конкурсе в номинации научных и вузовских учреждений строительного профиля.

Данная система нацелена на активное обучение творчеству и системно охватывает четыре направления:

- традиционное, соответствующее ГОСам;
- нейросетевое, позволяющее доучивать модели в процессе накопления информации, приближая их к разновидности интеллектуальных;
- активное формообразование конструкций, представляющее инженерное искусство;
- умение принимать конструктивные решения в условиях неопределенности и слабо развитой теории.

Данная работа представлена оригинальным учебным пособием, несколькими научными монографиями, специальными учебными курсами, компьютерными программами, уникальным учебным классом управляемых моделей конструкций, докторскими и кандидатскими диссертациями и многотысячной армией студентов, в умы которых заложены прогрессивные идеи управления конструкциями и творческий подход к решению инженерных задач.

Прогрессивность данной работы вполне соответствует современному критерию Минобразования: «*обучение на основе науки*» и заслуживает широкого распространения.

Председатель Красноярского регионального
отделения СО АН ВШ,
академик

Подлесный С.А.

*«Научные и учебно-методические **работы по управляемым конструкциям**, выполненные в Красноярской государственной архитектурно-строительной академии под руководством профессора Н.П.Абовского, **относятся к новому перспективному направлению фундаментальных исследований.***

*Коллективу авторов работы научно-образовательный комплекс «Управляемые конструкции» принадлежит **несомненный приоритет** в области создания управляемых конструкций и гражданских сооружений. Разработанные коллективом принципы, методики и устройства для управления конструкциями являются оригинальными, выполнены на высоком уровне и отражены в большом количестве научных статей, монографий, учебно-методических пособий, лабораторных работ и изобретений».*

Академик РАН И.Ф.Образцов, Отделение механики и процессов управления РАН, Москва, 1999 г.

Г *«Созданные научные концепции, основы теории управляемых конструкций, принципы их создания, реализованные в ряде патентов, являются новой теоретической и лабораторно-практической базой для обучения инженеров. **Идеи активного управления конструкциями, особенно с использованием нейросетей, закладываются в умы будущих специалистов и способствуют формированию активной личности инженера.** Приоритетное учебное и научно-методическое обеспечение, оригинальная лабораторно-техническая база не имеют аналогов в отечественной и зарубежной литературе и уже получили применение в ряде вузов и организаций страны, тиражируются для дальнейшего распространения»*

Зам. министра высшего и среднего специального образования РФ
Б.А.Виноградов, 1999 г.

Г Диплом РААСН за цикл работ «Развитие и применение научно-образовательного комплекса «Управление конструкциями», 2003 г.

Почетная грамота за 1 место в конкурсе научно-исследовательских работ «Стройнаука-2004» в номинации «Лучшее высшее учебное заведение года»

Н. П. АБОВСКИЙ, академик МАН ВШ,
почетный член РААСН, проф., докт. техн. наук,
Л. В. ЕНДЖИЕВСКИЙ, академик МАН ВШ,
член-корр. РААСН, проф. докт. техн. наук

ЧЕМУ УЧАТ И НЕ УЧАТ ИНЖЕНЕРОВ. ПОДНЯТЬ ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ НА УРОВЕНЬ СОВРЕМЕННЫХ ТРЕБОВАНИЙ

.. Нельзя относиться к образованию только как к накоплению знаний. В современных условиях это - прежде всего развитие аналитических способностей и критического мышления у учеников. Это - умение учиться, умение самому воспринимать знания, успевать за переменами.

*Президент России В.В.Путин (из выступления на заседании
Государственного Совета РФ 29 августа 2001 г.)*

Существенным недостатком нынешнего образования инженеров традиционно, как и раньше, является неумение действовать в нестандартных ситуациях и на их предупреждение. К таким ситуациям относятся не только аварии, участвовавшие в последнее время, но также весьма распространенные воздействия внешней среды, которые характеризуются неопределенностью по времени, месту и величине (например, провалы земной поверхности на подрабатываемой территории, карстовые проявления в грунтовой толще, сейсмичность, наводнения, сели, снежные лавины и др.).

Одна из главных причин такого положения в том, что нынешних инженеров и студентов не учили и не учат, как действовать и какие принимать решения в названных ситуациях. Действующие Государственные стандарты (ГОСы) на обучение, например, для инженеров строительных специальностей по направлениям 653500 **ориентированы на пассивные постановки задач обучения** (на анализ и использование готовых

конструктивных разработок и решений), на умение *использовать* только математические модели. Умение только анализировать решения (ситуации), которые представлены математическими моделями и поддаются компьютеризации, является большим ограничением подготовки инженеров, сужающее их творческие возможности. Отсюда вырастают **бессилие и незащищенность перед ситуациями, выходящими за рамки математической обусловленности моделей**, е. того, чему учили. Необходимость не только анализировать, но и синтезировать, активно управлять, подчинять процесс желаемому функционированию и результату - таковы реальные задачи, систематически возникающие в творческом инженерном процессе.

Парадоксально, но концепция современного инженерного образования не сформулирована. ГОСы на инженерное образование весьма несовершенны, не системны, содержат существенные пробелы и не охватывают всех необходимых направлений деятельности инженера.

В стремлении преодолеть эти недостатки ГОСы формулируют только квалификационные требования к выпускаемому специалисту, реализация которых не обеспечивается их содержанием.

Возможно, что ГОСы на образование исходят, увы, из печальной реальности, что многие преподаватели перестали заниматься наукой и десятилетиями не повышали свою квалификацию и поэтому не могут доводить образовательный процесс до уровня современных научных достижений и требований, то есть не могут образовывать творчески. А это ведет к отставанию, к потере творческого интеллектуального потенциала. Выделение в ГОСах региональной составляющей не спасает положения, хотя является некоторой отдушиной. Фундаментальная часть ГОСов ориентирована на математизацию, информатизацию и компьютеризацию подготовки инженеров, а также на обширную гуманитарную составляющую. Инженерную специализацию не относят к фундаментной части и **она** часто имеет описательный характер, ориентированный на эмпирику и нормативы. Активные творческие поисковые проблемные постановки, как правило,

отсутствуют. Получается, что ГОСы ориентируют на подготовку инженеров среднего уровня. Учебники подгоняют к этому же уровню.

От обучаемых, к сожалению, скрыт тот известный факт, что математизация и компьютеризация далеко не охватывают всех областей деятельности **инженера** и что они применимы в тех областях, в которых **известны явные закономерности** и построены некоторые идеализированные модели. Но эти классические области - лишь малая часть инженерной деятельности.

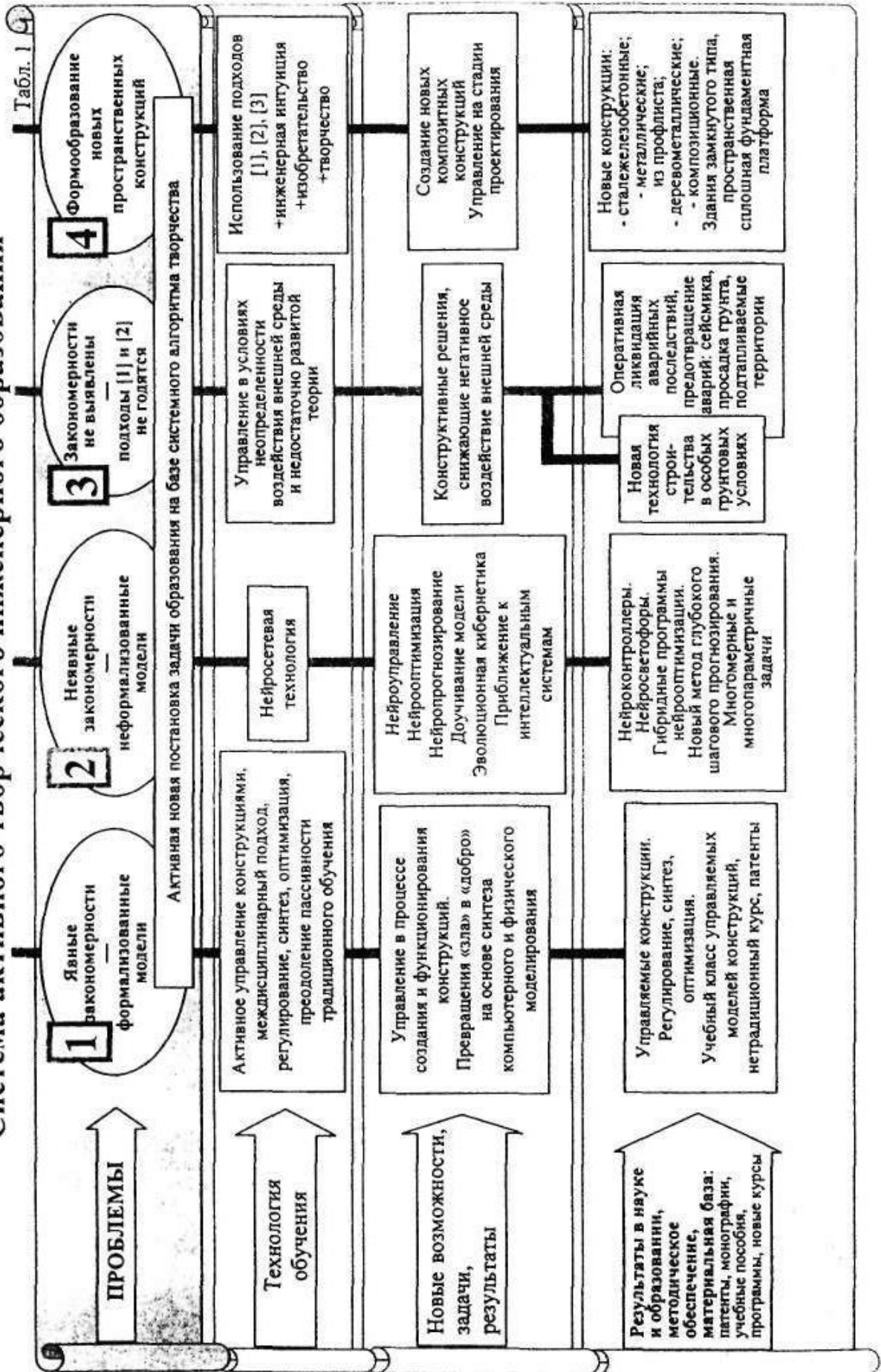
Следует отметить, что подобная ограниченность имеет место и в организации фундаментальной науки, в которой многоаспектная проблема моделирования представлена лишь в институтах математики и информатики. За бортом также остаются неподдающиеся формализации проблемы. С другой стороны, если проанализировать широчайшую систему научно-инженерных и практических конструкторских работ, например С.П.Королева или создателей различных уникальных видов военной техники, то будет очевидно, что они включают целостно все необходимые аспекты для достижения желаемого результата, в том числе и в областях с неопределенностями модели и закономерностей.

Отсюда вытекают актуальные задачи повышения уровня инженерного образования (табл. 1):

1. В областях (научных направлениях), в которых известны явные закономерности и возможные математические формализации, необходимо учить задачам активного управления конструкциями и решениями, включая регулирование, синтез, оптимизацию. При этом необходимо гармонично сочетать математическое и физическое моделирование, без чего инженерное образование - ущербно.

2. В других областях, в которых закономерности проявляются в неявной форме в виде набора примеров, следует обучать прикладной нейросетевой технологии, включая новые методы нейроуправления, нейрооптимизации, нейропрогнозирования. Здесь существенным отличием от классических формализованных моделей является возможность

Система активного творческого инженерного образования



совершенствования (доучивания) модели в процессе функционирования, что приближает ее к интеллектуальному уровню управления и соответствует современной теории эволюционной кибернетики.

3. В областях, в которых закономерности не определены и теория весьма слабо развита (например, неопределенные сейсмические воздействия или неравномерные осадки и просадки фунтов и др.), т. е. когда классические математические подходы и нейросетевая технология не эффективны, необходимо обучать умение находить такие конструкции и решения, которые были бы мало чувствительны к неопределенности воздействий и обладали бы повышенной живучестью. Такой подход вместо решения «в лоб» реализует эффективный обходной маневр.

4. Владение искусством формообразования новых пространственных композиционных конструкций с привлечением инженерной интуиции, изобретательства и творчества - этот старый по сути прием необходимо развивать на современном уровне, используя системный подход, новые материалы и их комбинации, технологии и технику.

Таким образом, все четыре описанные выше области (направления) являются необходимыми элементами (составляющими частями) современной системы активного творческого образования.

В Красноярской государственной архитектурно-строительной академии разработана такая *система активного творческого образования и реализована научно, методически и материально в научно-образовательном комплексе «Управляемые конструкции».*

Научно-образовательный комплекс «Управляемые конструкции» ориентирован на вузы строительного профиля, предназначен для цикла расчетно-конструкторских дисциплин: сопротивление материалов, строительная механика, теория упругости и строительные конструкции и технологии. Комплекс направлен на решение актуальной проблемы высшего технического образования - усиление творчества как основного его компонента. Предполагаемая система может быть развита и ее концепции использованы практически во всех инженерных вузах страны.

Схематично все аспекты проблемы представлены в табл. 1 с указанием на новые технологии обучения, новые возможности и результаты, а также созданную теоретическую, математическую и материальную базу, отличающуюся новизной и приоритетностью. Более подробно с авторскими разработками можно ознакомиться по работам [1-7].

Надеемся, что наш опыт будет способствовать формированию активной концепции инженерного образования и успешному его развитию.

Литература

1. Абовский Н.П., Енджиевский Л.В., Савченков В.И., Деруга А.П., Гетц И.И. **Регулирование. Синтез. Оптимизация. Избранные задачи по строительной механике и теории упругости:** Учеб. пособие для вузов с грифом Госкомитета СССР по народному образованию. 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Стройиздат, 1993. 456 с.
2. Абовский Н.П. **Управляемые конструкции.** Учеб. пособие с грифом СибРУМЦ вузов. Красноярск: КрасГАСА, 1998. 433 с.
3. Абовский Н.П. **Творчество: системный подход, законы развития, принятие решений.** Серия «Информатизация России на пороге XXI века», - М. Синтег, 1998. - 312 с.
4. Абовский Н.П., Енджиевский Л.В., Савченков В.И., Деруга А.П., Марчук Н.И., Стерехова Г.А., Палагушкин В.И. **Современные аспекты активного обучения. Строительная механика. Теория упругости. Управление строительными конструкциями.** Учеб. пособие. - КрасГАСА. Красноярск, 2003. - 284 с.
5. Абовский Н.П., Деруга А.П., Максимова О.М., Светашков П.А. **Нейроуправляемые конструкции и системы** Учеб. пособие для вузов с грифом учебно-методического совета по направлению «Прикладная математика и информатика». - М.: Радиотехника, 2003.-368.: ил. (Научная серия «Нейрокомпьютеры и их применение», Кн. 13).
6. **Научно-технический журнал «Нейрокомпьютеры: разработка, применение».** Специальный выпуск по работам авторов-сотрудников КрасГАСА. №9.2001.
7. Абовский Н.П. **Активное формообразование архитектурно-строительных конструкций зданий и сооружений из унифицированных строительных элементов для строительства в особых грунтовых условиях и в сейсмических районах:** научное издание /КрасГАСА, Красноярск, 2004, 246с.

КРАТКИЙ ОЧЕРК ИСТОРИИ СОЗДАНИЯ АКТИВНОГО ТВОРЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ ИНЖЕНЕРОВ В КрасГАСА

Начиная 1963-1970 г.г., кафедра тесно сотрудничает с ЦНИИСКом, НИИЖБом, МИСИ, МВТУ, МАИ, ЛПИ, Киевским ИСИ и АДИ, НПО «Прикладная механика» и многими другими организациями по **вариационным проблемам теории ребристых оболочек и вариационно-разностными методами их расчета** также по конструированию и строительству покрытий зданий из оболочек, особенно гипаров. Одним из важных результатов явилась публикация в Москве в издательстве «Наука» монографии «Вариационные проблемы теории упругости и теории оболочек» (Абовский Н.П., Деруга А.П., Андреев Н.П.), в которой была создана система вариационных функционалов теории ребристых оболочек и их преобразований, а также вариационно-разностные методы расчета, на основе которых были разработаны эффективные компьютерные программы. Впервые были рассчитаны по моментной теории системы гипаров и показана несостоятельность безмоментного подхода. Построены гипары в Ачинске и других местах.

Мы сотрудничали и нас поддержали такие видные ученые как Хайдуков Г.К., Лурье А.И., Феодосьев В.И., Вольмир А.С., Розин Л.А., Григолюк Э.И., Вайнберг Д.В., Варвак П.М. и многие другие.

В эти годы зародилась и начала развиваться у нас идея **активного подхода к созданию и управлению конструкциями**. Вышло в свет первое издание (1971 г.) «Избранных задач строительной механики», нацеленное на регулирование, синтез и оптимизацию. Позднее (в 1977 и 1992 г.г.) эта книга в расширенном и переработанном виде была дважды переиздана Стройиздатом с грифом Министерства Образования СССР.

Нас в этом активно поддержали член-корр. АН СССР Рабинович И.М., академик Образцов И.Ф., зав. кафедрой прочности летательных аппаратов в

МАИ, руководитель отделения АН «Механика и процессы управления». Позднее И.Ф.Образцов как министр РСФСР открыл нам две лаборатории: «Пространственные конструкции» и «Управление конструкциями». Так начал зарождаться наш **научно-образовательный комплекс «Управляемые конструкции» и создание межвузовской лаборатории** поддержке академиков Ставера А.М. и Подлесного С.А. Был создан уникальный класс управляемых конструкций на основе многих полученных патентов. Введен оригинальный курс «Управляемые конструкции», обучено более 2000 студентов. Защищен ряд диссертаций.

По результатам Всероссийского конкурса наш НОЦ «Управляемые конструкции» был дважды отмечен дипломом РААСН и занял в 2005 году первое место в стране среди вузов и НИИ по строительству.

В 1970-1980 г.г. был разработан новый тип пространственных конструкций в виде **композиционных сталежелезобетонных конструкций, синтезированных из унифицированных строительных элементов.** Возник интерес к пространственным дерево-металлическим конструкциям. Позднее (1990-2000 г.г.) развитие этого направления позволило создать **пространственные здания нового типа — замкнутые здания повышенной живучести и пространственные фундаментные платформы для строительства в сложных грунтовых условиях и районах сейсмичности.**

Различные разработанные эффективные предложения таких конструкций получили высокую оценку у военных строителей и в МГСУ для оперативного управления ликвидации различных аварийных ситуаций (2002-2004 г.г.). При поддержке РФФИ была разработана **новая технология строительства на слабых, просадочных, пучинистых и вечномёрзлых грунтах и в сейсмических районах** для строительства в нефтегазоносных районах **создан целый комплекс новых конструкций, отличающихся** индустриальностью при соблюдении экологических требований в легко ранимых северных территориях. Все эти работы легли в основу **обучения активному формообразованию конструкций, включающему идеи управления конструкциями.**

1990–2005 г.г. характеризуются развитием и приоритетным применением прикладной нейроинформатики к проблемам строительства, в том числе к созданию нейроуправляемых конструкций, к разработке методов нейропрогнозирования и оптимизации. Наши работы высоко оценены в Научном центре нейроинформатики (проф. Галушкин А.И.), на Всероссийских конференциях, проводимых в МИФИ и ИПУ РАН. Защищены две первые в стране диссертации по прикладной нейроинформатике в строительстве. Получен ряд патентов. Изданная в Москве (изд. «Радиотехника», 2004 год) монография «Нейроуправляемые конструкции и системы» отмечена дипломом РААСН.

Нейросетевая технология открыла новые возможности создания так называемых обучаемых систем, являющихся разновидностью интеллектуальных систем. Это перспективное направление инженерной деятельности, особенно в тех областях, для которых закономерности неявны и традиционная формализация не применима. Были созданы первые нейроуправляемые конструкции, разработано нейросветофорное управление, разработаны новые методы нейропрогнозирования и нейрооптимизации.

Многолетние исследования и их системное обобщение утвердили нашу точку зрения в том, что в инженерном образовании необходимо явно указывать на те области, в которых классические подходы пока еще не приемлемы, закономерности не выявлены, формализация и моделирование не проходят, наука отстает, а потребности практики требуют принятия инженерных решений. Учебники, как правило, умалчивают о таких областях, оставляя обучающихся в неведении. Академические институты, ориентированные на математическое моделирование также не затрагивают эти проблемы. Отметим, что РФФИ лишь недавно включил инженерные науки в поле своего внимания.

Указанные области характеризуются неопределенностями разного характера (местом, временем и величиной внешних воздействий, неясностью физических процессов, моделирования и т. д. Не имея

возможности напрямую (« в лоб») решать эти проблемы, инженеры находят обходные своеобразные подходы. Нами сформулированы некоторые принципиальные положения, формируется фонд физических принципов и рецептов народных умельцев, найден ряд эффективных решений и получены патенты. Сознательное использование такого подхода дает в руки инженеров эффективные инструкции и способствует творческому решению сложных предложенных проблем. Однако инженеров в вузах пока этому не учат, и это делает их безоружными перед практическими проблемами, характеризующимися неопределенностями. Нами был подан соответствующий проект в РФФИ (который, к сожалению, не получил поддержки): «Разработка фундаментальных основ инженерной механики, не поддающейся традиционной формализации». По-существу это предложение базируется на рациональном творчестве, которое не имеет строгого описания и для него невозможна формализация, но творческий поиск позволяет постоянно находить ответы на некорректные вопросы и решать нетривиальные задачи. Есть веками сложившаяся народная мудрость и надо стремиться хотя бы собрать и систематизировать оправдавшие себя на практике приемы, стимулирующие продуктивную творческую деятельность. Это инженерное искусство постепенно будет оформляться в науку.

Разработанная таким образом система активного образования инженеров содержит наряду с классическими традиционными подходами обучение знаниям новых технологий, включая нейросетевую, искусство активного формообразования и управления, способность преодолевать неопределенности. Все эти составные части охвачены системным подходом, законами развития систем и многообразными методами принятия решений. Все эти проблемы охвачены успешно функционирующим более 20 лет НОК «Управляемые конструкции», отдельные части которого тиражированы в ряд вузов страны.

НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС «УПРАВЛЯЕМЫЕ КОНСТРУКЦИИ» КАК СИСТЕМА АКТИВНОГО ТВОРЧЕСКОГО ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Н.П. Абовский д.т.н., профессор, Л.В. Енджиевский д.т.н., профессор, А.П. Деруга д.т.н., профессор, В.И. Савченков, к.т.н., профессор, Н.И. Марчук к.т.н., доцент, В.И. Палагушкин к.т.н., доцент, О.М. Максимова к.т.н., доцент.

Предлагается система активного творческого инженерного образования, в которой особое внимание уделено областям, в которых закономерности проявляются в неявной форме, областям, в которых закономерности не определены и теория слабо развита, а также формообразованию новых конструкций как новому междисциплинарному направлению. Описанная реализация данной системы осуществлена в Красноярской государственной архитектурно-строительной академии.

Вступление. ПОДНЯТЬ ОБРАЗОВАНИЕ НА УРОВЕНЬ СОВРЕМЕННЫХ ТРЕБОВАНИЙ ЖИЗНЕННЫХ СИТУАЦИЙ

Здесь в аннотированной форме дано изложение работ /1-7/, которые, в свою очередь, являются обобщением многолетних авторских исследований /8/ по проблеме активного творческого инженерного образования.

Существенным недостатком нынешнего технического образования является неподготовленность молодых инженеров к действиям в нестандартных ситуациях и по их предупреждению. К таким ситуациям относятся не только аварии, участившиеся в последнее время, но и также весьма распространенные воздействия внешней среды, которые характеризуются неопределенностью по времени, месту и величине (например, неравномерные осадки и просадки грунтов, сейсмичность,

наводнения, локальные разрушения, ведущие к обрушению всего здания, и др.)

Одна из главных причин такого положения - это то, что нынешних студентов и инженеров не учили и не учат, как действовать и какие принимать решения в таких ситуациях. Действующие Государственные стандарты на обучение, например для инженеров строительных специальностей по направлению 653500 **ориентированы на пассивные** постановки задач обучения (на анализ и применение готовых конструктивных разработок и решений), на умение использовать только математические модели. Умение только анализировать решения (ситуации), которые представлены математическими моделями и поддаются компьютеризации, является большим ограничением подготовки инженеров, сужающего знания и образованность.

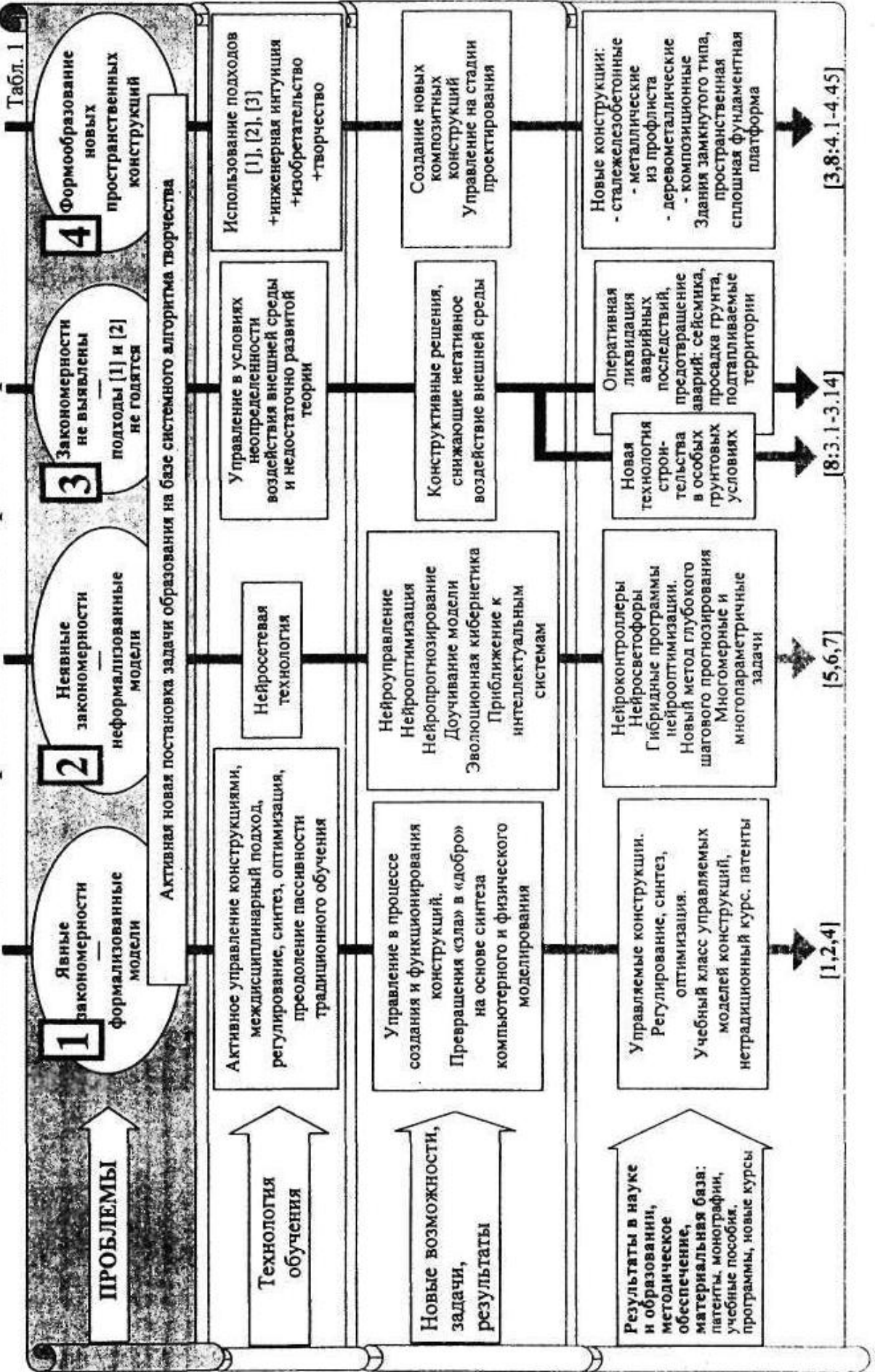
Отсюда вырастает бессилие и незащищенность перед ситуациями, выходящими за рамки математической обусловленности моделей (т. е. того, чему учили). Необходимо не только анализировать, но и синтезировать, активно управлять, подчинять процесс желаемому функционированию и результату. Таковы жизненные потребности общества.

Следует отметить, что подобная ограниченность имеет место и в организации фундаментальной науки, в которой многоаспектная проблема моделирования представлена лишь в институтах математики и информатики. Так что за бортом также остаются не поддающиеся формализации проблемы. С другой стороны, если проанализировать широчайшую систему научно-инженерных и практических конструкторских работ, например С.П.Королева или создателей танков и стрелковых автоматов, то будет очевидно, что они включают целостно все необходимые аспекты для достижения желаемого результата, в том числе и в областях с неопределенностями модели и закономерностей.

Отсюда следуют актуальные задачи повышения уровня инженерного образования (табл. 1).

В областях, в которых **известны явные закономерности** возможна математическая формализация, необходимо учить задачам **активного** управления конструкциями и решениями, включая регулирование, синтез,

Система активного творческого инженерного образования



оптимизацию. При этом необходимо гармонично сочетать математическое и физическое моделирование, без чего инженерное образование ущербно.

В других областях, в которых закономерности проявляются в неявной форме в виде набора примеров, следует обучать нейросетевой технологии, включая новые методы нейроуправления, нейрооптимизации, нейропрогнозирования. Здесь существенным отличием от классических формализованных моделей является возможность совершенствования (доучивания) модели в процессе функционирования, что приближает ее к интеллектуальному уровню управления и соответствует современной теории эволюционной кибернетики.

В областях, в которых закономерности не определены и теория весьма слабо развита (например, неопределенные сейсмические воздействия или неравномерные осадки и просадки грунтов и др.), т. е. когда классические математические подходы и нейросетевая технология не эффективны, необходимо обучать умению находить такие конструкции и решения, которые были бы мало чувствительны к неопределенности воздействий, но обладали бы повышенной живучестью. Такой подход вместо решения «в лоб» реализует эффективный обходной маневр.

Овладение искусством формообразования новых пространственных композиционных конструкций с привлечением инженерной интуиции, изобретательства и творчества - этот старый по сути прием - необходимо развивать на современном уровне, используя системный подход, новые материалы и их комбинации, технологии и технику. Это содержание четвертого направления.

Схематически данные проблемы системно представлены в табл. 1 с указанием на новые технологии обучения, новые возможности и результаты, а также на созданную теоретическую, математическую и материальную базу, отличающуюся новизной и приоритетностью.

Таким образом, все четыре описанные выше области (направления) являются необходимыми элементами (составляющими частями) разработанной авторами современной системы активного творческого образования, которая реализована—научно, методически и материально в научно-образовательном комплексе (НОК) «Управляемые конструкции».

Научно-образовательный комплекс «Управляемые конструкции» ориентирован на вузы инженерного профиля и подробно разработан для цикла расчетно-конструкторских дисциплин.

Представляемая система направлена на решение актуальной проблемы высшего технического образования - усиление творчества как основного его компонента. Фундаментальная основа данной системы и ее концепции позволяют использовать ее практически во всех инженерных вузах страны.

Данный НОК «Управляемые конструкции» начал создаваться авторами еще с 1971 года и до 1997 года включал развитие только первого и частично четвертого направлений. С 1997 года по настоящее время, кроме дальнейшего развития первого и четвертого направлений, авторы, следуя потребностям жизненных ситуаций, при поддержке РФФИ, ККФН, фундаментальных и приоритетных программ Минобрнауки и межотраслевой программы Минобрнауки и Федеральной службы Спецстроя РФ создали и развили второе и третье направление. В итоге образовалась целая **система инженерного образования**, которая вооружает молодых специалистов для активных творческих действий (управлять конструкциями и принимать решения) практически во всех многогранных областях современной жизни.

Учебные пособия и монографии /1-5,7/ и дополнительный список публикаций /8/ отражают содержание и достигнутые результаты научно-практической разработки «НОК «Управляемые конструкции» как системы активного творческого образования» в виде новых научных учебно-методических, патентных, конструкторских, программных результатов, а также созданной материально-технической базы образования, учебного класса управляемых моделей, обширного набора макетов и др.

Данная система приоритетна и не имеет научных и образовательных аналогов в России и за рубежом. Результаты получили признание в ряде ведущих вузов центральных организаций России (Научный центр нейрокompьютеров, РААСН, МИФИ, НИИЖБ, ЦНИИСК, МГСУ, Федеральной службы Спецстроя РФ, МАН ВШ, РАН, НГАСУ МАИ и др).

Направление 1.

УПРАВЛЯТЬ КОНСТРУКЦИЯМИ - АКТИВНАЯ ЗАДАЧА ТВОРЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ /1, 2, 4/

Известно, что фундаментальной основой образования инженера-конструктора является наука о деформируемом твердом теле, курсы строительной механики, сопротивления материалов, теории упругости и пластичности, без знания которых нельзя обойтись для создания эффективных сооружений в разных областях техники.

В традиционной учебной литературе и в Государственном образовательном стандарте по направлению 653500 «Строительство» основное внимание уделено анализу моделей конструкций и проверочным расчетам заранее заданных схем сооружений. Не отрицая необходимости и важности анализа, следует отметить его образовательное несовершенство, которое ограничивает созидательные возможности инженера, отводя ему пассивную роль. Активная позиция раскрывается в умении подчинить конструкцию (или принимаемое решение) желаемому функционированию и конечному результату. Для этого еще в 1971 году авторами было создано первое внутривузовское учебное пособие «Избранные задачи по строительной механике и теории упругости» [1], которое член-корреспондент АН СССР И.М. Рабинович определил так: «Первая попытка практически ввести в учебный процесс задачи регулирования, синтеза и оптимизации». В дальнейшем в расширенном и дополненном виде пособие трижды (1978, 1985, 1993 гг.) переиздавалось в «Стройиздате» в Москве **с грифом Госкомобразования СССР**, в том числе *английский перевод* третьего издания. За данной книгой прочно закрепилась характеристика «*Учебное пособие нового типа*», которую дал еще первый *рецензент*, известный автор учебников по строительной механике профессор В.Г. Рекач.

Целью пособий было развитие у будущих специалистов умения активно влиять на проект сооружения, подчиняя его желаемым

требованиям. Дальнейшее развитие этих идей привело к переосмыслению закономерностей и направлений развития конструкций и формированию нового фундаментального междисциплинарного научного направления, связанного с управлением напряженно-деформированным состоянием конструкций на всех стадиях их развития: от создания, эксплуатации и до разрушения, что нашло отражение в монографии - учебном пособии **«Управляемые конструкции»** с грифом регионального УМОУД.

В традиционных конструкциях, используемых в строительстве, и во многих других областях техники, лишь учитывают и нормируют их деформируемость, т. е. стремятся преодолеть ее негативные последствия. Процессом деформирования конструкций на разных стадиях функционирования, как правило, не управляют. **Переход к управлению деформированием конструкций на современном этапе открыл новые возможности для инженерного конструирования и достижения новых эффектов.**

Управляемые конструкции - это конструкции нового класса, представляющие собой деформируемые системы с переменными управляемыми параметрами. Управление деформированием и перестройкой конструкции может осуществляться в ручном режиме или **применением управляющего модуля в цифровом** аналоговом, нейросетевом или механическом варианте **измерительной аппаратуры** исполнительных устройств (актуаторов), реализующих прямую и обратную связи с управляемой конструкцией. **В целом - это система автоматического управления напряжённо-деформированным состоянием (СДУНДС)** (рис. 1).

Концепция традиционного проектирования на самые невыгодные комбинации нагрузок и воздействий, которые практически проявляются весьма редко, во многих случаях неэффективна с позиций как материалоемкости, так и достижения высоких технологических и эксплуатационных характеристик конструкций. Защита конструкций от аварийных ситуаций также не всегда обеспечивается. Необходимы конструкции, которые могли бы адаптироваться к изменяющимся внешним воздействиям. Эту проблему решают управляемые конструкции. Управление

УПРАВЛЕНИЕ КОНСТРУКЦИЯМИ

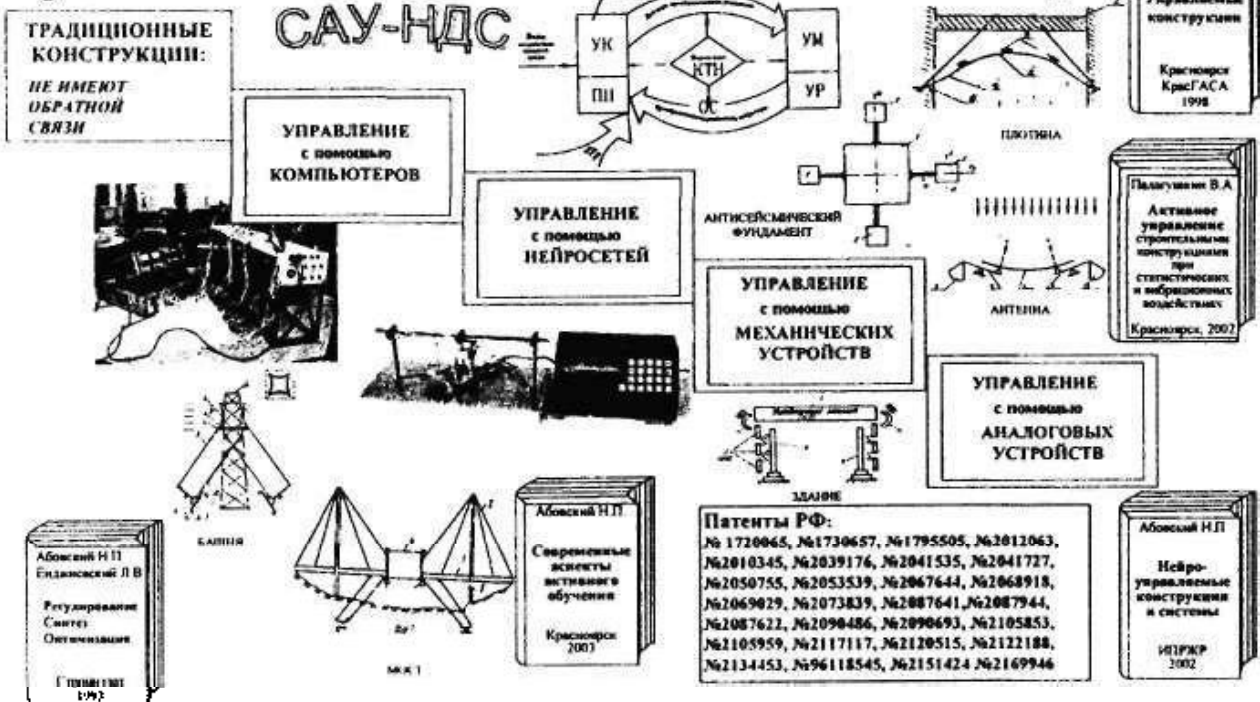


Рис. 1. Управление конструкциями

ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ ПО УПРАВЛЕНИЮ НДС В СТЕРЖНЕВЫХ СИСТЕМАХ

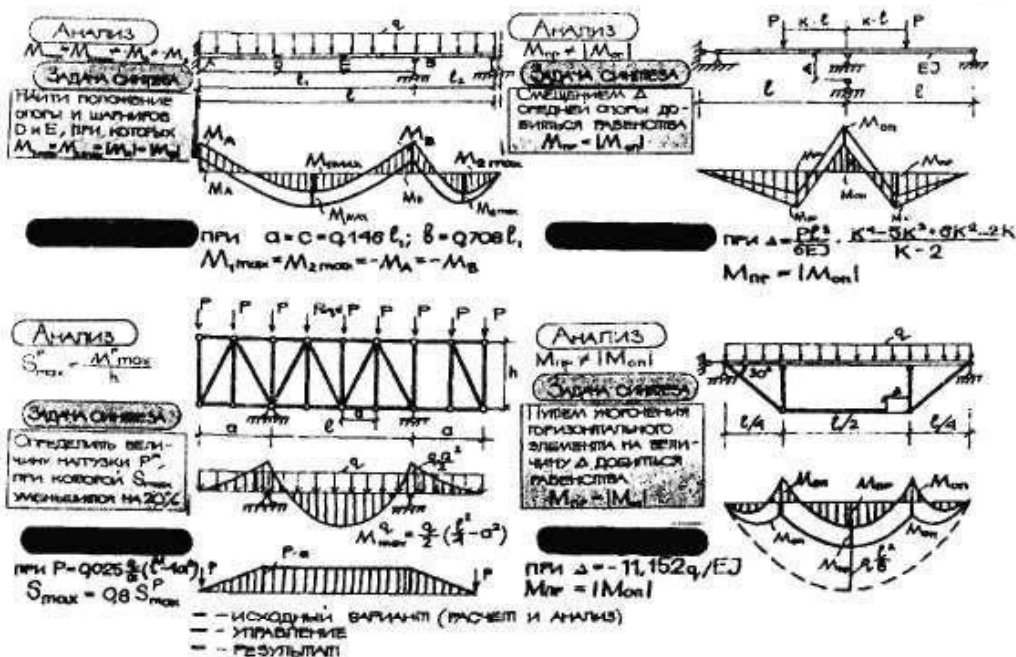


Рис. 2. Примеры заданий нового типа

позволяет по-новому решать задачи прочности, жесткости, в том числе, например, геометрической стабилизации формы оболочки антенны, устойчивости, гашения колебаний, исключения аварийных ситуаций, а также технологические задачи, например, при металлообработке в связи с деформативностью инструмента, оснастки и изделия или при прокатке металла.

Обучение управляемым конструкциям удачно сочетается с основными психолого-педагогическими целями высшей школы как развитие у будущих специалистов умения активно влиять на проект сооружения, воспитание у них чувства созидателя, подчиняющего конструкцию рациональным требованиям. Именно такие черты определяют инженерное искусство.

Активный подход к обучению будущего специалиста - это та принципиальная основа, на которой должна строиться вся методика преподавания расчетно-конструкторских дисциплин. Обучение не ограничивается анализом изучаемой проблемы, а предусматривает последующую постановку и решение задачи регулирования, оптимизации и управления с использованием численных и физических экспериментов на управляемых моделях строительных конструкций и сооружений. Базой для этого служат учебные пособия и задания нового типа, учебный класс управляемых моделей, обучение системному подходу, изобретательству и творчеству.

Создание и обеспечение функционирования активно управляемых конструкций обуславливает необходимость внедрения адекватного новым инженерным системам активного синтезирующего подхода к процессу обучения и воспитания инженеров. Необходимость учить управлению НДС конструкций является насущным вопросом современного творческого образования конструктора. Классические учебные пособия по строительной механике и конструкциям, к сожалению, не содержат проблем управления конструкциями. Такая ограниченность неизбежно ведет к отставанию в этом перспективном направлении. Современной междисциплинарной базой для обучения управлению конструкциями является синтез таких наук, как строительная механика и конструкции, информатика, вычислительная

математика, электроника, кибернетика, физический эксперимент, измерительная техника, теория и средства управления.

Управление конструкциями представляет собой новую методологию активного обучения расчетно-конструкторским дисциплинам, основанную на сочетании традиционного обучения с идеями активного управления напряженно-деформированным состоянием конструкций, приближая конструкции к разновидностям интеллектуальных систем. Обучение строится на взаимосвязи теоретических положений, численного эксперимента на базе компьютерной техники и физического эксперимента. Действующие учебники ограничены лишь применением компьютеров для расчетов и совершенно опускают необходимость физического эксперимента, а также активного управления, в том числе с применением компьютеров. Эксперимент необходим инженеру, как и компьютерное моделирование. При этом важными моментами является умение выбрать расчетную схему, активно поставить задачу управления НДС конструкцией и оценить полученные результаты.

Для этого разработаны основы теории управляемых конструкций, содержащие принципы их создания и функционирования, новые способы и устройства управления, функциональные схемы, включая современные нейросетевые программы и устройства [2].

Создан комплект монографий, учебных пособий, лабораторной базы и методических материалов:

Учебные пособия нового типа «Регулирование. Синтез. Оптимизация» и «Управляемые конструкции» предшествующими им циклом учебных пособий по данной тематике, лабораторной базой и методическими материалами /1, 2,4/.

Новый тип учебных заданий состоящий из двух частей *анализа (часть 1)* и *синтеза (часть 2)* (рис. 2). Такая постановка позволяет активно обучать не только типовым решениям, но и развивать индивидуальные творческие способности студентов /4/.

Оригинальный учебный класс действующих управляемых моделей конструкций (рис. 3), не имеющий аналогов, и *новый уникальный лабораторный практикум* для нетрадиционного курса «Управляемые

Учебный класс управляемых моделей конструкций

РЕГУЛИРОВАНИЕ ПОПЕРЕЧНОГО ИЗГИБА ПЛИТЫ

Патент РФ №2013063

ЦЕЛЬ: Регулирование поперечного изгиба плиты.

Средство: Регулирование поперечного изгиба плиты с помощью системы опорных элементов.

Содержание: Регулирование поперечного изгиба плиты с помощью системы опорных элементов.

РЕГУЛИРОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ РАМЫ

ЦЕЛЬ: Регулирование колебаний рамы.

Средство: Регулирование колебаний рамы с помощью системы опорных элементов.

Содержание: Регулирование колебаний рамы с помощью системы опорных элементов.

РЕГУЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ МНОГОПЛОСКОСТНОЙ БАЛКИ

Патент РФ №1795505

ЦЕЛЬ: Регулирование напряженного состояния многоплоскостной балки.

Средство: Регулирование напряженного состояния многоплоскостной балки с помощью системы опорных элементов.

Содержание: Регулирование напряженного состояния многоплоскостной балки с помощью системы опорных элементов.

РЕГУЛИРОВАНИЕ ИЗГИБА НЕКРУГЛЫХ БАЛКИ

Патенты РФ №2073839, №2105959, №1730657

ЦЕЛЬ: Регулирование изгиба некруглых балки.

Средство: Регулирование изгиба некруглых балки с помощью системы опорных элементов.

Содержание: Регулирование изгиба некруглых балки с помощью системы опорных элементов.

РЕГУЛИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ЦЕНТРАЛЬНО-СЖАТОГО СТЕРЖНЯ

Патент РФ №1720065

ЦЕЛЬ: Регулирование устойчивости центрально-сжатого стержня.

Средство: Регулирование устойчивости центрально-сжатого стержня с помощью системы опорных элементов.

Содержание: Регулирование устойчивости центрально-сжатого стержня с помощью системы опорных элементов.

РЕГУЛИРОВАНИЕ УСИЛИЙ В ШПРЕНГЕЛЬНОЙ БАЛКЕ

Патенты РФ №2053539 и №2010345

ЦЕЛЬ: Регулирование усилий в шпренгелной балке.

Средство: Регулирование усилий в шпренгелной балке с помощью системы опорных элементов.

Содержание: Регулирование усилий в шпренгелной балке с помощью системы опорных элементов.

Рис. 3. Учебный класс управляемых моделей конструкций

конструкции» с визуализацией деформирования конструкций с помощью механических устройств (например, портативного конструктора ферм, созданного по Российской программе Росучприбора «Учебная техника»), новизна которых подтверждена 11 патентами авторов [2]. Учебный класс предназначен для проведения комплекса лабораторных работ на созданных моделях различного типа конструкций, в том числе автоматически управляемых. Для автоматического управления используются управляющие модули: ПЭВМ, созданный контрольно-управляющий прибор, контроллер с нейросетевой программой и др.

На этих моделях отрабатываются инженерные средства управления конструкциями. В лабораторных работах гармонично сочетаются физический эксперимент на моделях конструкций и численный - на ПЭВМ. Для выполнения численного эксперимента разработан комплекс компьютерных программ. Используя лабораторную базу, студенты вместе с преподавателями разрабатывают конструкции нового класса - управляемые конструкции-роботы.

На базе данного лабораторного комплекса в 1985 г. приказом Министерства образования Российской Федерации создана лаборатория «Управляемые конструкции», преобразованная в 1994 г. в межвузовскую (КГТУ-КрасГАСА) лабораторию, пока единственную в России, занимающуюся разработкой данной проблемы. В ней проводится лабораторный практикум, органично синтезирующий физический и теоретический (численный) эксперименты по управлению конструкциями.

Лаборатория выполнила ряд приоритетных научно-учебных разработок, ее работы получили международное признание, а руководитель работ Н.П. Абовский назначен сопредседателем секции исполнительного комитета международной ассоциации "Управляемые конструкции" (Active Control Structures, ACS) с центром в Италии. Ряд работ выполнялся в рамках программы Министерства науки "Новые технологии для управления и развития региона" (А. 93), программ Министерства общего и профессионального образования Российской Федерации "Вузская наука регионам" (Н.Р. 200) и "Архитектура и строительство" (П.Т; 455), научно-технической программы Министерства образования РФ «Конкурсная

поддержка ведущих педагогических коллективов» (код 4153), межотраслевой программы сотрудничества Министерства образования РФ и Федеральной службы специального строительства РФ (разд.1, подразд. 1.2. 2002 г.) и др.

Новизна, приоритет и важность выполненных работ авторов признаны в 25 патентах и изобретениях захватывают не только учебные модели, но и конструкции в строительстве, гидротехнике, радиотехнике и других областях:

Нетрадиционный междисциплинарный курс «Управляемые конструкции» [4] базируется на вышеперечисленных научно-практических разработках и новых принципах создания управляемых конструкций. При поддержке красноярского краевого фонда науки нетрадиционный учебный курс был введен авторами в учебный план подготовки инженеров-строителей в КрасГАСА. Данный курс позволил преодолеть психологический сложившийся стереотип пассивного отношения к строительным конструкциям как к неуправляемым в процессе эксплуатации системам. Раскрытие возможности влиять на НДС конструкции способствует выработке у студентов активного инженерного мышления.

Результаты обучения проявляются не только в учебных, но и в инженерных разработках действующих моделей управляемых конструкций для создания реальных управляемых конструкций, а также в изобретениях и научно-практическом творчестве.

Более двух тысяч студентов прошли обучение в КрасГАСА, изучая нетрадиционный курс «Управляемые конструкции», выполняя физические и компьютерные эксперименты и обучаясь по заданиям нового типа.

Вопросы управления и оптимизации напряженно-деформированного состояния конструкций, изучаемые в рамках нетрадиционного курса "Управляемые конструкции", а затем спецкурсов, содержат богатый материал для исследовательской деятельности студентов и формирования творческой личности инженеров.

Результаты учебно-исследовательской и научно-исследовательской работы студентов по данному направлению получили высокую оценку на конкурсах и научных конференциях, а также в отзыве бывшего заместителя министра образования Б.А. Виноградова, в котором

отмечено: *"Идеи активного управления конструкциями, особенно с использованием нейросетей, закладываются в умы будущих специалистов и способствуют формированию активной личности инженера. Приоритетное учебное и научно-методическое обеспечение, оригинальное лабораторное оборудование не имеют аналогов в отечественной и зарубежной литературе и уже получили применение в ряде вузов и организаций страны, тиражируются для дальнейшего распространения».*

Работа межвузовской лаборатории "Управляемые конструкции" была одобрена научно-методическим советом Минвуза по сопротивлению материалов, теории упругости и строительной механике (по докладу Н.П. Абовского) **вопросы регулирования НДС конструкций были включены в 1998 г. в типовую для всех вузов учебную программу по строительной механике (раздел 3).**

Академик РАН И.Ф. Образцов, возглавляющий в РАН отделение механики и процессов управления, указал: *«Коллективу авторов этих работ принадлежит несомненный приоритет в области создания управляемых строительных конструкций и гражданских сооружений. Разработанные коллективом принципы, методики и устройства для управления конструкциями являются оригинальными, выполнены на высоком уровне и отражены в большом количестве научных статей, монографий, учебно-методических пособий, лабораторных работ и изобретений (1999).*

Созданный учебно-образовательный и лабораторный комплекс получил применение в ряде вузов строительного и машиностроительного профилей России и стран СНГ (Новосибирск, Ереван и др.). О распространении нашего опыта активного обучения можно, например, судить по изданной в 1998 г. в Москве книге, рекомендованной ассоциацией строительных вузов стран СНГ, - УНИРС для строителей" (авторы Коробко В.И., Коробко А.В.), где почти в трети книги использованы материалы из учебного пособия авторов /1/ и им дана высокая оценка. РААСН наградила в 2002 году авторов НОК дипломом за достигнутые успехи.

Идеи активного управления конструкциями, творческие подходы к созданию и обучению являются основой для инженерной педагогики текущего столетия.

Направление 2.

РАЗВИТИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОПТИМИЗАЦИИ, ПРОГНОЗИРОВАНИИ И УПРАВЛЕНИИ КОНСТРУКЦИЯМИ И СИСТЕМАМИ /5-7/.

Известно, что многие процессы *в природе, обществе, производстве* могут быть *формализованы* (описаны определенными уравнениями) и их представляют наборами примеров (паттернами) в виде измерительной, диспетчерской или другой информации. Но для многих опытных инженеров и большинства студентов является откровением факт, что такая информация с помощью нейросетевой технологии поддается обработке, обобщению и позволяет получать эффективные решения. Поэтому **необходимо в обучении активному инженерному творчеству особое внимание уделять современным, эффективным компьютерным технологиям, основанным на нейросетевом подходе.**

Нейросетевая технология в исследованиях и проектировании (рис. 4) основывается на нелинейных аппроксимациях, характеризуется универсальностью, простотой, надежностью и открывает **ряд новых качественных возможностей**. Работа авторов позволила создавать *имитационные модели*, наиболее полно учитывающие *реальные нелинейные свойства системы*, а также значительно упростить, ускорить и уточнить использование традиционных моделей расчета, **оптимального проектирования и управления конструкциями и системами** с помощью гибридных нейропрограмм /5/. Нейросетевое **прогнозирование** технических систем, процессов и явлений с использованием доучивания (*совершенствования*) модели в соответствии с идеями эволюционной

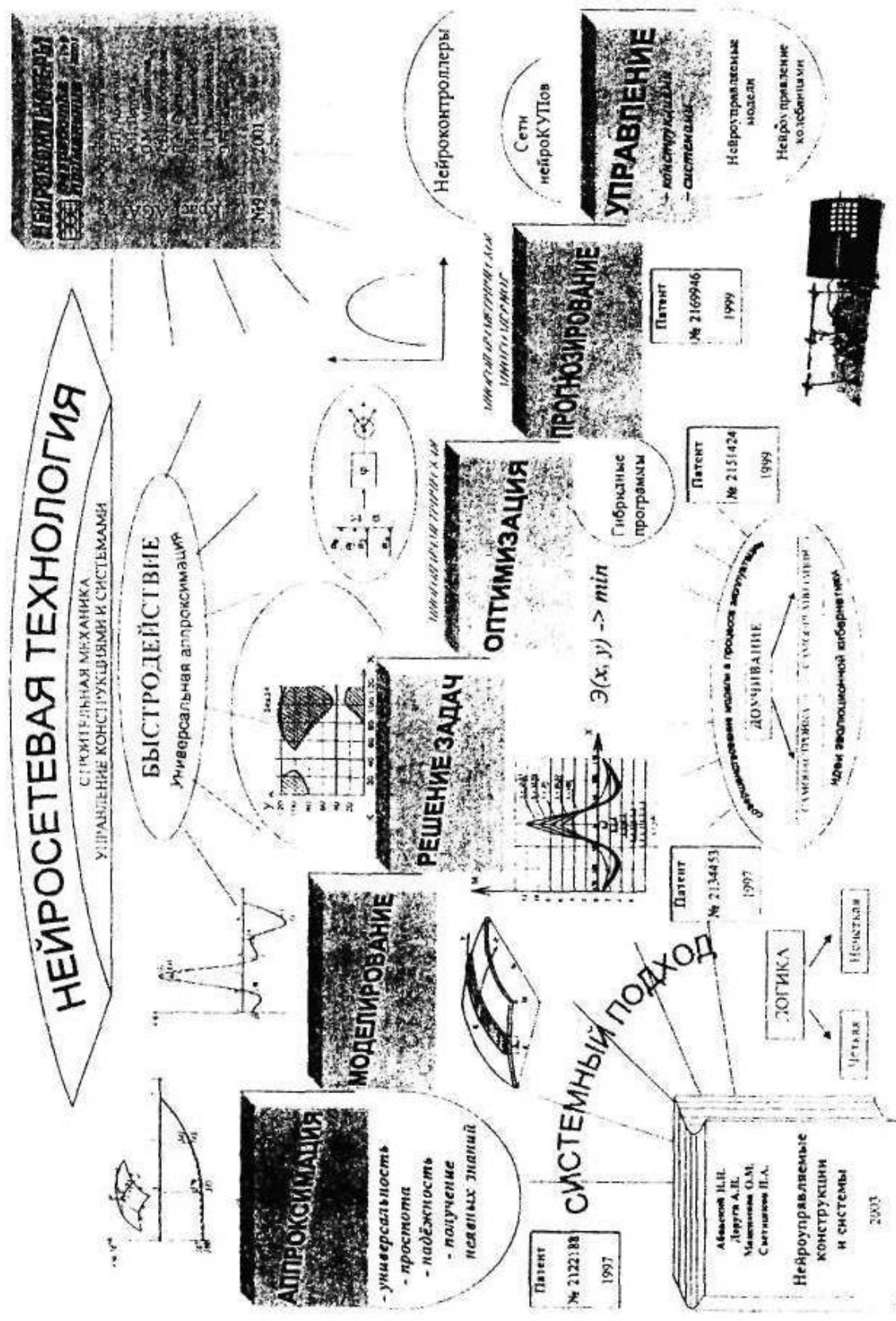


Рис 4. Развитие и применение нейросетевой технологии

кибернетики устраняет принципиальную ограниченность традиционных методов прогноза, в которых исходная модель не эволюционирует /5/.

Технология обучения студентов включает теоретический материал, дающий представление о природе нейронных сетей и возможностях использования их в различных областях научного и инженерного творчества, ознакомление с существующими нейроимитаторами и выполнение лабораторных работ по нейроаппроксимации в курсе информатики и по нейроуправлению в нетрадиционном курсе «Управляемые конструкции». Обучение базируется на созданной коллективом авторов научной, организационной, методической основе и лабораторной базе /8: 2.6, 27, 2.36/.

В созданном при кафедре научно-образовательном центре СО АН ВШ «Прикладная нейроинформатика» авторами разработана теория и практика применения нейронных сетей в механике конструкций (расчет, оптимизация, прогнозирование); в межвузовской лаборатории управляемых конструкций (КрасГАСА - КБТУ) разработанные авторами нейроимитаторы используются в действующих моделях «интеллектуальных» конструкций. Проводимые работы получили высокую оценку и признание научного Центра нейрокompьютеров на ежегодных всероссийских конференциях «Нейрокompьютеры и их применение», научных сессиях МИФИ «Нейроинформатика», проводимых МИФИ, РАН и др., и Всероссийских семинарах «Нейроинформатика и ее приложения» (Красноярск). Сделан доклад на международной конференции в Сингапуре (2002 г.).

В результате исследований в области нейротехнологий авторами разработан метод пошагового нейросетевого прогнозирования соответствующий эволюционному процессу познания. Опыт применения показывает его эффективность. Он охватывает многообразные новые и классические задачи: многомерные задачи интерполирования и жстраполирования с дополнительными условиями, управление процессами и

устройствами с прохождением через заданные ориентиры и т.д. *Метод является универсальным и практичным*, позволяющим достаточно далеко отодвинуть «горизонт» прогноза, то есть существенно **повысить глубину** точность прогнозирования /5/.

Разработана **гибридная программа оптимизации** конструкций /5/, представляющая собой эффективный синтез существующих расчетных комплексов (например, COSMOS, SCAD и др.) с нейроимитатором, которая обеспечивает более обширные возможности и быстрый перебор вариантов, необходимый для оптимизации.

Он обеспечивает возможность изменения самой постановки задачи в процессе поиска оптимального решения, внесения дополнительных критериальных ограничений, целевых функций, параметров задачи, т. е. становится возможным решение многопараметрических, многомерных, многокритериальных и многоэкстремальных задач. Таким образом, в ходе решения можно найти не только оптимальный вариант, но и лучшую постановку самой задачи. **Гибридные нейропрограммы - новое перспективное направление развития вычислительной механики.**

Особое значение получил **синтез управляемых конструкций с нейросетевыми устройствами**, превращающий их в разновидность интеллектуальных систем. Разработан нейроконтроллер и получен патент на управление конструкциями с его помощью /5,8: 2.41-2.44/. Предложен и разработан новый тип контрольно-управляющих приборов (нейроКУПов), объединяющих функции измерения, обработки и управления. Весьма важным и перспективным явился предложенный способ гибкого управления дорожным движением с помощью обучаемых нейросветофоров /8: 2.45-2.48/, получивший признание в МАДИ. Издано учебное пособие «Нейросветофоры», рекомендованное УМО для вузов РФ по автотракторному и дорожному образованию **для межвузовского использования.**

Создание *нейроуправляемых конструкций* как разновидности интеллектуальных автоматически управляемых систем, которые активно развиваются в современной науке и практике, представляет собой **междисциплинарное направление системный подход** управляемым конструкциям и другим искусственным системам на основе нейроинформатики открывает новые возможности и перспективы. Он подразумевает учет взаимосвязи между информацией и системами нейроуправления, между архитектурой нейросети и реальными свойствами материала и конструкции, а также учет аналогии искусственной сети и моделирующей ее нейросети, закономерности их развития, преемственность и рациональный синтез с традиционными системами и т. д. **В сочетании с нейросетевой методологией системный подход позволяет активно ставить новые задачи и развивать всю технологию обучения.**

Основные направления и предпосылки развития нейросетевых подходов к задачам строительной механики, управлению конструкциями и системами, системный подход к нейросетевому моделированию, алгоритмы решения оптимизационных задач с использованием нейросетевых моделей, нейросетевые подходы к расчетным и проектировочным задачам - все эти работы авторов отражены в специальном *номере журнала «Нейрокомпьютеры» № 9, 2001 г.*

Эта область исследований удачно сочетается с основными психолого-педагогическими целями высшей школы, такими как **развитие у будущих специалистов умения активно влиять на техническую систему или процесс, воспитание у них чувства создателя, подчиняющего конструкцию (процесс) рациональным требованиям (требованиям оптимальности). Именно такие черты определяют инженерное творчество.**

В связи с отсутствием учебной литературы по нейросетям авторами подготовлены и опубликованы *методические указания и учебное пособие* для студентов технических специальностей вузов «Нейронные сети и

аппроксимация функций» и *научное издание* «Нейросетевые технологии в задачах оптимизации, прогнозирования и управления», содержащие обширный теоретический материал и ориентированные на активизацию освоения новых эффективных нейросетевых компьютерных технологий в расчете, проектировании и оптимизации конструкций. *Развитием и обобщением данных теоретических и практических разработок* использованию новых приоритетных, эффективных нейротехнологий стала монография авторов из научной серии «Нейрокомпьютеры, разработка и применение» (с поддержкой РФФИ) «Нейроуправляемые конструкции и системы» /5/, рекомендованная УМО как учебное пособие для специальности «Прикладная математика и информатика».

Обучение студентов и инженеров методам практической нейросетевой технологии и ее развитие позволяет существенно расширить деятельность инженеров по отношению к классическим знаниям и подходам и получать новые эффективные решения пример, при обобщении и обработке любых измерительных, опытных, диспетчерских данных, определении ресурсов, прогнозировании, управлении и других проблемах (особенно для многомерных, многопараметрических задач) без применения нейротехнологий обойтись невозможно.

Овладение нейросетевой технологией, позволяющей использовать неявные закономерности процессов, содержащиеся в наборе примеров, существенно расширяет возможности и область инженерной деятельности, а способность нейросетевой модели доучиваться (совершенствоваться) на основе текущей информации приближает их к интеллектуальным системам.

Проведенные исследования и достигнутые результаты указывают на новизну и перспективность нетрадиционного комплексного обучения студентов разработанной нейросетевой технологии для создания, нейропрогнозирования нейроуправляемых конструкций и систем.

Направление 3.

УПРАВЛЕНИЕ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ И НЕДОСТАТОЧНО РАЗВИТОЙ ТЕОРИИ /8: 3.1-3.4, 4.1/

В этой области закономерности не выявлены и модели не определены. Поэтому методы направлений [1] и [2] не применимы.

Примером является проблема строительства в особых условиях на слабых, просадочных, пучинистых, вечномёрзлых фунтах в сейсмических районах. Эта проблема является актуальной фундаментальной проблемой в связи с неопределенностью внешних воздействий, сложностью моделирования и недостаточно развитой теорией. Особое значение и актуальность эта проблема имеет для осваиваемых сырьевых сибирских регионов, в которых часто совпадают эти неблагоприятные условия.

Использование традиционных подходов в строительстве при таких условиях оказывается малоэффективным, приводит к недолговечности и аварийности, цена которых во много раз превосходит обычное стремление удешевить строительство. Экономичность строительства должна учитывать также эксплуатационные затраты, ремонтные работы, потери из-за аварий. Научная, учебная и нормативная литература не содержит эффективных решений, так как теория недостаточно развита.

Возникает проблема: как моделировать *условиях неопределенности места, времени и величины воздействия?*

Для решения этой проблемы предлагается активно изменить творческую постановку задачи и исходить из следующего принципа: создавать такие конструкции и решения, в которых упомянутые условия неопределенности не имели определяющего значения, а сами конструкции обладали повышенной живучестью. Поиску таких решений существенно помогает системный подход.

Разработанный новый подход, концепция которого системно охватывает все стороны (удобство производства, транспорта, монтажа, эксплуатации) и по существу представляет **новую технологию** строительства, обеспечивая эффективную надежную эксплуатацию (рис. 5 и

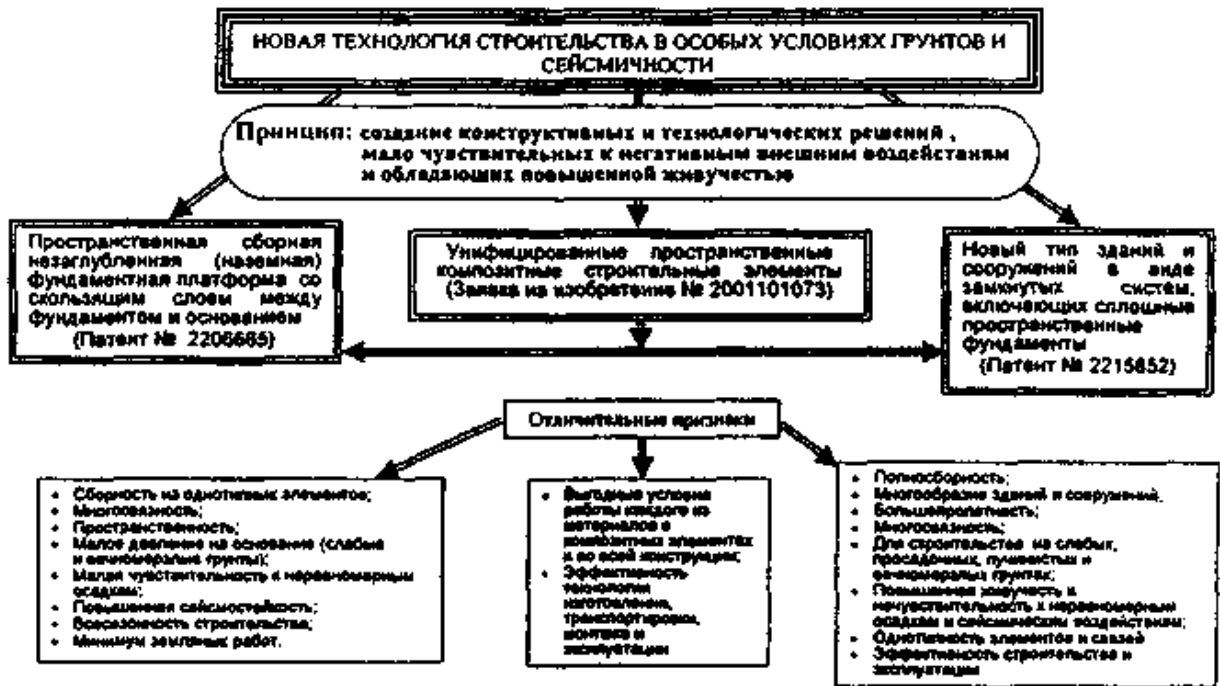


Рис. 5. Принципиальная схема новой технологии строительства в особых условиях грунтов и сейсмичности



Рис. 6. Преимущества и особенности новой технологии строительства в особых грунтовых условиях и зонах сейсмичности

б). Это имеет особое значение для строительства в сибирских регионах. Получены патенты /8: 3.12-3.14/.

Новая технология строительства в особых условиях заключается:

- **системностью подхода:** «верхнее строение - фундамент - основание» рассматривается как цельная взаимосвязанная система, в которой каждая часть системы ставится в лучшие условия работы и взаимодействия между частями вместо традиционной иерархической системы проектирования зданий, в которой одна часть паразитирует за счет другой;

- стремлением сохранить и использовать **естественное состояние** грунта основания **и уменьшить его негативное воздействие** фундаментную часть с помощью сплошных пространственных незаглубленных фундаментных платформ с низким коэффициентом трения по основанию (используется устройство скользящего слоя между фундаментом и основанием) и с встроенным вентилируемым подпольем для строительства на вечномёрзлых грунтах/8: 3.1-3.3/;

- использованием **зданий и сооружений нового типа в виде замкнутой** (коробчатой) системы, включающей верхнее строение и фундамент, которые обладают малой чувствительностью к неравномерным деформациям фундамента благодаря многосвязности замкнутой системы /8: 3.4, 3.14/;

- использованием **унифицированных пространственных строительных элементов композиционного типа**, которых монтируются полносборные разнообразные здания и сооружения, при этом каждый из используемых материалов поставлен в наиболее выгодных условиях работы /8: 3.3-3.10/;

- эффективностью как самих строительных элементов (при изготовлении, транспортировке, монтаже, легкости и использованию материалов), так и большепролетных зданий и разных сооружений из них, а также эксплуатационной надежностью и возможностью строительства в любое время года (так как практически исключаются земляные работы).

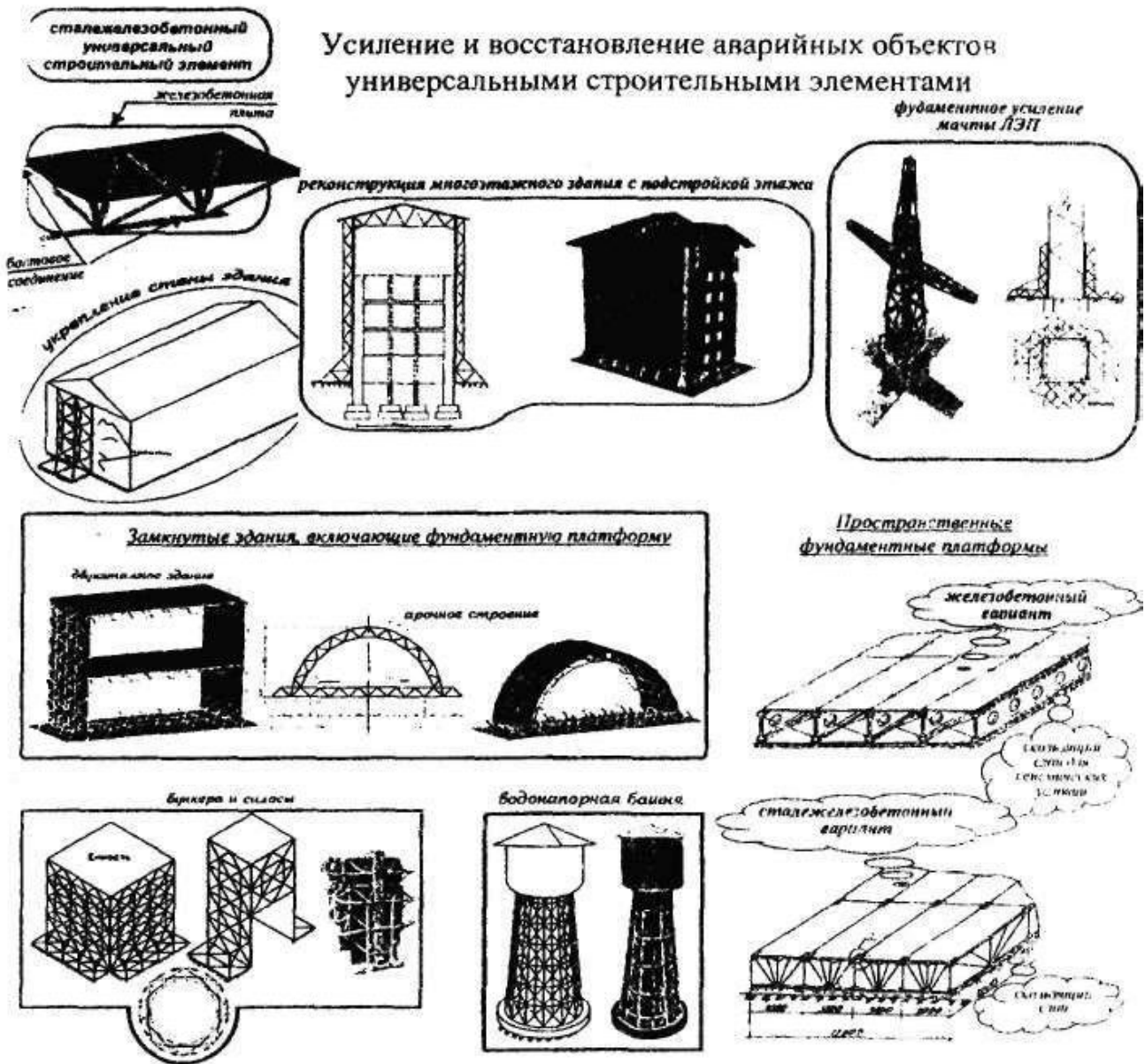
Таким образом, **предлагаемая концепция** основана на максимальном **снижении сейсмических воздействий** благодаря **отсутствию заглубления**

фундамента с использованием скользящего слоя, уменьшающего трение между основанием и фундаментом, при этом сплошная пространственная фундаментная платформа благодаря большой площади опирания имеет большую жесткость и оказывает пониженное давление **на** грунт и потому имеет малую чувствительность к неравномерным осадкам грунта. А совмещенное с пространственной фундаментной платформой **вентилируемое подполье** позволяет сохранить несущие свойства вечномерзлых фунтов.

Важнейшим конструктивным фактором, реализующим данные возможности концепции, является использование предложенных **однотипных унифицированных элементов с однотипными пространственными связями**, из которых монтируются как полносборные большепролетные здания замкнутого типа, так и пространственные фундаментные платформы. Кроме того, важнейшими особенностями данных унифицированных элементов является то, что каждый из материалов в них находится в наиболее выгодных условиях, имеет технологические, транспортные, монтажные и другие преимущества.

Проблема строительства в условиях неопределенности тесно смыкается с предупреждением и оперативным управлением ликвидации аварийных последствий. На рис. 7 представлена разработка решений данной проблемы (включая инженерное обеспечение подтапливаемых территорий) с помощью накопления и использования аварийного запаса унифицированных строительных элементов, из комбинации которых создается обширное конструктивное многообразие для оперативных строительных решений. Эта конкурсная работа успешно выполнена по Межотраслевой программе Минобразования и Федеральной службы Спецстроя РФ / 8: 3.6 / и отмечена наградами.

Приведенные выше концепции и стремление обобщить накопленный опыт основываются как на элементах традиционного обучения (классических методах, широком использовании компьютерных программ), а также на нетрадиционном подходе, базирующемся на идеях активного обучения, системного подхода, методах принятия решений, изобретательской деятельности. Читается спецкурс, проводится индивидуальное обучение,



Инженерное обустройство подтапливаемых территорий из унифицированных элементов

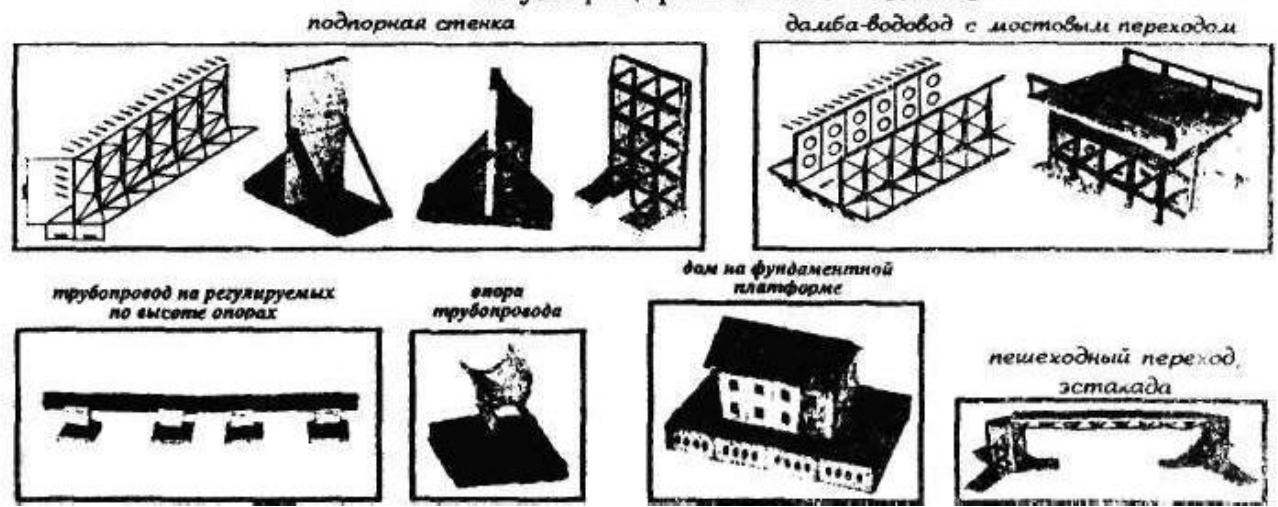


Рис.7. Аварийный запас унифицированных строительных элементов позволяет оперативно усилить и восстановить разнообразные объекты

подготовлены новые учебные пособия, выполняются курсовые и дипломные работы. Результаты работы переданы Федеральной службе Спецстроя РФ, МГСУ и другим организациям. Обучение специалистов данной технологии строительства в особых условиях и сейсмичности является важнейшим залогом для успешного перспективного освоения сибирских сырьевых районов. Предложенные решения перспективны и для некоторых зарубежных территорий.

Направление 4.

АКТИВНОЕ ФОРМООБРАЗОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ - ТВОРЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ОБУЧЕНИЯ. НОВЫЕ КОМПОЗИТНЫЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ КОНСТРУКЦИИ /8: 4.1-4.41/

Обучение конструированию не может ограничиваться методами, изложенными в [1/ и [2]. Используя их, мы особо обращаем внимание в обучении на активное формообразование, опираясь на неформализуемые приемы изобретательства, инженерной интуиции и творчества.

Активность и междисциплинарность в формообразовании заключается не только в рациональном применении методик, конструктивных решений, но и в умении создавать пространственную форму и управлять формой, опираясь на тесное содружество архитектора - конструктора - технологов - экономистов при учете конкретных региональных условий.

Лаборатория пространственных конструкций КрасГАСА (КГТУ-КИСИ) является известным в стране центром развития пространственных конструкций. Ее деятельность отражена в 31 изданном тематическом сборнике «Пространственные конструкции в Красноярском крае». Более 40 лет читается спецкурс и выполнены десятки дипломных и курсовых работ, получен ряд патентов, изданы учебные пособия с грифом УМО и др. В последние годы проводились исследования по формообразованию, конструктивным решениям, алгоритмам расчета, анализу напряженно-деформированного состояния конструкций на основе численных и натуральных

физических экспериментов. В результате было создано и внедрено несколько типов пространственных комбинированных и облегченных конструкций.

1. Комбинированные конструкции - такие конструкции, в структуру которых включены элементы, выполненные из разных материалов: например, сталь и железобетон; металл и дерево; металл, дерево и элементы из других материалов.

Целесообразность создания таких конструкций обусловлена, прежде всего, неодинаковой способностью разных материалов сопротивляться деформациям растяжения и сжатия. В конструкциях с четко выраженными законами сжатия и растяжения существенный экономический эффект может быть достигнут, если взамен мономатериала (металла или дерева) использовать, например, в сжатой зоне железобетон, дерево или другой композиционный материал, а в растянутой - сталь.

2. Сталежелезобетонные конструкции - конструктивные формы частей или зданий в целом, основой которых является дискретно-континуальный элемент (рис. 8). Универсальный строительный элемент был применен для создания *полноборных зданий* и сооружений различного типа. Особый интерес представляют полноборные большепролетные здания *замкнутого типа*, которые можно возводить на слабых, просадочных, вечномерзлых фундаментах и в сейсмически активных зонах. Достигается это благодаря многосвязности замкнутого здания, совместной работе фундаментной части, стен и покрытия как единого целого.

3. Дерево - металлические конструкции (рис. 9). Разработаны принципы формообразования и конструкции блок-ферм на основе как цельной, так и клееной древесины в создании конкретных конструкций различного использования. В качестве покрытий для большепролетных зданий (например, ангары для самолетов) предложена линзообразная блок-ферма пролетом 96 м.

Использование пространственных совмещенных блок-ферм, арок, балок и ограждающих плит, щитов и др. позволяет резко снизить трудоемкость монтажа вследствие уменьшения количества монтажных элементов; уменьшить расход строительных материалов; упростить конструктивную схему здания, в частности, за счет отсутствия

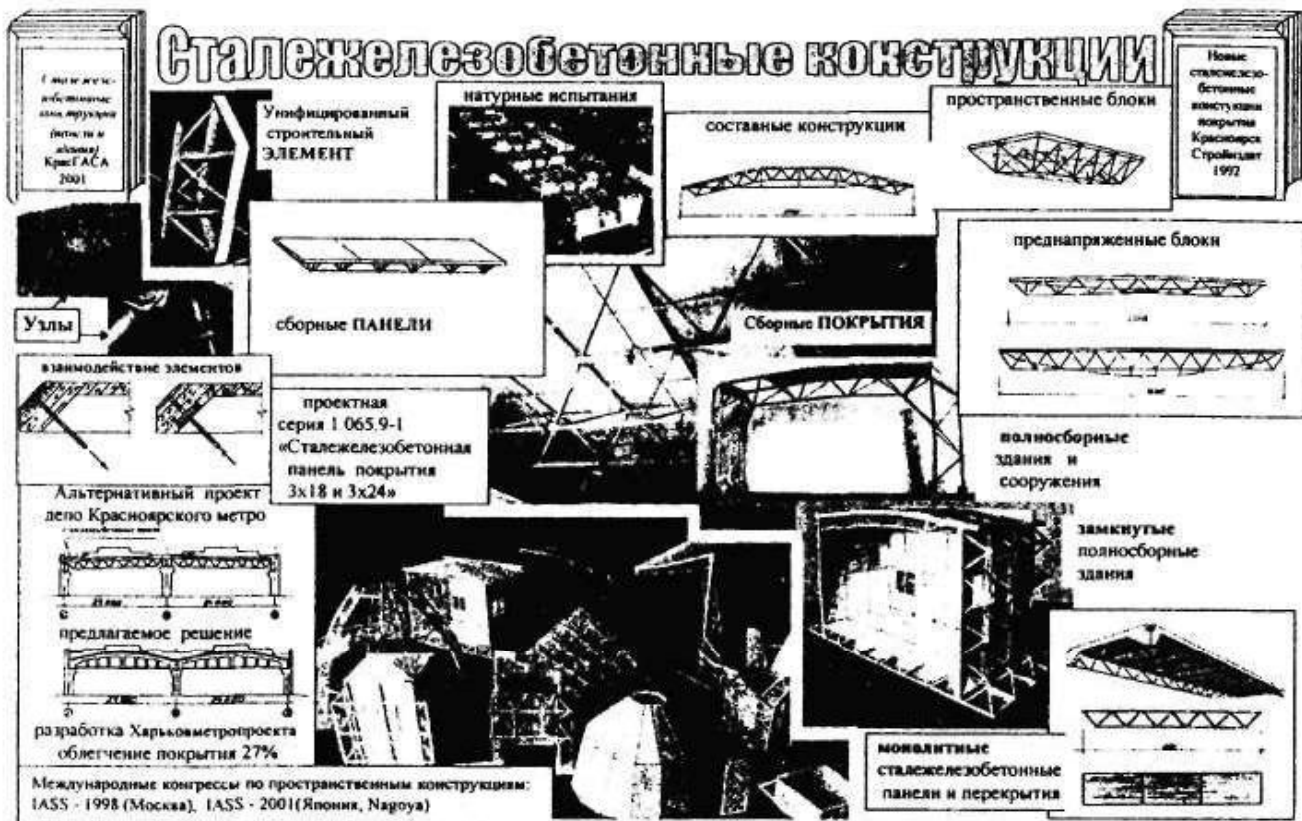


Рис. 8. Сталежелезобетонные конструкции



Рис. 9. Деревометаллические конструкции



Рис. 10. Конструкции покрытий из профильного листа

необходимости устройства горизонтальных и вертикальных связей; уже на стадии проектирования конструкций можно предусмотреть возможность для пропуска инженерных коммуникаций во внутренних пространствах конструкций; улучшить условия труда строительных рабочих за счет уменьшения количества сборочных операций и трудоемкости верхолазных работ; ускорить ввод объектов в эксплуатацию и, следовательно, сократить сроки окупаемости зданий и сооружений.

4. *Монометаллические конструкции покрытий.* Разработаны и комплексно исследованы несколько типов облегченных предварительно напряженных двухпоясных конструкций покрытий на основе стандартного профилированного листа (рис. 10), в которых в полной мере используются прочностные свойства материала за счет совмещения ограждающих и несущих функций.

5. Создано большое количество многообразных учебных моделей конструкций, используемых для обучения и физического моделирования.

Формообразование новых конструкций, в том числе при различных внешних воздействиях, опирается на системный подход, на творческий алгоритм конструктора/3; 8: 4.42-4.45/. Системный подход позволил впервые достаточно полно обобщить и сформулировать основные принципы развития эффективных конструктивных форм. Например, в /8: 4.1/ для сталежелезобетонных конструкций учитываются принципы рационального сочетания разных материалов, пространственного формообразования, рациональных связей и др.

Книги /8: 4.42-4.43/ используются в учебном процессе в спецкурсах конструкций, в теории принятия решений, в обучении изобретательству, инженерной психологии, в научно-исследовательской работе студентов. Системный алгоритм инженерного творчества на деле реализует возможности обучения изобретательским и творческим решениям, нацеливает на активную постановку задач, направленную на выявление и преодоление противоречий развития, на оценку принимаемых решений, показывает цикличность поискового процесса творчества.

Проблемный вопрос: можно ли учить творчеству - здесь реализован в учебном процессе и способствует творческому развитию и становлению

личности инженера. Результаты проявляются как в студенческих научных докладах, совместных изобретениях, проектах, так и в полученных всероссийских наградах. Факультативный курс по теории принятия решений, по словам некоторых студентов, «разбудил» в них критическую оценку существующих традиционных решений и стремление к изобретательской деятельности, к творческим поискам. Этому успешно способствует ознакомление студентов и преподавателей с историей инженерных решений, с творческими методами выдающихся деятелей. Этот, к сожалению, пропущенный раздел во многих учебниках в некоторой мере восполняется книгой /3/.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработана и внедрена система активного инженерного творческого образования, охватывающая различные области и модели жизненных ситуаций, которые представлены **четырьмя направлениями** в НОК «Управляемые конструкции».

Направление 1. В отличие от традиционных поверочных расчетов поставлена и реализована задача активного управления конструкциями, основанная на системном и междисциплинарном подходах к проблемам обучения и создания конструкций нового поколения. **Разработаны основы теории управляемых конструкций**, держащие принципы их создания и функционирования, реализованные в образовании для различных областей техники. Особое значение получил синтез управляемых конструкций с нейросетевыми устройствами, превращающий их в **разновидность интеллектуальных систем**.

В составе НОК - новый комплект монографий и учебных пособий, лабораторная база и научно - методические издания, названные рецензентами как монографии - учебные пособия нового типа в числе третье издание [1] с грифом Госкомобразования СССР и [2] с грифом регионального УМО; **оригинальный учебный класс действующих управляемых моделей конструкций, новый уникальный лабораторный практикум, новый тип учебных заданий**, способствующих развитию творческих способностей студентов, **нетрадиционный междисциплинарный курс «Управляемые конструкции»**, по которому в

КрасГАСА более двух тысяч студентов прошли обучение. Получено 25 патентов на учебные модели и новые управляемые конструкции в строительстве, гидротехнике, радиотехнике и других областях.

Признанием работ является *создание в 1985 г. приказом Минвуза РФ единственной в стране лаборатории «Управляемые конструкции»*, которая преобразована в 1994 г. в межвузовскую (КГТУ-КрасГАСА), получившую международное признание; включение в 1998 году вопросов управления конструкциями в типовую министерскую для всех вузов учебную программу по строительной механике; тиражирование результатов в другие вузы России и стран СНГ, а также включение их в учебные издания других авторов, награждение авторов НОК за достигнутые успехи в 2002 г. дипломом РААСН и другими наградами. Идеи и методы активного управления конструкциями, творческие подходы к обучению служат основой для инженерной педагогики текущего столетия и практической инженерной деятельности.

Направление 2, в областях которых закономерности проявляются неявно и модели плохо поддаются формализации традиционные математические методы не приемлемы, разработана и внедрена в учебный процесс **нейросетевая технология**, обеспечивающая решение таких многопараметрических многомерных многокритериальных задач, как нейроуправление, нейрооптимизация, нейропрогнозирование. Существенно используется возможность совершенствования (доучивания) нейромодели, что приближает нейросистемы к интеллектуальным. Новизна проблемы потребовала создания и издания пяти монографий и учебных пособий, рекомендованных УМО для таких специальностей, как прикладная математика и информатика, автотракторные, автодорожные и строительные специальности.

Нейроуправление представлено управляемыми конструкциями с нейроконтроллером, нейросветофорами, нейроКУПами, позволяющими более точно учитывать реальные свойства материалов и конструкций, а также и их изменение. Для **нейропрогнозирования** разработан эффективный шаговый универсальный метод **глубокого прогнозирования**, основанный на доучивании модели в процессе функционирования.

Нейрооптимизация базируется на предложенных **гибридных** программах, представляющих эффективный синтез нейропрограмм с традиционными. Расширяются возможности и эффективность решений. **Гибридные нейропрограммы - новое перспективное развитие вычислительной механики.**

Успехи в развитии нейросетевой технологии получили признание Научного центра нейрокомпьютеров на ряде всероссийских конференций (МИФИ, ИПУ, РАН и др.), а также отмечены премией МАН ВШ за успешную деятельность авторов НОЦ «Прикладная нейроинформатика». В 2005 г. РААСН наградило авторов монографии «Нейроуправляемые конструкции и системы» (М.: Радиотехника. 2004) дипломами.

Направление 3, в областях которых закономерности не выявлены *теория отстаёт* **предложен принципиально новый подход к решению проблемы, в частности, к строительству в сложных грунтовых условиях и условиях сейсмичности** *Предлагается* обойти эти сложности и неопределенности принятием таких конструктивных решений, которые малочувствительны к указанным негативным воздействиям внешней среды и при этом обладают повышенной живучестью.

Разработаны и запатентованы пространственные **фундаментные платформы**, здания нового замкнутого типа, унифицированные пространственные строительные элементы, позволяющие к тому же **оперативно усиливать и восстанавливать аварийные объекты** (в числе на подтапливаемых территориях) и предотвращать аварийные ситуации. Работа поддержана РФФИ, МГСУ, Минобразованием и Федеральной службой Спецстроя РФ, не имеет аналогов в отечественной и мировой практике, успешно используются в учебном процессе.

Направление 4. В процессе обучения студентам прививается активность поиска междисциплинарных решений в формообразовании конструкций. Основной упор делается не только на рациональное применение методов расчета и конструктивных решений, но и на умение создать реальную управляемую пространственную форму с учетом конкретных региональных условий, на тесное содружество архитектора - конструктора - технолога - экономиста. Ряд таких решений запатентован в

виде пространственных комбинированных и облегченных конструкций. Широко используется компьютерное и физическое моделирование. Внедрение сталежелезобетонных конструкций поддержано законами Красноярского края № 5-303 и 305 в проекте «Создание и промышленное внедрение серийных большепролетных сталежелезобетонных конструкций».

Предложен и используется в учебных курсах системный алгоритм инженерного творчества, на деле реализующий возможности обучения изобретательским и творческим решениям, нацеливающий на активную постановку задач, направленную на преодоление противоречий развития, на оценку принимаемых решений, на цикличность поискового процесса творчества.

Таким образом, описанная система активного творческого инженерного образования, реализованная в НОК «Управляемые конструкции», включающая идеи активного управления конструкциями, особенно с использованием нейросетей, междисциплинарный подход к формообразованию, умение действовать в условиях неопределенных воздействий - вся эта система закладывается в умы будущих специалистов и способствует формированию активной личности инженера, влияет на их психологический настрой как инженеров-созидателей. Фундаментальный характер разработанной системы и принципов (технологий) образования и полученные результаты позволяют их использование во многих инженерных вузах страны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Регулирование. Синтез. Оптимизация. Избранные задачи по строительной механике и теории упругости: Учеб. пособие. 3-е изд., перераб. и доп./ Абовский Н.П., Енджиевский Л.В., Савченков В.И., Деруга А.П., Гетц И.И. - М.: Стройиздат, 1993. 456 с.

2. Абовский Н.П. Управляемые конструкции: Учеб. пособие / Н.П. Абовский.- Красноярск: КрасГАСА, 1998. 433 с.

3. Абовский Н.П. Творчество: системный подход, законы развития, принятие решений. Серия «Информатизация России на пороге XXI века»/Н.П. Абовский. - М: Синтег, 1998.-312 с.

4. Современные аспекты активного обучения. Строительная механика. Теория упругости. Управление строительными конструкциями: Учеб. пособие/. Абовский Н.П., Енджиевский Л.В., Савченков В.И., Деруга А.П., Марчук Н.И., Стерехова Г.А., Палагушкин В.И. -Красноярск, КрасГАСА., 2003. - 284 с.

5. Абовский Н.П. Нейроуправляемые конструкции и системы. Учеб. пособие/ Н.П. Абовский Н.П., А.П. Деруга, О.М. Максимова, П.А. Светашков. - М.: Радиотехника, 2003.-368: (Научная серия «Нейрокомпьютеры и их применение», Кн. 13).

6. Научно-технический журнал «Нейрокомпьютеры: разработка, применение». Спец. Выпуск. № 9. 2001.

7. Нейросветофоры. Создание интеллектуальных систем управления дорожным движением: Учеб. пособие/ Н.П. Абовский, А.П. Деруга, В.И. Жуков и др. - Красноярск: КрасГАСА, 2002. - 260 с.

8. Научно-образовательный комплекс «Управляемые конструкции» как система активного творческого инженерного образования. (Абовский Н.П. и др.) Вестник Красноярской государственной архитектурно-строительной академии, Выпуск 7, Красноярск, 2004., с3-31.

ПОДЛЕСНЫЙ С.А., академик МАН ВШ,
ректор КГТУ , д.т.н., профессор,
АБОВСКИЙ Н.П., академик МАН ВШ,
д.т.н., профессор

О ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ. УЧАТ ЛИ ЭТОМУ В ВУЗАХ?

Деятельность человека условно можно разделить на три подобласти:

- *Первая*, в которой модели явлений и закономерности определены в явной форме и формализованы. Эта область успешно обслуживается математикой.
- *Вторая* - закономерности и модели в неявной форме содержатся в наборе примеров и часто не поддаются формализации. Здесь применима нейросетевая технология.
- *Третья* характеризуется *неопределенностями* из-за слаборазвитой теории и неясных закономерностей. Здесь как математика, так и нейросетевая технология не применимы (т.е. подходы, используемые как в первой, так и второй подобластях, не работают). В то же время жизненные потребности требуют принятия незамедлительных решений.

Отметим, что если деятельность в первой и второй подобластях достаточно освещается в научной и учебной литературе, то третья подобласть остается в тени, четко не выделена и даже замалчивается, особенно в учебной литературе. Объяснение этого, по-видимому, кроется в сложившейся традиции, что все, что не охвачено математикой или нейроинформатикой к науке не относят, так как не вписывается в научные аспекты РАН и классификацию наук ВАКа.

В связи с этим целесообразно обобщить накопленный в практической деятельности опыт и создать фонд принципов «здорового смысла», физических и конструктивных эффектов для принятия инженерных решений в условиях неопределенности. Первый (нулевой) вариант прилагается. Для

наполнения этого фонда приглашаются ученые, инженеры, практики, изобретатели (таблица).

Из чего складывается неопределенность?

Связь с принципами, физическими и конструктивными эффектами для принятия решений

Неопределенность возникает при стечении одного или нескольких следующих обстоятельств:

- из-за недостатка информации;
- когда физическая модель явления не ясна в полной мере;
- когда несовершенна (или отсутствует) формализованная модель (в аналитическом, нейросетевом и др. видах), т. е. теория отстает;
- из-за неточностей метода решения;
- из-за неясностей исходных данных (например, в параметрах модели или внешних воздействий).

Для принятия решений в условиях неопределенности целесообразно уточнить для себя, какой (или какие) из факторов лежит в основе создавшейся неопределенности. Это позволяет часто более целенаправленно мыслить и принимать решения, в том смысле, что между тем или иным конкретным фактором и принципом принятия решения (физическим эффектом) *прослеживается определенная связь*. Проиллюстрируем эту связь на примерах.

I. При сейсмических воздействиях ясно, что источником являются динамические воздействия земли, но неясно время, место, величина и характер этих воздействий. Теория отстает, модель и методы расчета несовершенны.

Идеальный вариант: изолировать (не допускать) передачу сейсмических воздействий на сооружения, например - устроить изолирующий слой между фундаментом и основанием.

Здесь принцип формообразования нацелен на устранение (или ослабление) связи, через которую передается нежелательное воздействие, т.е. работает принцип создания конструкций, малочувствительных к неопределенным негативным воздействиям.

2. **Если модель явления ясно** не определена величина негативного воздействия, то для определения его критического порога целесообразно использовать принцип предохранителя.

3. **Если все неясно**, то для накопления информации можно воспользоваться принципом разведки путем малых шагов в разных направлениях. Если информации недостаточно, то, как утверждает проф. Шайдуров Г.Я. согласно некоторого системного положения, принимать решения нельзя. Если время не торопит, то можно воспользоваться таким положением (перерывом) для накопления информации, в других случаях - бездеятельность опасна и недопустима.

4. **Использование принципа динамического противодействия**, основанного на создании САУ, требуют всестороннего осмысления, без которого использование информации от датчиков слежения и реакции актуаторов не может быть рационально реализовано в плане принятия решений.

ФОНД ФИЗИЧЕСКИХ И КОНСТРУКТИВНЫХ ЭФФЕКТОВ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

«Здравый смысл» народная мудрость	Принципы преодоления неопределенностей	Конструктивные примеры, патенты, книги
«Умный в гору не пойдет, умный гору обойдет». Если нельзя устранить или воздействовать на причину негативных неопределенностей, то надо постараться их обойти.	I. <i>Принцип специального формообразования.</i> Такое формообразование, которое малочувствительно к неопределенным негативным воздействиям (пассивный подход)	Создание пространственных многосвязных конструкций. Патенты: • № 2215852 «Полнооборное здание или сооружение замкнутого типа, включающее фундамент, для строительства на вечномёрзлых, слабых, пучинистых грунтах и в сейсмических районах. • Х. 2206665, заявка на изобретение № 2004105570. Новые типы пространственных платформ со скользящим слоем между основанием и фундаментом. • Сейсмоизоляция системы (здание-фундамент) путем устройства скользящего слоя между основанием и сплошной фундаментной платформой, который снижает передачу горизонтальных сейсмических сил на фундамент и все сооружение а целом. • Устройство легкообрасываемых кровель во взрывоопасных помещениях
Воздействовать на причины, устраняя или снижая их негативную роль. «Лучшая защита нападение». «Смотри в корень» «Превратить зло в добро»	II. <i>Принцип предохранителя</i> (полуактивный подход): предотвратить негативные последствия путем отключения (изоляция) системы из области неопределенности.	• Монография «Управляемые конструкции» Абовский Н.П. и указанные в ней патенты. • Предлагаемый <i>энергетический принцип противодействия</i> используется частичный отбор и преобразование внешней энергии, в том числе от агрессивного воздействия, а также преобразование внутренней энергии деформирования: -перестраивающиеся системы; -адаптирующиеся конструкции; -создание аэроупругих конструкций.
«Бережного берет» «Запас нону не тянет»	III. <i>Принцип управления конструкциями</i> , в том числе напряженно-деформируемым состоянием и внешними воздействиями (активный подход) - создание САУ НДС и перестраивающиеся системы.	
	IV. <i>Принцип резервирования.</i> Повышение живучести за счет резервирования материала, резервирования конструктивных элементов, дублирование подсистем, работающих на разных физических принципах (принципы, которые использовал Королев С.П.).	
	V. <i>Принцип малых шагов (возмущений в разных направлениях).</i> <i>Принцип «лагульвания»</i>	Это принцип идущего слепого с палочкой

ПРИГЛАШЕНИЕ: Необходимо наполнить данный фонд конкретными данными. Приглашаются ученые, инженеры, практики, изобретатели.

РАЗРАБОТКА ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ОСНОВ СТРОИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИКИ, ТЕОРИИ СООРУЖЕНИЙ И СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПЛОХО ПОДДАЮЩИХСЯ ТРАДИЦИОННОЙ ФОРМАЛИЗАЦИИ И МОДЕЛИРОВАНИЮ

(Содержание инициативного проекта,
который не получил поддержки ни в РФФИ, ни в Минобразовании)

4.1. Фундаментальная научная проблема на решение которой направлен проект: Проект направлен на разработку новых и обобщение известных фундаментальных принципов создания и управления инженерными конструкциями в условиях, плохо поддающихся формализации и моделированию. Классические математические подходы здесь не применимы, в то же время инженерная наука призвана решать указанные проблемы, используя для этого нетрадиционные методы, новые принципы, нейросетевую технологию для обеспечения управления и повышенной живучести инженерных систем в условиях неопределенности и сложных внешних воздействий.

4.2. Конкретная фундаментальная задача в рамках проблемы, решение которой направлен проект: **Разработка фундаментальных основ (принципов) создания и управления инженерными системами, не поддающимися традиционному моделированию и формализации.**

Существующая отечественная и зарубежная научная и учебная литература традиционно посвящена тем проблемам и системам, которые удается формализовать, т. е. тем, для которых закономерности и модели, как правило, известны (причем в явном виде) или требуют некоторых уточнений. В

то же время существует целый ряд актуальных фундаментальных проблем в инженерном деле, которые плохо или совсем не поддаются формализации по причинам недостаточно выявленных закономерностей и неясностей моделирования. Сюда относятся, например, проблемы активного формообразования и создания инженерных систем (в строительстве это здания и сооружения) в условиях неопределенности внешних воздействий (например, сейсмических), сложных внешних условий (например, слабые просадочные или вечномёрзлые фунты), проблемы активного управления конструкциями в этих условиях, повышение живучести зданий и сооружений и др. Сюда также относится процесс доводки новых систем, нацеленный на преодоление расхождений между идеализированной расчетной моделью и действительной конструкцией. Широкие возможности открываются при использовании нейросетевой технологии в задачах управления, прогнозирования и оптимизации. Фундаментальность проблемы нейропрогнозирования состоит в построении процесса, близкого к интеллектуальному, совершенствующемуся в соответствии с идеями эволюционной кибернетики. Модель прогнозирования по мнению авторов должна содержать в себе основные черты диалектико-материалистического, интеллектуального подхода познания, в частности, это должен быть спиралеобразный шаговый процесс, содержащий постепенное пополнение информации и совершенствование познавательной модели (доучивание) на ее основе. Соединение классического подхода, который позволяет рассчитывать практически любые конструкции и обобщение результатов расчета с помощью нейротехнологий с целью оптимизации, является новым эффективным направлением, открывающим новые возможности для решения задач оптимизации не только в задачах оптимального проектирования, но и в ряде технологических, управленческих и других задач.

4.3. Предлагаемые методы и подходы.

Методология решения указанной фундаментальной проблемы включает в себя:

- обобщение известных и предложение новых принципов создания и управления инженерными системами в условиях неопределенности и сложных внешних воздействий;

- принцип синтеза традиционной и нейросетевой технологии для эффективного решения задач инженерной механики;

- выработку активного подхода формообразования конструкции, представляющего фундаментальную основу инженерного созидания.

Принципы, на которых основано данное активное формообразование:

- **принцип активного взаимодействия (взаимопомощи) конструктивных элементов системы между собой** (принцип эффективного синтеза конструкции). Этот принцип является альтернативой традиционному принципу формообразования инженерных систем, основанном на иерархическом соподчинении элементов. На основе данного принципа создаются эффективные конструкции повышенной прочности и живучести при экономном расходе материала;
- **принцип преодоления неопределенности внешних воздействий** на основе формообразования таких конструкций, которые мало чувствительны к величине, месту и времени негативных воздействий определенного типа, (например: применительно к условиям сейсмических воздействий, вечномёрзлых грунтов, слабых просадочных грунтов, для освоения северных нефтегазоносных районов);
- **принцип повышения живучести конструкций зданий и сооружений** на основе проектирования (создания) пространственных многосвязных замкнутых систем;
- **принцип управляемости напряженно-деформируемым состоянием** конструкции.

Под управляемыми конструкциями понимаются системы автоматического управления. Условно выделяются управление в «малом» и управление в «большом». Выделяются задачи автоматического управления, доучивания и управления на основе нейросетевой технологии (приближение к интеллектуальным системам); трансформируемые конструкции (управление в

«большом»); энергетический принцип управления конструкциями, использующий для управления отбор и преобразование части энергии внешнего воздействия на систему (перераспределение внутренней энергии деформирования (сопротивления) упругой системы);

- принцип **создания композиционных конструкций**, которых каждый из материалов находится в наиболее выгодных условиях работы;
- **принцип унификации набора сборных конструктивных элементов**, позволяющий создать многообразные системы.

Общий план работы основан на обобщении ранее сформулированных авторами принципов, а также на предложенных новых принципах:

- принцип **активного взаимодействия** (взаимопомощи) конструктивных элементов системы между собой (принцип эффективного синтеза конструкции);
- принцип **активного формообразования** инженерных систем, основанный на гармоничном соподчинении элементов;
- принцип преодоления неопределенности внешних воздействий на основе формообразования таких конструкций, которые мало чувствительны к величине, месту и времени негативных воздействий определенного типа.

План работы основан также на развитии и использовании нейросетевой технологии для управления конструкциями с помощью обученных нейроконтроллеров, - нового метода прогнозирования на достаточную глубину, основанного на идеях эволюционной кибернетики.

Общий план работы на весь срок выполнения проекта:

п. 1. Разработка фундаментальных основ инженерных систем в условиях неопределенности и сложных внешних воздействий, которая базируется на системном (функционально-структурном) подходе, закономерностях развития систем и методов принятия творческих решений. Широкое использование идей эволюционной кибернетики, представляющих эволюцию инженерных систем в процессе их развития и функционирования от создания до конца эксплуатации.

п.2. Создание и моделирование управляемых (в том числе автоматически) инженерных конструкций и систем на основе предложенных способов и

развития теории управления с привлечением электронной, компьютерной и другой техники (компьютерное моделирование управляемых конструкций на базе расчетных комплексов и нейросетевых технологий (STATISTICA)). Особое место занимает трактовка инженерных систем с учетом энергетического преобразования части энергии внешнего воздействия и внутренней энергии деформирования (сопротивления), развитие энергетического принципа управления системами.

п.3. На основе принципов активного формообразования преодоление условий неопределенности воздействий, в частности, сейсмических (патенты № 2087622, 2246657, 41829, 38789, 45410), обеспечение и повышение живучести конструкций, основанных на использовании свойств пространственности, многосвязности и замкнутости (патенты № 2215853, 2206665), данное понятие предложено впервые.

п.4. Развитие и применение методов нейросетевой технологии к задачам инженерной механики, не поддающимся формализации, которые не имеют выраженных явных зависимостей. В частности, для задач, позволяющих добиться эффективности управления (функционирования) конструкциями с выявлением их остаточного ресурса с помощью нейропрогнозирования и нейрооптимизации, благодаря свойствам универсальной аппроксимации, выявлению неявных закономерностей на основе паттерна примеров, доучивания, т. е. использования совершенствуемой модели на базе идей эволюционной кибернетики.

4.4. Ожидаемые в конце 2005 года научные результаты:

- на основе авторской триады (системный подход - законы развития систем - методы принятия решений) разработка принципа создания и управления инженерными системами (применительно к зданиям и сооружениям, задачам инженерной механики), которые содержат новые подходы и обобщение традиционных принципов в условиях неопределенности и сложных внешних воздействий;

- патенты, в том числе на управление напряженно-деформируемым состоянием магистральных трубопроводов в северных районах страны;
- рукопись монографии «Основы инженерной механики для инженерных систем в условиях неопределенности и сложных воздействий»;
- развитие и приложение нейросетевой технологии к задачам инженерной механики (нейропроектирование, нейроуправление); численные эксперименты, показывающие возможности и преимущества предлагаемого метода шагового нейропрогнозирования для многомерных и многопараметрических задач (на примере задач нелинейной механики);
- изготовление двух моделей новых конструкций (фундаментной конструкции и здания замкнутого типа).

4.5. Современное состояние исследований в данной области науки, сравнении ожидаемых результатов с мировым уровнем.

Современная отечественная и зарубежная научно-исследовательская литература практически не затрагивает вопросы инженерной механики в условиях неопределенности и сложных внешних воздействий, при которых не ясны закономерности функционирования и математические модели. Существующая отечественная и зарубежная научная и учебная литература традиционно посвящена тем проблемам и системам, которые удается формализовать, т. е. для которых закономерности, модели как правило известны (причем в явном виде) или требуют некоторых уточнений. В то же время существует целый ряд актуальных фундаментных проблем в инженерном деле, которые плохо или совсем не поддаются формализации по причинам недостаточно выявленных закономерностей и неясностей моделирования. Сюда относятся, например, проблемы активного формообразования и создания инженерных систем (в строительстве это здания и сооружения) в условиях неопределенности внешних воздействий (например, сейсмических), сложных

внешних условий (например, слабые, просадочные или вечномёрзлые фунты), проблемы активного управления конструкциями в этих условиях, повышение их живучести и др. Сюда также относится процесс доводки управляемых систем, нацеленных на преодоление расхождений между расчетной идеализированной моделью и действительной конструкцией. Широкие возможности открываются для использования нейросетевой технологии в задачах управления, прогнозирования и оптимизации. Проблема прогнозирования представляет собой важную философскую задачу познания, в которой математический аппарат, в частности нейросетевая технология, выполняет роль эффективного инструмента. В литературе есть ряд работ, в которых нейропрогнозирование представлено некоторым процессом обычной экстраполяции, не позволяющим, к сожалению, достичь желаемых результатов как по глубине, так и по точности прогноза. С целью преодоления этих недостатков в этих работах предлагается усовершенствование исходной модели, однако этот процесс одноразовый и не предусматривает пошагового продвижения и постоянной эволюции модели, как это предлагается в данном проекте. Остается открытым вопрос достаточности исходной информации и выбора направления прогнозирования. Предлагается также усовершенствовать результаты прогноза за счет сочетания нейросетевой технологии с аналитическими методами (разложение прогнозируемой функции в ряд Тейлора на границе и др.). Существует ряд работ, направленных на нейропрогнозирование с целью диагностики, например, для предсказания усталостного разрушения и т. д. К задаче прогнозирования также можно отнести и вопросы повышения точности (прогнозирования) по данным нескольких приближенных решений на редкой сетке. Модель прогнозирования, по мнению коллектива авторов, должна содержать в себе основные черты диалектико-материалистического, интеллектуального подхода познания, в частности это должен быть спиралеобразный шаговый процесс, содержащий постепенное пополнение информации и совершенствование познавательной модели (доучивание) на ее основе. Уровень ожидаемых теоретических и

практических результатов сопоставим с мировым, а по ряду позиций опережает аналогичные разработки в данной области науки.

4.6. Имеющийся у коллектива научный задел по предлагаемому проекту. Полученные ранее результаты

Наш коллектив является ведущей пионерной организацией в стране по управляемым конструкциям, по активному формообразованию инженерных систем, по разработке нейросетевой технологии применительно к задачам механики. Созданы и успешно функционирует научно-образовательный комплекс «Управляемые конструкции», который занял 1 - е место в России в номинации «Лучшее высшее учебное заведение года», в 2004 году в конкурсе «Лучшие Российские научно-исследовательские организации строительного профиля «Стройнаука-2004», а в 2003 году коллектив получил дипломы РААСН за цикл работ по теме «Управляемые конструкции» с грифом УМО в 1998 году, а монография - учебное пособие «Нейроуправляемые конструкции и системы» (издание «Радиотехника», Москва), которое отмечено дипломом РААСН в конкурсе 2004 года.

На кафедре защищена первая в стране кандидатская диссертация по нейроуправляемым конструкциям, а также создан учебный класс управляемых моделей и конструкций, в котором прошло обучение более 2000 инженеров и студентов. По данной тематике получено 12 патентов (№ 1720065, 2041535, 2050755, 2053539, 2068918, 2069029, 2073839, 2090486, 2090693, 2105853, 2105959, 2120515). Новые разработки нашли отражение в докладах и публикациях на конференциях, в частности, в Японии в 2001 году, в Польше в 2002 году, в 2003-2004 годах для ФГУП Спецстроя по оперативному усилению и восстановлению аварийных объектов и повышения живучести конструкций, выполненных по межведомственной научной программе. Коллектив авторов является основным инициатором разработки эффективных пространственных сталежелезобетонных конструкций в России, получил основополагающие научные результаты, удовлетворяющие региональным условиям Сибири, которые получили признание и нашли практическое применение и поддержку в

Законе Красноярского края № 5-302 от 12.02.99 «Новые технологии для управления и развития региона». Разработана новая технология и новые конструктивные решения для комплексного строительства и эффективной эксплуатации нефтегазоносных объектов в удаленных Северных районах Красноярского края в условиях вечномёрзлых и слабых грунтов, в которых традиционные методы малоэффективны. Данные разработки включены в Концепцию развития нефтегазоносного комплекса развития Красноярского края и приняты администрацией Красноярского края. Разработан новый тип фундаментов в виде пространственных фундаментных платформ и зданий замкнутого типа, которые помогают осуществлять строительство в условиях неопределенности сейсмических воздействий, слабых грунтовых условий.

Новизна и приоритетность этих и упомянутых выше конструктивных решений подтверждена патентами. Сформулированные и реализованные в них принципы составляют фундаментальную основу инженерной механики для создания и управления системами в условиях неопределенности и сложных внешних воздействий. Развитие и применение нейросетевой технологии в задачах механики в виде нейроуправления, нейропрогнозирования, нейрооптимизации получили признание в упомянутой выше монографии, а также в ряде докладов на ежегодных Всероссийских конференциях в МИФИ «Нейроинформатика - 2001-2004», и научном Центре Нейрокомпьютеров (конференции «Нейрокомпьютеры и их применение» 2000-2003 гг.), институте проблем управления РАН (2004 г.), сессии IASS-2001. На кафедре строительной механики и управления конструкциями КрасГАСА функционирует научно-образовательный центр СО АН ВШ «Прикладная нейроинформатика», где разрабатывается теория и практика применения нейронных сетей в механике (задачи расчета, прогнозирования, оптимизация и управления) (патенты № 2122188, 2134453, 2151424, 2169946). Весьма важным и перспективным явился предложенный способ гибкого управления дорожным движением с помощью обучаемых нейросветофоров, получивших признание в МАДИ. Издано учебное пособие «Нейросветофоры», рекомендованное УМО для вузов РФ по автотракторному и дорожному образованию для

межвузовского использования. Предложен новый оригинальный метод шагового нейросетевого прогнозирования, который соответствует интеллектуальному эволюционному процессу познания, задачам эволюционной кибернетики, системному подходу, органично связанному с законами развития систем и принятия решений и полностью согласуется с диалектико-материалистической теорией познания. Нейросетевая технология позволила выявить неявные закономерности, содержащихся в паттерне примеров, и эффективно использовать их для задач управления, прогнозирования и оптимизации (гибридная программа). Разработки внедрены в учебный процесс.

4.7.1. Список основных публикаций коллектива, наиболее близко относящихся к предлагаемому проекту:

1. Абовский Н.П. Управляемые конструкции: Учеб. пособие / КрасГАСА - Красноярск, 1998, 433 с.

2. Абовский Н.П. Творчество в строительстве. Системный подход - законы развития - принятие решений. Стройиздат (Красноярское отделение), 1992, 293 с.

3. Абовский Н.П., Енджиевский Л.В. Обеспечение живучести пространственных конструкций в условиях неопределенности внешних воздействий /Сб. трудов РААСН. 2005 г.

4. Абовский Н.П., Енджиевский Л.В., Морозов С.В. Живучесть пространственных конструкций зданий и сооружений /МОО «Пространственные конструкции». Научный совет РААСН, тез. докладов научной сессии «Расчеты и проектирование пространственных конструкций с учетом физической и геометрической нелинейности» 15 декабря 2004 г., с. 8-9.

5. Абовский Н.П. Активное формообразование архитектурно - строительных конструкций зданий и сооружений из унифицированных строительных элементов в особых грунтовых условиях и сейсмических районах /КрасГАСА, - Красноярск, 2004, 241 с.

6. Абовский Н.П. Эффективная технология оперативного усиления и восстановления аварийных строительных объектов и разработка многосвязных зданий повышенной живучести на основе новых мобильных унифицированных мобильных элементов/КрасГАСА, - Красноярск, 2004 г., 101 с.

7. Абовский Н.П. Пространственные сборные сплошные фундаментные платформы для строительства в особых грунтовых условиях и сейсмичности /КрасГАСА, - Красноярск, 2004 г., 202 с.

8. Абовская С.Н., Деруга А.П., Абовский Н.П. Полносборные пространственные здания и фундаменты для строительства в особых грунтовых условиях и сейсмических зонах. Пространственные конструкции зданий и сооружений, сб. статей Межрегион. общ. организация «Содействие развитию и применению пространственных конструкций в строительстве», вып. 9, М.:000 «Девятка принт», 2004 г. с. 220-229.

9. Абовский Н.П., Енджиевский Л.В., Надеяев В.Д. Новые конструктивные решения для сейсмостойкого строительства в особых грунтовых условиях /журнал «Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений», М., № 3,2004 г., с. 30-32.

10. Абовский Н.П. О принятии решений в условиях неопределенности. Учат ли этому в вузах? / Проблемы оптимального проектирования сооружений: сб. докладов V Всероссийского семинара /Новосиб. Гос. арх.-стр. унив.-Новосибирск: НГАСА (Сибстрин), 2005,-с.8-12.

11. Абовский Н.П., Деруга А.П., Максимова О.М., Светашков П.А., Нейроуправляемые конструкции и системы /под ред. Профессора Абовского Н.П. Кн. 13. Учебное пособие для вузов.-М.Радиотехника, 2003 г.,-368 с. (Научная серия «Нейрокомпьютеры и их применение», ред. А.И.Галушкин).

12. Абовский Н.П., Деруга А.П., Максимова О.М., Светашков П.А. Неуправляемые конструкции и системы / под ред. Абовского Н.П. Кн.13. учебное пособие для вузов. - М.: Радиотехника, 2003. - 368 с. (Науч. Серия «Нейрокомпьютеры и их применение», ред. А.И. Галушкин).

13.Абовский Н.П., Белобородова Т.В., Максимова О.М. Приложения нейроинформатики к строительной механике/доклад на III Всеросс. конф. «Нейроинформатика-2001 г.», МИФИ, Москва, 2001.

14.Абовский Н.П., Максимова О.М., Светашков П.А. Эволюционная модель нейросетевого прогнозирования/ доклад на V Всеросс. конф. «Нейроинформатика-2003», МИФИ, Москва, 2003 г., с. 207-214.

15. Абовский Н.П., Белобородова Т.В., Максимова О.М. Нейросетевые аппроксимации в задачах строительной механики/доклад на VI Всеросс. конф. «Нейрокомпьютеры и их применение», Москва, 2000.

16.Абовский Н.П., Максимова О.М. Эффективный нейросетевой метод пошагового прогнозирования и его применения к многомерным задачам./ж. Нейрокомпьютеры: разработка, применение, 2003.

17.Абовский Н.П., Белобородова Т.В., Максимова О.М., Смолянинова Л.Г. Нейросетевые модели в задачах строительной механики//ж. Известия вузов. Строительство. № 7,2000, с. 6-14.

18.Абовский Н.П., Максимова О.М. Применение нейронных сетей к расчету и оптимизации пространственных конструкций / доклад на сессии IASS-2001, Москва, 2001.

19.Абовский Н.П., Максимова О.М., Светашков П.А. Нейросетевые технологии оптимизации, прогнозирования и управления конструкциями и системами /Матер. Межд. Научно-практической конференции САКС-2001 (1-4 декабря 2001 г., Красноярск) .-с.331-333.

20.Абовский Н.П., Деруга А.П., Максимова О.М., Светашков П. А., Марчук Н.И. Нейросетевые технологии в задачах оптимизации, прогнозирования и управления: Научное издание /КрасГАСА, Красноярск, 2003, 176 с.

21. Светашков П.А. Оптимизация фундаментной платформы при помощи гибридной нейросетевой программы. Проблемы оптимального проектирования сооружений: сб. докладов Всероссийского семинара ,Новос. Арх.-стр. унив.- Новосибирск: НГАСА (Сибстрин), 2005.- с.310-316.

22.Абовский Н.П. и др. Нейросветофоры Создание Интеллектуальных систем управления дорожным движением: Уч. пособие /КрасГАСА.Красноярск, 2002.

4.7.2. Список основных публикаций руководителя проекта рецензируемых журналах за последние 3 года:

1. Абовский Н.П., Деруга А.П., Максимова О.М., Светашков П.П. Нейроуправляемые конструкции и системы. / под ред. Проф. Абовского Н.П. Кн.13:Учебное пособие для вузов.- М.: Радиотехника, 2003.-368 с.(Научная серия «Нейрокомпьютеры и их применение»)

2. Абовский Н.П., Енджиевский Л.В., Савченков В.И., Деруга А.П., Марчук Н.И., Стерехова Г.А., Палагушкин В.И. Современные аспекты активного обучения. Строительная механика, теория упругости. Управление строительными

конструкциями: Учебное пособие; Под ред. Профессора Абовского Н.П./КрасГАСА, Красноярск, 2003,-284 с.

3. Абовский Н.П., Темерова А.С. Некоторые парадоксы традиционной сейсмоизоляции и их преодоление, Журнал «Промышленное и гражданское строительство» № 10, 2004, 42-44.

4. Абовская С.Н., Деруга А.П., Абовский Н.П. Полносборные пространственные здания и фундаменты для строительства в особых грунтовых условиях и сейсмических зонах / Пространственные конструкции зданий и сооружений, Межрегион, общ. организация «Содействие развитию и применению пространственных конструкций в строительстве», выпуск 9, 2004 г. с. 220-229.

5. Абовский Н.П., Енджиевский Л.В., Надеяев В.Д. Новые конструктивные решения для сейсмостойкого строительства в особых грунтовых условиях/журнал «Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений, М., № 3, 2004, с. 30-32

6. Абовский Н.П. Строительство в северных нефтегазоносных районах Красноярского края: учебное пособие / Н.П.Абовский-Красноярск:КрасГАСА, 2005,-228 с.

7. Абовский Н.П. Пространственные конструкции для строительства в нефтегазоносных районах Сибири /научная сессия «Новые конструктивные решения пространственные покрытий и перекрытий зданий и сооружений», МОО «Пространственные конструкции», Межрегиональная общественная организация Содействие развитию и применению пространственных конструкций в строительстве». 2005 г.

8. Абовский Н.П. Новые конструктивные решения для строительства в северных нефтегазоносных районах на вечномёрзлых, просадочных, пучинистых и слабых фундаментах в сейсмических зонах / тезисы докладов 62-й научно-технической конференции, посвященной 75-летию НГАСА (Сибстрин).- Новосибирск:НГАСУ, 2005,-с.б.

9. Абовский Н.П. Эффективная технология оперативного усиления и восстановления аварийных строительных объектов и разработка многосвязных зданий повышенной живучести на основе новых мобильных унифицированных элементов: научное издание/КрасГАСА.-Красноярск, 2004,107 с.

10. Абовский Н.П. Сюрпризы творчества. Диалоги и монологи о творчестве, его природе и принципах обучения творчеству /научное издание.- Красноярск, КрасГАСА., 2004 г.,-353 с.

11. Абовский Н.П. Раздел в концепцию «Инновационные проблемы строительства в северных нефтегазоносных районах Красноярского края», основанные на новых технологических и конструктивных решениях / Проблемы строительства и архитектуры: Сб. материалов XXIII региональной научно-техн. конф. /КрасГАСА.-Красноярск,2005 г., с 37-39.

12. Абовский Н.П. Инновационные проблемы строительства в северных нефтегазоносных районах Красноярского края, основанные на новых технических и конструктивных решениях, Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции «Сибири - новые технологии в архитектуре, строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве» /под ред. В.Д.Наделяева.- Красноярск: КрасГАСА, 2005, -С. 8-16.

13. Абовский Н.П., Енджиевский Л.В.Обеспечение живучести пространственных конструкций в условиях неопределенности внешних воздействий /Непрерывное архитектурно-строительное образование как фактор обеспечения качества среды жизнедеятельности. Труды общего собрания РААСН 2005 г.- Воронеж, ВГАСУ, 2005,-522с. Научное издание, с.105-109

14. Абовский Н.П. Активное формообразование архитектурно-строительных конструкций зданий и сооружений из унифицированных строительных элементов для строительства в особых грунтовых условиях и сейсмических районах: научное издание/КрасГАСА,-Красноярск,2004,241 с.

О МОДЕЛИРОВАНИИ И ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

The article is concerned with fundamentals making of engineering decisions under uncertain conditions and forecast modeling with the help of neural networks according to the evolutionary cybernetics.

Key words:

Uncertain conditions, modeling, making decisions, neural networks, forecasting and evolutionary cybernetics.

Обсуждаются вопросы принятия инженерных решений в условиях неопределенности, а также моделирование нейросетевого прогнозирования с позиций эволюционной кибернетики.

Неопределенность условий, в которых приходится принимать решения, может быть связана с формой и величиной внешнего воздействия, местом и временем его проявления, а также с характером поступающей информации, ее неизвестностью, достоверностью и другими факторами.

Особой областью принятия решений в условиях неопределенности являются такие системы, в которых не выявлены (не известны) закономерности процесса (в явном и неявном видах) и отсутствуют их физические и теоретические достоверные модели.

Здесь теория отстает, формализация процесса отсутствует, и математические и нейросетевые подходы пока не разработаны.

На первый взгляд может показаться, что речь идет о каких-то экзотических областях, но это далеко не так. Отметим, что в научной и учебной литературе данные области четко не выделены и поэтому в вузах практически не учат тому, как действовать в данных ситуациях неопределенности. Фундаментальная наука также четко не обозначила такие области.

Цель данной статьи состоит в том, чтобы явно обозначить некоторые области с условиями неопределенности, охарактеризовать их и показать, что

они часто фаничат с научно изученными областями, и раскрыть некоторые сознательные пути для принятия решения в таких условиях. Неосознанная неопределенность - источник ошибок. Необходимо связать данную проблему с философской теорией познания, с системным подходом, с практикой мыслительного процесса человека (со «здравым смыслом»). В статье обозначены два приема автора: один - для инженерной деятельности в сложных условиях фунтов, сейсмичности и аварийных ситуациях [1-3], другой - для шагового нейропрогнозирования с эволюцией модели [4-12].

1. Очевидные и неочевидные области неопределенности

1.1. Очевидные области на пример:

- различные аварийные ситуации и принятие решений по их предотвращению;
- области, в которых построены модели, не удовлетворяющие действительным процессам и конструкциям. Сюда необходимо отнести, например, сейсмические явления, которые плохо предсказуемы, а принимаемые решения малонадежны;
- возникающие просадки и неравномерные осадки фунтов основания, ведущие к авариям конструкций и др.

Для принятия решений в этих условиях предложен принцип:

создавать такие конструкции и системы, которые были бы малочувствительны к данным негативным воздействиям.

Примеры таких решений найдены на изобретательском уровне и запатентованы в виде зданий замкнутого типа, пространственной фундаментной платформы и др. [1-3].

1.2. Неочевидные области

Прежде всего отметим, что данные области часто тесно примыкают к хорошо изученным традиционным (классическим) областям. Действительно, когда хотят распространить известные для этих традиционных областей закономерности и модели на смежные области (например, во многих задачах

экстраполяции, прогнозирования и управления), то фактически вклиниваются в области с неопределенностью (хотя этот факт неопределенности, как правило, явно не признается и не выделяется).

Неопределенности здесь выражаются в следующем:

- неизвестно, справедливы ли в этой области закономерности и модели, которые пролонгированы (экстраполированы) из исходной области;
- неизвестно влияние новой информации из области прогноза на использованную модель из исходной области. Это означает отсутствие обратной связи между новой информацией и старой моделью, что препятствует эволюции старой модели. При этом часто негласно используется неподтвержденная гипотеза о неизменяемости (справедливости) исходной модели.

Кажется очевидным тот факт, что такой неэволюционный подход может быть пригодным лишь в некоторых частных случаях. Однако существующие широко распространенные методы прогнозирования (экстраполяции) грешат именно таким недостатком и несовершенством. Понятно, что точность и глубина прогнозирования по такой схеме не может быть высокой. Печально то, что иногда такую слабую результативность (ограниченность) прогноза пытаются объяснить не слабостью (недостатками) такого метода прогнозирования, а самой сущностью (какой-то непознаваемостью) процесса. Это же, конечно, усугубляет дело и тормозит развитие.

Подход к прогнозированию с позиций эволюционной кибернетики (эволюции модели прогнозирования) открывает новые горизонты, так как способствует теории интеллектуального познания.

1.3. Фундаментальная основа нейропрогнозирования как реализация идей эволюционной кибернетики

Проблема прогнозирования представляет собой важную философскую задачу познания, в которой математический аппарат, в частности, нейросетевая технология, выполняет роль эффективного инструмента. В литературе есть ряд работ, в которых нейропрогнозирование представлено некоторым процессом

обычной экстраполяции, не позволяющим, к сожалению, достичь желаемых результатов как по глубине, так и по точности прогноза. Обычно это одноразовый процесс, который не предусматривает пошагового продвижения и постоянной эволюции модели в связи с получаемой новой информацией, как это предлагается в [4-12] с целью преодоления этих недостатков.

Разработка нейропрогнозирования существенно опирается на известные возможности универсальной аппроксимации, быстрое действие, способность доучивания, а также на принципиально важную особенность процесса в виде обратной связи новой поступающей информации на совершенствование (доучивание) модели процесса.

Другими словами, начальная (на предыдущем шаге) модель прогнозирования порождает новую информацию на данном шаге прогнозирования, которая служит источником для совершенствования данной модели для последующего шага прогнозирования. В этом суть обратной связи. Таким образом, совершается эволюционный кибернетический процесс развития. Отметим, что традиционная методика прогнозирования (в том числе и традиционное нейропрогнозирование) не использует обратную связь между новой информацией и совершенствованием модели. В этом идейная методология вопроса.

Таким образом, необходимо исходить из **принципа**: модель прогнозирования в процессе прогнозирования должна совершенствоваться на основе получаемой в результате прогноза новой дополнительной информации и только в каких-то частных случаях может оставаться неизменной.

Данный подход направлен на решение фундаментальной проблемы создания, развивающейся (эволюционирующей) в процессе прогноза, нейросетевой модели прогнозирования, обеспечивающей повышение точности, достоверности и глубины прогнозирования процессов, явлений и объектов с помощью нейросетевых технологий. Реализация эволюционной модели прогнозирования повышенной точности и достоверности на основе нейросетевой технологии представляет собой важное направление исследований в рамках указанной проблемы. В отличие от традиционной

(классической) кибернетики эволюционная кибернетика учитывает развитие (движение, совершенствование) связей и структуры модели при накоплении (поступлении новой) информации в процессе функционирования системы. Такая эволюция системы (структуры моделей и связей) является принципиальной отличительной характеристикой рассматриваемой проблемы нейропрогнозирования в сравнении с существующими традиционными математическими и нейросетевыми подходами к прогнозированию, в которых исходная модель остается неизменной (не эволюционирует) в процессе прогнозирования. Иными словами, принципиальным недостатком традиционных методов является то, что для получения новой информации (т.е. прогноза) используется устаревшая система (модель и связи), которая не учитывает новаций процесса. В этом заложена принципиальная ограниченность глубины и точности прогноза по такой традиционной схеме, которая не соответствует интеллектуализации процесса познания, развития мышления. В качестве иллюстративного примера можно представить шахматиста, просчитывающего вперед ходы и прогнозирующего развитие событий в зависимости от новой информации. При этом сама система (фигуры, их число, расположение, связи и т. п.) на каждом просчитываемом вперед ходе меняется. Пренебрежение или неточный учет такого развития ведет к поражению. Аналогичным образом развивается и совершенствуется система «человек», обучающаяся мастерству по мере накопления опыта. Таким образом, в основе предлагаемого подхода к решению проблемы нейропрогнозирования лежат три основных момента.

Первое. Основным принципом является обучаемость или доучивание системы, как эволюция структуры и связей используемой модели в процессе накопления информации. Отметим одно важное практическое свойство доучивания системы (модели) на шаговом процессе. Доучивание происходит достаточно быстро и эффективно за счет использования карты синапсов модели на предыдущем шаге. Это одна из черт эволюционного интеллектуального процесса.

Второе. Свойства новой поступающей в процессе прогнозирования информации может существенно влиять на доучивание. Но эта информация заранее неизвестна, т. е. имеет место неопределенность. Как ее преодолеть? Это сложнейшая, казалось бы, неразрешимая ситуация. Однако выход есть. Суть его состоит в использовании шагового процесса, т. е. в раздроблении области прогнозирования на малые подобласти, в пределах которых можно считать с некоторой точностью предшествующее состояние системы (модели и связей) неизменным. При этом накопление погрешности на малых шагах прогнозирования происходит медленно и глубина прогноза увеличивается.

Третье. Можно также увеличить точность прогноза на малом шаге, учитывая тот факт, что на предыдущем шаге система (модель и связи) достаточно точна. С этой целью целесообразно использовать эту достаточно точную модель для **интерполяции**, позволяющую получить более точную (более густую) информацию вблизи границы фронта прогнозирования, а затем доучить (усовершенствовать) модель на основе этой дополнительной информации. Доученная на малом шаге модель позволяет сделать более точный прогноз на следующем малом шаге. И таким образом продолжается описанный шаговый процесс нейропрогнозирования с эволюцией системы на каждом шаге.

Такое шаговое нейропрогнозирование хорошо приспособлено к непрерывным достаточно плавным процессам, усложненным многомерностью и многопараметричностью. Возможно доучивание и целенаправленное нейропрогнозирование на желаемые (известные) удаленные ориентиры, а также выбор оптимальной траектории прогнозирования, удовлетворяющей экстремуму заданного критерия. Другие информационные задачи, характеризующиеся бифуркациями, скачками, разрывами, пока еще не исследованы, но предлагаемый подход позволяет уловить тенденцию процесса к образованию подобных особенностей.

Таким образом, фундаментальность предлагаемой проблемы нейропрогнозирования состоит в построении процесса, близкого к интеллектуальному, который развивается и совершенствуется в соответствии с идеями эволюционной кибернетики.

Модель прогнозирования, по мнению авторов, должна содержать в себе основные черты диалектико-материалистического интеллектуального подхода познания, в частности, это должен быть спиралеобразный шаговый процесс, содержащий постепенное пополнение информации и совершенствование познавательной модели (доучивание) на ее основе.

Эффективная реализация нейропрогнозирования предусматривает решение следующих вопросов:

- разработка автоматизированной программно-диалоговой системы (взамен ручной);
- использование и сравнение различных существующих нейросетевых модулей и выбором лучшего, включая сравнение разных схем обучения и доучивания;
- возможность использования гибридных нейропрогнозируемых систем, синтезирующих лучшие качества существующих традиционных способов прогнозирования с предложенным;
- численные эксперименты, показывающие возможности и преимущества приложения предложенного метода к различным многомерным и многопараметрическим задачам;
- приложение к задачам механики, теории упругости и теории оболочек, включая вопросы повышения точности численных решений по данным приближенных решений на последовательности редких сеток по сравнению с методом Ричардсона и др.;
- применение метода шагового нейропрогнозирования к расчетам и функционированию в строительных конструкциях, в том числе к исследованию нелинейного поведения конструкций в зависимости от изменения свойств материала, от циклов загрузки, от износа элементов для определения долговечности и живучести инженерных систем;
- использование нейропрогнозирования к расчетам и функционированию в нелинейной механике;

- разработка процессов управления техническими системами, в том числе их автоматического управления с помощью обученных нейроконтроллеров, учитывающих изменения системы в процессе эксплуатации и повышающих ее эффективность по мере накопления опыта; проведение диагностики технического состояния и определения планово-предупредительных ремонтов; передача передового опыта диспетчерского управления некоторых технических систем другим диспетчером с помощью обученной нейропрограммы;
- поиск и реализация решения прогнозных задач в разных областях техники и экономики (авиастроение, геологоразведка и др.), в задачах управления движением, в котором изменение (эволюция) модели происходит непрерывно по мере движения на основе обратной связи с поступающей информацией.

Весьма интересно применение нейропрогнозирования для анализа ретроспективных проблем, направленных на выявление исторических эволюционных закономерностей развития некоторых систем.

Оценивая развитие данного метода нейропрогнозирования, следует наряду с достоинствами указать на объективные ограничения. К ним относятся, в первую очередь, необходимость системной оценки достаточности и достоверности исходной информации, выбор эффективной организации информации и направления прогнозирования в многомерных и многопараметрических задачах и др. Подобные ограничения присущи каждому процессу познания и должны занимать должное место в оценке результатов прогнозирования.

Список литературы

1 Наделеяев В.Д., Абовская С.Н., Енджиевский Л.В., Абовский Н.П. и др. Патент № 2215852 Полносборное здание или сооружение замкнутого типа, включающее фундамент, для строительства на вечномерзлых, слабых, пучинистых грунтах и в сейсмических зонах, опубл. 10.11.2003, БИ № 31.

2 Абовский Н.П., Абовская С.Н., Енджиевский Л.В. и др. Патент № 2206665 Пространственная фундаментная платформа, опубл.20.06.2003, БИ № 17.

3 Абовский Н.П., Абовская С.Н. и др. Заявка на изобретение № 2004105570 Пространственная фундаментная платформа, объединенная с резервуаром, для строительства на слабых, вечномерзлых, пучинистых грунтах и в сейсмических зонах (варианты).

4 Абовский Н.П., Деруга А.П., Максимова О.М., Светашков П.А. Нейроуправляемые конструкции и системы / под ред. Абовского Н.П. Кн.13.Учебное пособие для вузов. - М.: Радиотехника,-2003. - 368 с. (Науч. серия "Нейрокомпьютеры и их применение", ред. А.И. Галушкин).

5 Абовский Н.П., Деруга А.П., Максимова О.М., Светашков П.А., Марчук Н.И. Нейросетевые технологии в задачах оптимизации, прогнозирования и управления: Науч. издание/КрасГАСА, Красноярск, 2003, 176 с.

6 Абовский Н.П., Максимова О.М., Светашков П.А. Эволюционная модель нейросетевого прогнозирования/ доклад на V Всеросс. конф. "Нейроинформатика - 2003", МИФИ, Москва, 2003, с. 207-214.

7 Абовский Н.П., Максимова О.М. Эффективный нейросетевой метод пошагового прогнозирования и его применение к многомерным задачам/ж. Нейрокомпьютеры: разработка, применение, N 9, 2003.

8 Абовский Н.П., Белобородова Т.В., Максимова О.М., Смолянинова Л.Г. Нейросетевые модели в задачах строительной механики//ж. Известия вузов. Строительство. №7, 2000, с.6-14.

9 Абовский Н.П., Максимова О.М., Светашков П.А. "Разработка практического метода нейросетевого прогнозирования", Труды VIII

Всероссийской научной конференции "Нейрокомпьютеры и их применение - 2002", М.: 2002.

10 Абовский Н.П., Максимова О.М., Светашков П.А. "Нейросетевые технологии оптимизации, прогнозирования и управления конструкциями и системами". Материалы междунар. научно-практ. конф. САКС-2001 (1-4 декабря 2001 г., г. Красноярск), с. 331-333.

11 Абовский Н.П., Белобородова Т.В., Максимова О.М. Нейросетевое моделирование в задачах теории пластин и оболочек/ж. Известия вузов. Строительство. № 9, 2001.

12 Абовский Н.П., Белобородова Т.В., Максимова О.М. Приложения нейроинформатики к строительной механике, доклад на 3-й всерос. конф. «Нейроинформатика-2001», МИФИ, Москва, 2001, с. 35-40.

ПРИМЕЧАНИЕ

В качестве послесловия автор считает необходимым отметить, что данная статья была послана в один из ведущих журналов страны, посвященный проблемам математического моделирования, издаваемый институтом РАН. Но была отвергнута с кратким указанием, что данная тема не входит в интересы журнала и что в статье не содержатся проблемы моделирования.

Таков парадокс: моделированием и принятием решений в условиях неопределенности Российская Академия Наук и другие организации в стране не занимаются! А ведь эти проблемы актуальны и востребованы. Известный академик РАН обещал автору подумать над этим.

Ждем ответа.

ДИСКУССИЯ. ОТЗЫВЫ. МНЕНИЯ

Вступление

Поднимая вопрос о моделировании и принятии решений в условиях неопределенности, автор исходил из следующего положения: существуют достаточно обширные области инженерной деятельности, в которых закономерности еще не определены, эффективные модели не построены, математические подходы не развиты, т. е. эти области характеризуются неопределенностью модели, неясностью законов и внешних воздействий.

В то же время инженерам необходимо принимать решения для создания и надежного функционирования систем. При этом надо создавать системы повышенной живучести. Как действовать в подобных условиях? На какие принципы ориентироваться? Обобщены ли где-либо такие подходы и решения? Имеется ли учебная литература по такой инженерной проблеме (кроме отдельных частных вопросов)? Обучают ли этому в вузах? Какое место в концепции инженерного образования занимает эта проблема? Позиция философов? Системщиков? Это физическая или теоретическая проблема?

В математике есть проблема принятия решений в условиях недостаточной информации. Приемлема ли эта теория здесь, когда модель процесса не ясна и не формализована?

У системщиков, как говорит один известный профессор, есть положение о том, что если информации недостаточно, то принимать решения нельзя. Надо дождаться ее накопления. Могут ли ждать инженеры? Можно ли останавливаться?

Создалось ли впечатление, что проблема принятия решений в условиях неопределенности осталась за пределами академической науки? Ведь действительно, существующие институты РАН по математическому моделированию занимаются только проблемами, поддающимися формализации, т. е. данная проблема находится вне их тематики.

Предложение: необходимо создать фонд физических и конструктивных эффектов (нулевой вариант прилагается).

Автор: Уважаемые Тепеницын М П , Семенов В.И., Дубинский В.Н.. Большое спасибо за Ваше внимание и Ваши разъяснения.

Вы справедливо приводите яркие примеры, направленные на развитие теории и методов познания, которые позволили раздвинуть занавес неопределенности, раскрыть сущность явления и с полным пониманием нового принимать решения. Это классический традиционный путь развития фундаментальной и прикладной науки.

Но мой проблемный вопрос в другом. Как быть, когда теория слаба, модели несовершенны, а решения принимать надо уже сейчас?

Приведу пример. Сейсмика не определена по месту, времени и величине воздействия. Теория несовершенна. Модели слабо соответствуют реальности. А строить надо, причем эффективно и надежно.

Другой пример. Освоение космоса. Как действовали первопроходцы?

Еще пример. Как предотвращать аварии?

В.Н. Семенову. Отвечаю на вопросы из раздела «неясности».

1. «Понятие шагов», «Дробление области» не связано с методом расчета, каким является МКЭ. Речь идет о модели явления (законах развития и пр.), а не о методе решения, каким бы «точным» или универсальным он не являлся (казался). Известно, что несовершенства модели не могут быть исправлены методом решения, реализующего заложенные в модель закономерности. Модель, как и исходные данные, определяет принципиальную постановочную точность расчета, если она не совершенствуется в процессе решения на основе новой дополнительной информации, т.е. если модель не доучивается, а исходные данные не уточняются, то глубоко ошибочно полагать, что метод решения может исправить ситуацию. Приходится нередко встречаться с такой путаницей. Так недавно в ряде

статей в центральных журналах утверждалось, что новая компьютерная программа для расчета тонких плит на упругом основании на основе метода Шварца с помощью МКЭ дает результаты, близкие к реальным. Но при этом в основе лежит весьма несовершенная модель упругого основания, а его характеристики к тому же весьма неточны.

Аналогично, в Вашем деле при неопределенности внешних воздействий на аэроупругий контур самолета и неясностях его воздействия с внешней средой с помощью МКЭ нельзя получать «хорошие» решения даже при самых густых сетках. Это опасная иллюзия.

Моя позиция:

- В инженерном деле отмеченные неопределенности можно преодолеть (обойти) путем соответствующего формообразования (пассивного, когда принятая форма малочувствительная к данным неопределенностям, или активного, основанного на создании динамического противодействия).
- В нейропрогнозировании (примере из эволюционной кибернетики) необходимо, чтобы используемая модель эволюционизировала (доучивалась) в процессе на основе новой дополнительной информации аналогично последовательному спиралеобразному познанию. С этой целью рекомендуются малые шаги для получения новой информации и доучивание модели на ее основе. Назвать это итерациями не могу, так как традиционно итерации относят к методу расчета, а не к совершенствованию модели. В пункте «третье» (стр. 6) для получения дополнительной информации используются следующие положения:
 - - в подобласти, где старая (на предыдущем шаге) модель достаточно точна, можно использовать интерполяцию, уточняющую решение, т.е. дающую новую информацию;
 - - для получения информации в смежной малой подобласти нужно использовать модель доученную (усовершенствованную на основе предыдущей информации) тогда эти экстраполяции-

онные данные будут содержать меньшую погрешность. Таким путем накопление погрешностей на последовательности шагов будет медленнее и глубина прогноза увеличивается.

Я полагаю по опыту расчетов, что уточнение решений вблизи фаницы сильнее влияет на смежную подобласть, чем уточнение данных внутри области, удаленной от фаницы, хотя модель там изучена лучше, чем в приконтурной зоне, за пределы которой направлено исследование. Поэтому уточнение приконтурных значений более чувствительно.

Дубинскому В.С. Полностью с Вами согласен, что вопросы определения эксплуатационной надежности и ресурса, которыми Вы занимаетесь, характеризуются неопределенностью, особенно при многопараметричности, многообразии нафузок, свойствах материала и т.п., учитывая нелинейный характер синтеза неопределенностей. Авиация, как передовая область техники, выработала свои подходы для традиционных ситуаций, но это лишь малая часть того, что предстоит. Поэтому весьма важно уже сейчас сделать некоторые обобщения, выделить те принципы, которые могут быть полезны в будущем и для обучения инженеров сейчас. Решение проблемы прогнозирования ресурса и надежности - бесценно.

<p>«Здравый смысл» народная мудрость «Умный в гору не пойдет, умный гору обойдет». Если нельзя устранить или воздействовать на причину негативных неопределенностей, то надо постараться их обойти.</p>	<p>Принципы преодоления неопределенностей <i>I. Принцип специального формообразования.</i> Такое формообразование, которое малочувствительно к неопределенным негативным воздействиям (пассивный подход)</p>	<p>Конструктивные примеры, патенты, книги Патенты: • № 22)5852 «Полнооборное здание или сооружение замкнутого типа, включающее фундамент, для строительства на вечномёрзлых, слабых, пучинистых грунтах и в сейсмических районах» • № 2206665, заявка на изобретение № 2004105570. Новые типы пространственных платформ со скользящим слоем между основанием и фундаментом.</p>
<p>«Если знать, где упадешь, то там надо постелить соломку» «Отвести беду»</p>	<p><i>II. Принцип предохранителя</i> (полуактивный подход): предотвратить негативные последствия путем отключения (изоляция) системы из области неопределенности.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Сейсмоизоляция системы (здание-фундамент) путем устройства скользящего слоя между основанием и сплошной фундаментной платформой, который снижает передачу горизонтальных сейсмических сил на фундамент и все сооружение в целом. • Устройство легкообрабатываемых кровель во взрывоопасных помещениях
<p>Воздействовать на причины, устраняя или снижая их негативную роль. «Лучшая защита нападение». «Смотри в корень» «Превратить зло в добро»</p>	<p><i>III. Принцип управления конструкциями</i>, в том числе напряженно-деформируемым состоянием и внешними воздействиями (активный подход) - создание САУ НДС и перестраивающихся системы.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Монография «Управляемые конструкции» Абовский Н.П. и указанные в ней патенты. • Предлагаемый энергетический принцип противодействия используется частичный отбор и преобразование внешней энергии, в том числе от агрессивного воздействия, а также преобразование внутренней энергии деформирования: -перестраивающиеся системы, -адаптирующиеся конструкции, -создание аэроупругих конструкций.
<p>«Бережного бога бережет» «Запас ношу не тянет»</p>	<p><i>IV. Принцип резервирования.</i> Повышение живучести за счет резервирования материала, резервирования конструктивных элементов, дублирование подсистем, работающих на разных физических принципах (принципы, которые использовал Королев С.П.).</p>	
	<p><i>V. Принцип мажорных шаров (возмущений я разных направлениях). Принцип «нашупывания»</i></p>	<p>Это принцип идущего слепого с палочкой</p>

ПРИГЛАШЕНИЕ: Необходимо пополнить данный фонд конкретными данными. Приглашаются ученые, инженеры, практики, изобретатели.

УЧИТЬ ТВОРЧЕСТВУ

Обращение Нобелевского лауреата академика В.Л.Гинзбурга о поддержке Стратегической Образовательной инициативы находит горячий отклик в том преподавательском обществе, которое считает, что «образование должно строиться на базе науки» и что без такой образовательной инициативы у будущих поколений нет достойных перспектив в нашей стране

Столь тривиальная истина, взятая в кавычки, может удивить. Но именно она провозглашена в недавней установке Министерства и Правительства (см. «Поиск» от 11 ноября 2005 г.), которая вступает в действие с 1 января 2006 года как основной критерий аттестации вузов. Что было до этого - всем очевидно, как и то, что проводимая реформа образования почему-то не затрагивает (!) повышение квалификации вузовских преподавателей, на которое 10-15 лет не выделялось средств.

Давно назрела такая образовательная Инициатива из Центра, которая выводит на поверхность и оказывает поддержку многим энтузиастам-педагогам, которые на свой страх и риск учат творчески. Это альтернатива шаблонному обучению и зубрежке, которые губят в зародыше и «на корню» заложенное в генах от рождения стремление человека к познанию. Никогда не забуду, как моей внучке-школьнице привили отвращение к изучению истории. На мой вопрос: «Как это можно не любить такую интересную науку, как история?», я получил ответ: «Дедушка, ты не понимаешь. Меня учительница спрашивает: «Расскажи такой-то абзац из учебника. И если я что-то, хоть одну фразу пропущу, то...»

Да, при таком обучении можно отбить аппетит к изучению любой науки, заглушить стремление к познанию. Этот эпизод свидетельствует о том, что если в образовании отсутствует творческая составляющая, если господствует шаблонность, то цели замечательной стратегической образовательной инициативы не будут достигнуты. **Необходимо прежде всего обучить** учителей, которые были бы способны и увлечены реализацией такой

стратегической образовательной инициативы. А для этого необходимы монографии и учебники, в первую очередь для учителей, наполненных **научно-философским осмыслением** истории великих изобретений, открытий, инноваций. Иначе обучение может свестись к простому освещению отдельных исторических фактов, без анализа закономерностей и перспектив развития или к красочному изложению, например, того, что Д.И. Менделееву периодическая система элементов просто приснилась.

Не дай Бог, кому-то покажется, что для достижения творческих результатов надо просто побольше ... спать. Эта горькая шутка связана с тем, что понятие «творчество» определяется в учебной и даже энциклопедической литературе как «нечто загадочное», а в пособии С.Д. Смирнова для педагогов и аспирантов с министерским грифом образования в 1995 году прямо утверждается, что учить творчеству нельзя! В других учебных пособиях и книгах проводится внешнее описание примеров творческой деятельности, не раскрывающее сущности творческого процесса как сочетания активной сознательной и подсознательной составляющей целенаправленного многотрудного поиска решений на основе системного подхода с глубоким пониманием законов развития той системы, которая охватывает исследуемую проблему.

Только на основе такой активной педагогичности позиции можно и должно обучать молодежь. Об этом свидетельствует моя более чем полувековая педагогическая, изобретательская и инженерная деятельность, некоторые результаты которой отражены в моих книгах: «Творчество: системный подход - законы развития - принятие решений» (М., Синтег, 1998, 312 с.) и «Сюрпризы творчества. Диалоги и монологи о творчестве, его природе и принципах обучению творчеству» (Красноярск, КрасГАСА, 2004, 357 с.). Автор постарался ответить на нетрадиционные вопросы: «Как учиться?», «Как учить?», «Как изобретать?», «Как думать?» (к сожалению, эти монографии изданы весьма малым тиражом и многим недоступны).

Сущность творческого процесса раскрывается в целостной триаде: системный подход к проблеме, законы ее развития и многообразные методы

принятия решений. На этой основе удалось показать «общее между разным», т. е. общие черты творчества разных великих деятелей, например Декарта, Пуанкаре, Станиславского, Вавилова, Капицы, Эйнштейна, Гильберта, Микеланджело, Мигдала, Доллежала и многих других известных мыслителей, ученых, инженеров и педагогов.

Моя позиция: активная творческая деятельность базируется на системном подходе, на законах развития и методах принятия решений.

это позволяет яснее осознать суть творчества многих.

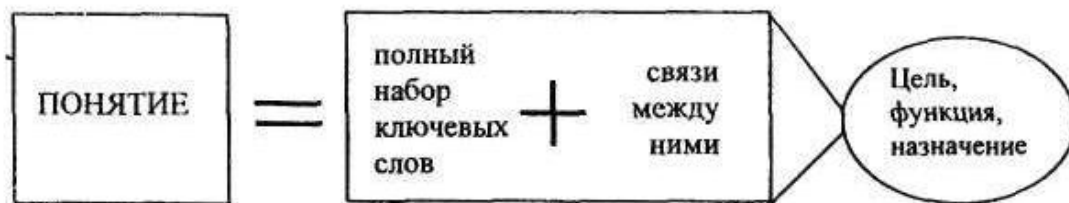
Например, известны успехи теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) Г.С. Альтшуллера, которые базируются на трех провозглашенных им законах. Однако, их осмысление на основе данной триады (системного подхода) показывает, что эти три закона входят в определение «системы» и являются условиями функционирования технической системы. При таком понимании изобретательский алгоритм ТРИЗа становится яснее и проще для обучения и использования.

Необходимо отметить, что известный академик Л.В.Канторович, анализируя проблемы научно-технического прогресса еще в 1986 году, прогнозировал: «Системный анализ будет все шире применяться во всех научных дисциплинах. Возможно, многие его понятия в дальнейшем войдут в школьные курсы».

С учетом развития системного подхода за этот период данное предсказание успешно корреспондируется со стратегической образовательной инициативой академика Гинзбурга В.Л.

Использование упомянутой триады позволяет творчески подойти ко многим вопросам. Например, к традиционному тестированию знаний, которое не оценивает логику испытуемого, а скорее похоже на «угадайку». Пусть, например, тестируется знание (понимание) какого-то понятия.

На основе функционально-структурного (системного) подхода можно представить понятие следующей формулой (системой):



Тестируемый должен назвать (или выделить) полный набор ключевых слов, уметь расставить связи между ними и указать конечный результат (цель, функцию, назначение). Здесь проявляются не только знания, но и логика мышления. Компьютерная реализация (программа) позволяет осуществлять проверку, давать подсказку, вести в какой-то мере диалог и делать оценки на разных уровнях.

Аналогично данной методике строятся процедуры тестирования (или обучения) для других моделей (устройств, методов, алгоритмов, тематических разделов и областей знаний). По мере накопления опыта система дополняется, совершенствуется, в том числе и на основе ошибочных ответов тестируемых.

Вместо распространенного обучения умению решать различные типы задач нужно изучать и анализировать определенные системы и подсистемы, уметь определять в них зависимые (переменные) и независимые (постоянные) параметры и связи между ними и, наконец, добывать для этого необходимую информацию. Развитие такого уровня мышления позволяет не только решать, но и ставить задачи в зависимости от того, что известно и что требуется определить, анализировать, возможно ли решение, единственно ли оно и т. д., а также переходить к другой (расширенной) более общей системе, в которой больше возможностей получения более выгодных (рациональных) решений. Как много учебных пособий (в последние годы - готовых решебников»), которые «натаскивают» на умение решать определенные типы задач, готовят ремесленников!

Известно, что примеры учат не меньше, чем теоремы. Полный набор примеров (паттерн) используется сейчас для применения в нейросетевой технологии. Проникновение в суть изобретений, открытий, деятельность великих мыслителей, ученых, инженеров, понимание закономерностей развития создают стремление и мотивацию, возбуждающие творчество ученика.

Но необходимо четко разьяснять, что есть эрудиция и **что есть** творческое мышление. Ибо сплошь по телевидению называют «умниками» тех, кто проявляет только знание фактов в той или иной области (например, истории). Конечно, хорошо, когда в человеке сочетаются творчество и эрудиция. Но переполнение памяти фактами может стать психологическим препятствием для преодоления традиций в поиске новых творческих решений. Необходимо овладение системным подходом, законами развития систем, умением принимать решения и оценивать их последствия.

В упомянутых книгах, содержащих виртуальные диалоги с разными деятелями, учеными, инженерами и педагогами, раскрываются многие аспекты творчества, анализируются ошибки и промахи, сделаны интересные находки, а главное - показано, что творчеству можно учить!

Чтобы у читателей создалось более ясное впечатление, замечу, что одним из результатов предлагаемого творческого подхода явились, например, созданный при поддержке академика Образцова **И.Ф. научно-образовательный комплекс «Управление конструкциями»**, который занял первое место в номинации научно-исследовательских и учебных заведений строительного профиля во всероссийском конкурсе «Стройиндустрия-2004», и монография - учебное пособие «Нейроуправляемые конструкции и системы» (М., «Радиотехника»), получившая диплом Российской Академии архитектуры и строительных наук в 2005 году. Кроме этого, за последние годы получено около 30 патентов на изобретения. Данные идеи заложены в головы более 2000 студентов и положены в основу защищенных диссертаций.

В заключение, ещё раз выражаю горячую поддержку Стратегической Образовательной Инициативе академика В.Л. Гинзбурга от себя и многих красноярцев-энтузиастов, болеющих за будущее страны.

Вношу два предложения:

ПЕРВОЕ. Я готов переработать свои монографии в учебные пособия для юношества и учителей вместе со всеми единомышленниками и тем самым участвовать **в создании истории творческой мысли** накопленной человечеством. Такая работа будет способствовать обучению творчеству и пониманию деятельности ученых, изобретателей и инженеров.

ВТОРОЕ. Хочу надеяться, что редакция газеты «Поиск» в соответствии со своим названием и предназначением откроет постоянную страницу, объединяющую усилия творческой общественности в реализации Стратегической Образовательной Инициативы.

ЗАГАДКИ ТВОРЧЕСТВА

1. ВСЕ УЧЕНЫЕ ТВОРЯТ ПО - РАЗНОМУ. НО ЕСТЬ ЛИ ЧТО-ЛИБО ОБЩЕЕ В ИХ ЛАБОРАТОРИЯХ ТВОРЧЕСТВА?

Великий Пушкин А.С. писал о том, что следовать за мыслью великого человека - наука самая занимательная. Поэт, которому подчинялась муза прекрасного, отдавал дань красоте и величию человеческой мысли.

В.И. Ленин указывал на необходимость написания и изучения истории человеческой мысли. Многие философы и ученые восторгаются истинной научной красотой, силой человеческого гения, способной раскрыть неизведанное. Красивому решению задачи (проблемы), найденной прелестной форме решения (действию, игре) отдается предпочтение как высшему проявлению деятельности человека, как выражению совершенства.

В человеке природой от рождения заложено стремление постичь непознанное (вспомните детей «почемучек») и создать прекрасное.

Но как ни велик достигнутый человечеством прогресс развития, тайны творчества, и особенно развития творческой мысли, еще не раскрыты. Все ученые творят по-своему, часть - не ведая механизма творчества.

Можно восторгаться многообразием форм и проявлений научного творческого процесса ряда ученых, их открытиями, но очень важно понять, что есть общего в этом разнообразии. Здесь под общим понимается то, что можно принять за основополагающее, за принципы творчества.

Речь идет не об интуитивном (неосознанном), а о сознательном (рациональном) творческом поиске решений.

Данная статья имеет целью показать, что основополагающим принципом в рациональном творческом процессе является системный подход, диалектическое развитие системы на материалистической основе. Также делается попытка определить место и связь сознательного с интуитивным вкладом в этот процесс.

Проследим сначала высказывания ряда ученых.

Альберт Эйнштейн писал:

«Как прекрасно почувствовать единство целого комплекса явлений, которые при непосредственном восприятии казались разрозненными!».

Этими словами убедительно выражена результативность системного взаимосвязанного целостного подхода. Замечательно установлены связи между такими явлениями, как пространство и время, материя и энергия, электричество и магнетизм, механическая энергия и теплота, между различными формами превращения энергии, законами их сохранения, единством природы, алмаза и графита и многими другими.

Леонард Эйлер, как и Михаил Ломоносов, считал, что все явления в своей основе едины и взаимосвязаны. Майклу Фарадею подобная точка зрения помогла сделать свои открытия. Андре Мари Ампер писал: «Нам, пожинающим плоды трудов гениев, не разделяя их славы, следует, я полагаю, особенно стараться свести к минимуму число принципов, объясняющих все физические явления». Такая позиция разделялась далеко не всеми их современниками.

Восхищают идеи вариационных принципов, объединивших на энергетической основе все статические, геометрические и физические проявления механики и их связь между собой и внешней средой. Эти свойства оказали такое сильное влияние на современников, что вариационные принципы пытались обожествить и распространить на все мироздание (Мопертюн).

Высказывания А. Эйнштейна, Л. Эйлера, М. Ломоносова, Ампера и других как нельзя лучше выражают диалектическую идею Гегеля о всеобщей связи явлений и принцип Шеллинга о единстве и борьбе противоположностей. Отличие состоит в том, что эти авторы относили эти понятия к идее (духу), а ученые-исследователи - к материи (диалектическому материализму).

Недопустимость отрыва специальных исследований от общего можно уследить в словах Ньютона (1716 г.):

«Тот, кто копается в глубоких шахтах знания, должен, как и всякий землекоп, время от времени подниматься на поверхность подышать чистым воздухом».

Всеобщая взаимосвязь явлений имеет не односторонний однонаправленный характер, а при определенных условиях создает открытый процесс превращений. Если из А в природе рождает Б, то возможно, что Б рождает А ($A \leftrightarrow B$). Приведенные выше высказывания великих ученых, которые можно дополнить еще многими другими, убедительно свидетельствуют о том, что эти ученые фактически использовали (по современной терминологии) системный подход, практическую диалектику, рассматривали проблему системно, опираясь на известные законы развития систем и открывая новые.

ПРИМЕЧАНИЕ

В связи с такими историческими корнями системного подхода автор считает необходимым обратить внимание общественности на те негативные последствия использования нынешних Государственных стандартов образования, в которых отсутствуют темы диалектики и развития, не говоря уже о системном подходе и законах развития антропогенного мира. Рачительные деятели в «центре» вместе с марксизмом-ленинизмом выбросили и диалектику, а ряд благовоспитанных педагогов «на местах» следует этим стандартам. Негативные последствия такого «образования» приносят уже печальные плоды. Это прежде всего отрыв от творческого наследия выдающихся ученых Эйнштейна, Менделеева и многих других.

Уместно будет напомнить здесь и слова Альберта Эйнштейна: *«В сущности почти чудо, что современные методы обучения еще не совсем душили святую любознательность, ибо это нежное растение требует наряду с поощрением, прежде всего свободы, - без нее оно неизбежно погибает. Большая ошибка думать, что чувство долга и принуждение могут способствовать находить радость в том, чтобы смотреть и искать» [3].*

Это в полной мере можно отнести к ущербу, принесённому действующими Государственными стандартами, которые выражают административные требования (читай: произвол в науке и образовании).

2. СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД - ПРАКТИЧЕСКАЯ ДИАЛЕКТИКА ТВОРЧЕСТВА

«Системный подход в связи с законами развития и функционирования систем и разнообразными методами принятия решений» позволяет, по мнению автора, раскрыть механизм процесса рационального творчества [4].

Удивительный факт поразил меня после знакомства с многими книгами, посвященными творчеству: в них нет ясного определения понятия "творчество". Парадокс! Читатели не могут однозначно понять авторов различных книг... Уместно вспомнить тезис Вольтера: "Прежде чем говорить, договоримся о терминах".

Приведем некоторые определения и высказывания:

- знаменитые (всемирно известные исследователи творчества, такие как Дж. Айял, (книга «Эврика»), Роджер ван Оих (книга «Психологические отмычки»), Эдуард де Боно (книга «Латеральное мышление») и многие другие, не давая определения творчеству, связывают его с особым процессом мышления для решения проблем с помощью 10 сверхмощных эвристических приемов, путем раскрытия множества психологических замков, латерального мышления и др.

"В творчестве мы привыкли видеть загадочное сочетание таланта и чего-то неуловимого" (Эдуард де Боно);

- "творчество - это деятельность, порождающая нечто качественно-новое и отличающееся неповторимостью, оригинальностью и общественно-исторической уникальностью (энциклопедический словарь);

- "творческий вечер (концерт или выставка)" - в газетах под этим часто понимают выступления артистов и других деятелей культуры;

"творческое мышление" - под этим психологи, по-моему, подразумевают какой-то нестандартный (нешаблонный) процесс мышления;

- иногда употребляют слова "научное творчество" (туманно! может ли быть наука без творчества?!);

- деятельность изобретателя редко называют творчеством;

- лекторское мастерство, искусство оратора практически не связывают с творчеством;

- инженерная (техническая) деятельность вообще не определена как творчество, хотя первоначальный смысл слова "техника" означает "искусство, мастерство";

- "Творчество - это способность создавать, изобретать, внедрять" (определение, данное крупным банковским работником-практиком).

По-видимому, все авторы по-своему правы, подразумевая под творчеством наиболее интересующую их сторону (часть). Все эти определения и представления о творчестве указывают на конечный результат творчества (достижение чего-то нового), но не раскрывают существо и процесс творчества: что это такое, из чего состоит, решается ли здесь какая-то проблема, подчиняется ли она каким-то закономерностям, зависит ли от внешних условий и т. п.

Системного, достаточно полного, целостного определения творчества автору обнаружить не удалось. Возможно, что к такому обобщающему единству в этом сложнейшем явлении жизни человека и не надо стремиться, если изначально условно подразделить творчество на такие два вида:

- первый - **чувственное, эмоциональное творчество и интуитивное творчество**, происходящие как-то спонтанно (по наитию), бессознательно (без участия сознания и разума);

- второй - **рациональное творчество**, основанное, главным образом, на мышлении, сознании.

Естественно, что такое деление условно и что между этими видами нет перегородок, что возможны комбинации и взаимопроникновение. Но такое

деление позволяет допустить приемлемость многих существующих определений творчества для первого вида и недостаточность их для второго.

Далее речь пойдет о рациональном творчестве, которое, по мнению автора, имеет место в научной, изобретательской, инженерной, педагогической, военной и другой поисковой деятельности.

Предлагается следующее определение:

Рациональное творчество - это активный целеустремленный созидательный многоцикловый процесс поиска и достижения нового эффективного (результата) решения определенной проблемы, базирующийся на концепции (взаимоувязанной триаде):

- системный (функционально-структурный) подход;**
- законы развития и функционирования систем;**
- многообразные методы принятия решений.**

В этом определении выделено главное назначение (цель), состоящее в **новом решении определенной проблемы**, указаны функциональные элементы, составляющие суть творческого процесса и раскрывающие многообразие его структурных форм реализации. Без всего этого определение неполноценно и не обладает действенностью. Действительно, без указания результата (решения проблемы) понятие творчества остается беспредметным творчеством ради творчества или достижения неведомого результата. А значит, проблема должна быть определена как расхождение (противоречие) между желаемым и действительным состоянием системы. Именно системы, с привлечением системного подхода, позволяющего наиболее полно, целю, всесторонне сделать анализ и выявить главные противоречия. Данную систему следует рассматривать в развитии на основе объективных законов ее функционирования и совершенствования, в том числе с учетом преемственности в удовлетворении старых и новых условий существования. Выбор достаточной системы, выделение ее из внешней среды с учетом ограничений и связей является важнейшим творческим моментом, ибо здесь гипотетически закладывается автором (творцом) возможность решения данной

проблемы на новом уровне с помощью некоторых управляемых автором средств. Сразу редко удается выбрать наиболее удачную систему, и поэтому этот процесс становится многоцикловым, спиралеобразным, оставаясь целенаправленным, активным. Все здесь сначала решается на функциональном уровне (в функциональных модулях), т. е. функции (содержанию) отдается предпочтение перед структурными формами. При этом сохраняется на последующих этапах возможность творческого выбора эффективной структуры из большого разнообразия структурных форм, способных реализовать желаемую функцию. Иными словами, таким путем создаются благоприятные возможности для творческого поиска наиболее эффективной структурной формы, лучшим образом соответствующей содержанию (функции).

На этом этапе могут успешно использоваться известные многообразные методы и алгоритмы принятия решений. В литературе описаны многие их десятки, но все они имеют одну функциональную сущность **анализ ситуации (системы) - выявление противоречий системы - преодоление противоречий - оценка (осмысление) принятого решения.**

Заметим, что в ряде случаев последнему этапу принятия решения (оценке результата) часто не уделяется должного внимания. Ведь известно, что решение одной проблемы неизбежно порождает другие. Без осмысления и предвидения последствий нельзя эффективно оценить принимаемое творческое решение.

Конечно, существуют творческие решения, в которых результат достигнут при неполном использовании упомянутой триады творчества, но автор уверен, что отсутствующая часть была выполнена как-то интуитивно.

Предложенная формулировка творчества обладает полнотой и имеет активную сознательную действенную направленность, которая позволила использовать ее не только в научной и практической деятельности автора, но и в учебном образовательном процессе для студентов, естественно, с развитым методическим обеспечением и конкретизацией [Абовский Н.П. "Творчество: системный подход - законы развития - принятие решений" (второе издание, М. "Синтег " 1998, первое издание - Стройиздат, Красноярский отдел, 1992)].

Предложенный подход фактически не только содержит определение творчеству, но и вариант практического алгоритма творчества. Пользуясь им, автор и его коллеги получили, например, следующие новые приоритетные результаты:

- созданы новые пространственные конструкции, синтезирующие лучшие свойства известных и удовлетворяющие региональным условиям Сибири;
- обоснован новый современный этап развития строительных и других конструкций в виде автоматически управляемых систем как некоторой разновидности интеллектуальных систем с применением компьютерных, аналоговых и механических модулей;

особое перспективное место принадлежит здесь использованию нейроподобных обучаемых модулей для управления и создания;

- искусственных нейроподобных систем и технологических процессов, возможности обучения на примерах (примеры учат не меньше, чем теоремы);
- построены некоторые системообразующие курсы лекций и активные методы обучения и др.

В чем состоит отличие предлагаемого понимания творчества от известных в литературе? Каждая из составляющих концепции творчества (системной триады) известна, но каждая из них преподносится, как правило, изолированно, вне связи с другими, как самостоятельные творческие процессы, т. е. они не составляют единой цельной концепции творчества.

Действительно, есть ряд книг по системному подходу, но в них не рассматриваются законы развития и функционирования систем, методы принятия решений и часто даже безотносительно к процессу творчества.

В других книгах изучаются законы развития технических систем (антропогенного мира), не связывая их с системным подходом и методами принятия решений.

Есть пособия по системотехнике, но в них обходят молчанием существование объективных законов развития технических систем, их сущности. В многочисленных книгах предлагаются разнообразные методы

принятия решений, но опять-таки без связи с системным подходом, теряя при этом многое в постановке задачи, во взаимосвязи и целостности проблемы и ряде других вопросов. Есть справочное пособие по конструированию, в отдельных частях которого есть понятия каждого из составляющих предложенной триады творчества, но нет единой взаимосвязанной методологии.

К сожалению, нет ни одного вузовского учебника системного типа обучающего творчеству. В настоящее время, по мнению автора, назрела потребность в научном обобщении творчества как процесса и осуществимая реальная возможность такого обобщения как практической методологии. Ею достаточно просто можно овладеть в два этапа. На первом этапе ознакомиться с философско-методологической сущностью данной концепции творчества, а на другом - осмыслить ее применительно к своей конкретной специальности ("пропустить через свое дело").

2.1. Практические рекомендации пользователям данной триады творчества:

- Исходя из выявления и определения потребности сформулировать проблему, затем подбирать и создавать соответствующую систему на основе функционально-структурного подхода.
- Искать и находить взаимосвязь явлений и частей в данной системе.
- Вскрыть противоречия в функционировании и развитии систем.
- Для преодоления данных противоречий находить и использовать условия их единства (может быть компромисса) противоречий. (Помня о борьбе противоположностей не забывая об их единстве).
- При выборе (поиске) системы, охватывающей проблемную ситуацию, отдавать предпочтение сначала функциональному уровню (т. е. сначала определять функциональный состав - целостность системы), а затем выделить многообразие ее структурных форм, обеспечивающих возможность ее оптимизации (или по меньшей мере перебор вариантов).

- При выборе системы целесообразно заранее определить возможные переменные параметры, управление которыми позволит достичь желаемого решения; какие из неизменяемых параметров можно перевести в разряд переменных (управляемых)?
- Переходить от изолированных друг от друга антропогенных элементов и внешней среды к системам САУ, к развитию интеллектуальных систем. Создание САУ - пример активной реализации творческого системного подхода. Перерастание отдельных явлений и частей в САУ - закономерность развития систем.
- Определить источник энергии, необходимый для функционирования (управления) системы, который может быть определен как изъятие части энергии внешнего воздействия на систему или возможного перераспределения внутренней энергии системы между ее элементами.

2.2. Алгоритм рационального творческого процесса

На рис. 1 представлен алгоритм творческого процесса.

Приведенный алгоритм творчества является, конечно, лишь общей принципиальной схемой и не раскрывает индивидуальных особенностей мышления гениев, хотя все элементы данного алгоритма, по-моему, должны присутствовать (т. е. наполнение этого алгоритма - индивидуальное, по способностям). Поэтому понятны слова одного хорошего физика: «Если бы я мог объяснить механизм мышления Эйнштейна и Бора, то я, наверное, смог бы сделать подобное тому, что сделали они» [2].

Замечательны слова Бора, сказанные им в память об Эйнштейне: «...В каждом новом шаге физики, который, казалось бы, однозначно следовал из предыдущего, он отыскивал противоречия и эти противоречия становились импульсом, толкающим физику вперед. На каждом новом этапе Эйнштейн бросал вызов науке, и не будь этих вызовов, развитие квантовой физики надолго бы затянулось...». Как хорошо это мнение согласуется с системным подходом Эйнштейна (читай его цитату о взаимосвязи и единстве явлений) и

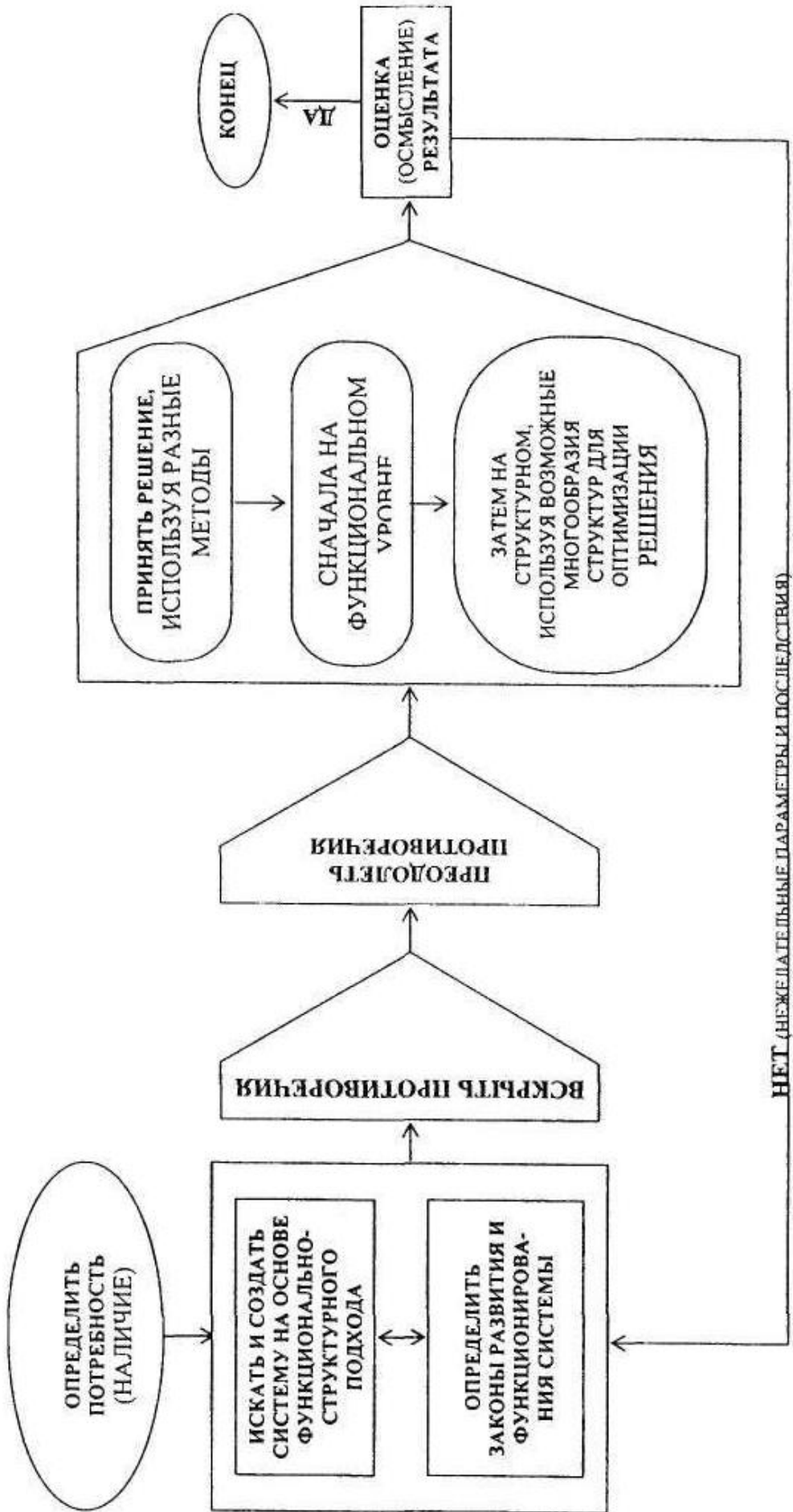


Рис. 1. Алгоритм творческого процесса

его неумным движением вперед через выявление и преодолением противоречий (как об этом сказал Бор).

Можно ли планировать фундаментальные открытия, прорывы в науке (творческий процесс)? Можно было бы не задавать такой смешной (наивный) вопрос, если бы некоторые чиновники, включая и Б.Н.Ельцина, не пытались администрировать - управлять наукой [4], приравнивая научную работу к строго планируемому промышленному производству.

Капица писал: "Сам Ньютон, например, не мог бы по заданному плану открыть закон тяготения. ...Очевидно, что нельзя запланировать момент, когда ученый увидит падающее яблоко и как это на него подействует.

Сколько Наркомфин считал бы допустимым отпустить средств Исааку Ньютону под его работу, приведшую к открытию всемирного тяготения?"

3. ВЗАИМОСВЯЗЬ СОЗНАТЕЛЬНОГО И ИНТУИТИВНОГО В ТВОРЧЕСТВЕ (КАК СОЕДИНЯЮТСЯ ЛОГИКА И ИНТУИЦИЯ В ТВОРЧЕСТВЕ)

Часто при описании открытий ученые используют слова «нашел, построил, угадал, вычислил и др», за которыми скрывается путь и механизм творчества.

Тайну творчества не только трудно раскрыть другим, но и самому автору открытия она не вполне (не до конца) понятна. Фиксируются моменты озарения (вдохновения, «внутреннего чутья», интуиции) как завершающий этап, как правило, длительного многолетнего упорного поиска. Нам преподносятся уже готовые плоды творчества, его результат, а «муки» творчества остаются в тени.

«Эйнштейн понял, что электрические сигналы не могут распространяться быстрее света. Он догадался, что это общий принцип, ... что это общее свойство природы, в том числе гравитации» (говорил Фейнман).

«Дирак открыл правильные законы релятивистской механики, просто угадав уравнение. Угадывание уравнения, по-видимому, очень хороший способ открывать новые законы».

«Ньютон гениально угадал закон всемирного тяготения».

«Вопросы связи электричества и магнетизма занимали Ампера еще за двадцать лет до того дня, когда его посетило озарение» [1].

Озарение наступает может быть внезапно, но ему предшествует большой подготовительный период труда и пота, многих попыток.

Известный физик Фейнман определяет последовательность действий после озарения в виде триады: "Догадка - вычисление последствий - сравнение с результатами экспериментов".

Лучшим самоутверждением теории служит не только объяснение известных явлений, но и предсказание новых, которые в дальнейшем обнаруживают экспериментально.

Замечательные слова Сент Экзюпери о сочетании столь противоположных начал как логика и интуиция:

"Теоретик верит в логику. Он убежден, что пренебрегает Мечтой, Интуицией и Поэзией. Он не замечает того, что эти три феи нарядились в маскарадные костюмы, чтобы соблазнить его как пятнадцатилетнего влюбленного. Он не видит, что им он обязан своими лучшими открытиями. Они явились к нему в облике "рабочей гипотезы", "произвольных условий", "аналгии".

Как мог он, теоретик, подозревать, что прислушиваясь к ним он обманывает суровую логику и наслаждается пением муз!... Разумеется, я восхищаюсь Наукой. Но я восхищаюсь и Мудростью!"

С необходимостью соединять строгие научные методы с интуицией, например логику с искусством, приходится сталкиваться весьма часто, не дожидаясь момента озарения (но на этом важном моменте не акцентируют внимание). Например, это бывает при выборе перспективного научного направления (ученый «чувствует», опираясь на свой опыт, что этот путь лучше, хотя количественно не всегда может вначале это доказать). Другой пример, это

постановка задачи. Задача еще не решена, но мы хотим сформулировать ее («поставить»), чтобы она имела решение, причем эффективное. Какие, например, заложить переменные параметры в систему, чтобы управление его было эффективным? Какая выборка задач будет достаточной для обучения нейронной сети?

4. Вопросы анализа и синтеза в творчестве

При шаблонном (традиционном) обучении в школах и институтах учат решать уже сформулированные задачи (часто "натаскивают" на определенные типы задач) и не уделяют внимания умению поставить новую задачу (это, конечно, труднее). Вторая часть отдается на откуп самому учащемуся, насколько могут позволить его способности.

Часто даже анализ постановки задачи не входит в программу обучения. Существующие различные "задачники" по разным дисциплинам, грешат этой ограниченностью.

В связи с этим заметим, что предложенный в [4] новый тип учебных заданий предусматривает органично последовательную связь между решением задачи и совершенствованием ее постановки, соединяет этапы анализа и синтеза как две стороны проблемы, обеспечивает многоцикловый творческий процесс. Студент получает в качестве учебного задания готовую работу, выполненную, например, его предшественниками. Его задача проверить решение, *сделать анализ постановки и решения* (выяснить, что плохо и что хорошо), и далее внести предложения по возможному совершенствованию (что можно улучшить, если изменить постановку задачи). *Эти данные являются исходными для новой задачи - синтеза, который составляет вторую часть учебного задания.* Ведь решение поставленной задачи - это некоторый анализ, целью которого является преобразование исходной информации в желаемую. Это лишь одна сторона процесса, часто формализованная. Другая сторона - синтез, как правило, неформализованная и опирается на опыт, догадку, интуицию. При синтезе надо, например, решать какую информацию и в каком объеме надо собрать, какие параметры выбрать за управляемые переменные и

т. д., чтобы можно было добиться желаемого решения еще нерешенной проблемы (чтобы решение существовало).

Если модели анализа можно обучить по определенным правилам, то обучение правилам синтеза, как правило, неопределенно. Но без этого невозможен творческий процесс, *так как в творчестве сочетаются формализованные (сознательные) и интуитивные (подсознательные) начала.* В системном подходе умение выбрать ту или иную систему для решения проблемы является искусством (неформализованной частью), в то время как другие этапы ближе к науке, но и в них часто имеет место эвристика ("ага" - метод).

Литература

1. Ливанова А.М.-Ландау, М.: Знание, 1983 г.,240 с.
2. Карцев В., Приключения великих уравнений. Жизнь замечательных идей, М.: Знание, 1971, 319 с.
3. Космодемьянский А.А., Жуковский Н.Е. М.: Просвещение, 1969 г.
4. Абовский Н.П. «Творчество: системный подход - законы развития - принятие решений», «Синтег», 1998 г.

УЧИТЬ ТВОРЧЕСТВУ

Удивительный факт поразил меня после знакомства со многими книгами, посвященными творчеству: в них нет ясного определения понятия "творчество". Парадокс! Читатели не могут однозначно понять авторов различных книг... Уместно вспомнить тезис Вольтера: "Прежде чем говорить, договоримся о терминах".

«В творчестве мы привыкли видеть загадочное сочетание таланта и чего-то неуловимого" (Эдуард де Боно);

«Творчество — это деятельность, порождающая нечто качественно-новое и отличающаяся неповторимостью, оригинальностью и общественно-исторической уникальностью» (энциклопедический словарь).

Системного, достаточно полного, целостного определения творчества автору обнаружить не удалось (даже в учебниках по педагогике).

К сожалению, нет ни одного вузовского учебника системного типа, обучающего творчеству. В настоящее время, по мнению автора, назрела потребность в научном обобщении творчества как процесса. Осуществима реальная возможность такого обобщения как практической методологии.

Возможно, что к такому обобщающему единству в этом сложнейшем явлении жизни человека и не надо стремиться, если изначально условно подразделить творчество на такие два вида:

первый — **чувственное, эмоциональное творчество и интуитивное творчество**, происходящие как-то спонтанно (по наитию), бессознательно (без участия сознания и разума);

- второй - **рациональное творчество**, основанное, главным образом, на мышлении, сознании.

Естественно, что такое деление условно, между этими видами нет перегородок, и что возможны комбинации и взаимопроникновение. Но такое деление позволяет допустить приемлемость многих существующих определений творчества для первого вида и недостаточность их для второго.

Далее речь пойдет о рациональном творчестве, которое, по мнению автора, имеет место в научной, изобретательской, инженерной, педагогической, военной и другой поисковой деятельности.

Предлагается следующее определение:

Рациональное творчество - это активный, целеустремленный созидательный многоцикловый процесс поиска и достижения нового эффективного (результата) решения определенной проблемы базирующийся на концепции (взаимоувязанной триаде):

- **системный (функционально-структурный) подход,**
- **законы развития и функционирования систем,**
- **многообразные методы принятия решений.**

Предложенная формулировка творчества обладает полнотой и имеет активную сознательную действенную направленность, которая позволила использовать ее не только в научной и практической деятельности автора, но и в учебном образовательном процессе для студентов, естественно, с развитым методическим обеспечением и конкретизацией [Абовский Н.П. *"Творчество: системный подход — законы развития - принятие решений"* (второе издание, М.: "Синтег", 1998, первое издание - Красноярск, Стройиздат, 1992)]. Схема алгоритма творческого процесса представлена на рис. 1. (см. статью «Загадки творчества»).

Предложенный **новый тип учебных заданий** предусматривает органично последовательную связь между решением задачи и совершенствованием ее постановки, соединяет этапы **анализа и синтеза как две стороны проблемы, обеспечивает многоцикловый творческий**

процесс. Студент получает в качестве учебного задания готовую работу, выполненную, например, его предшественниками. Его задача - проверить решение, сделать анализ постановки и решения (выяснить, что плохо и что хорошо), и далее внести предложения по возможному совершенствованию (что можно улучшить, если изменить постановку задачи). Эти данные являются исходными для новой задачи - синтеза, который составляет вторую часть учебного задания. Решение поставленной задачи - это некоторый анализ, целью которого является преобразование исходной информации в желаемую. Это лишь одна сторона процесса, часто формализованная. Другая сторона - синтез, как правило, неформализованная и опирается на опыт, догадку, интуицию. При синтезе надо, например, решать, какую информацию и в каком объеме надо собрать, какие параметры выбрать за управляемые переменные и г. д., чтобы можно было добиться желаемого решения еще нерешенной проблемы (чтобы решение существовало).

Если анализу можно обучить по определенным правилам, то обучение правилам синтеза, как правило, неопределенно. Но без этого невозможен творческий процесс, так как в творчестве сочетаются формализованные (сознательные) и интуитивные (подсознательные) начала. В системном подходе умение выбрать ту или иную систему для решения проблемы является искусством (неформализованной частью), в то время как другие этапы ближе к науке, но и в них часто имеет место эвристика ("ага"-метод). В качестве инструмента исследования необходимо владеть современными информационными технологиями для задач оптимизации, прогнозирования и управления, в частности, нейросетевыми методами.

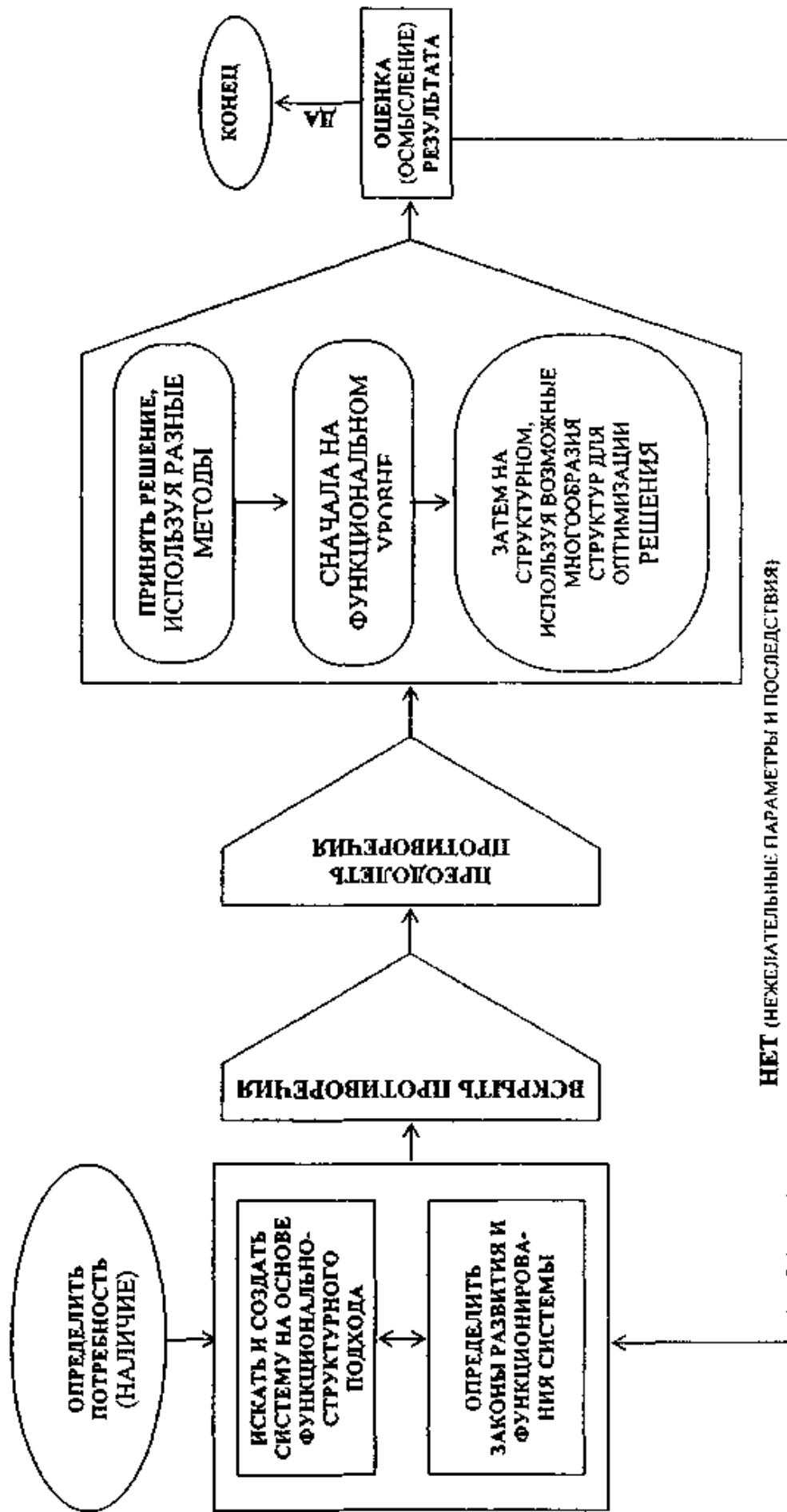


Рис.1. Алгоритм творческого процесса

ЧТО ТАКОЕ ИНЖЕНЕРНОЕ ТВОРЧЕСТВО

В литературе творчество определяют как некую таинственную деятельность, порождающую нечто качественно новое, загадочное сочетание таланта и нечто неуловимого.

Предлагается конструктивное действенное определение инженерного (рационального; творчества как активного целеустремленного созидательного многоциклового процесса поиска и достижения нового эффективного решения определенной проблемы, которые базируются на следующей концепции (взаимоувязанной триаде):

- **системный** (функционально-структурный; подход,-
- **законы развития и функционирования систем;**
- **многообразные методы принятия решений**

Суть проблемы — в расхождении (противоречии; между желаемым и действительным состоянием развития и функционирования системы. Выбор достаточной (удачной; системы — это многошаговый спиралеобразный процесс, учитывающий объективные законы развития и функционирования систем, в том числе преемственность старых функций.

Системное функционирование осмысления проблемы (предпочтение функции перед структурой; создает возможности выбора эффективной структуры из многообразия структурных форм, способных реализовать желаемую функцию. На этом этапе могут успешно использоваться известные различные методы и алгоритмы **принятия решений**, имеющие следующую общую **функциональную** алгоритмическую сущность:

— анализ **ситуации (системы; — выявление противоречий системы — преодоление противоречий — оценка (осмысление; принятого решения.**

Без осмысления и предвидения последствий нельзя оценить эффективность принимаемого решения. Использование предложенного определения творчества позволило автору и его ученикам получить ряд новых приоритетных результатов, в частности, в области создания новых пространственных конструкций и обучаемых управляемых систем интеллектуального типа с использованием нейронных сетей и без них.

Отличие предлагаемого понимания творчества от известных в литературе состоит в единой взаимоувязанной цельной концепции, состоящей из всех частей триады, каждая из которых известна.

1. Абовский Н.П., «Творчество: системный подход - законы развития - принятие решений» (второе издание), М., 1998, издательство «Синтег»

ИЗ ПИСЬМА К ИЗДАТЕЛЮ

Основная посылка моей книги «Сюрпризы творчества *то-учить творчеству*». И это продвижение идет в жизни через борьбу с различными чиновниками, в том числе и из Министерства, с усеченными и приземленными государственными стандартами на образование, с некоторыми авторами, которые запрещают, или не дают возможности или **безосновательно утверждают, что учить творчеству, изобретательству нельзя**, или присваивают себе право избранных на этом пути (типа некоторых социологов или психолога Милорадовой). С этими проявлениями действительно приходится в жизни бороться, разоблачать их позиции, ибо они лишают людей естественного стремления к творчеству, (если Вам не нравится термин «разоблачение», то предложите как редактор другое). Логика и лексика научной дискуссии должна быть четкой и бесконтрольной.

Иное дело, когда некоторые авторы несистемно (а значит и неэффективно) стремятся обучать. Здесь я стремился просто указать на это, исправить некоторые ошибки.

Думаю, что мне удалось показать и доказать в диалогах с Вавиловым, Станиславским, Гессеном и др., что учить творчеству можно и должно, ибо так удовлетворяется естественное, природой заложенное стремление растущего человека.

К сожалению, в жизни есть много покалеченных некоторым школьным и вузовским образованием людей, которым забили головы зубрежкой, стандартностью и т.п. Это несчастные люди (которых лишили творческого счастья, которые часто это даже не осознают). В студенческой среде мне удастся лишь некоторых вернуть, в частности, - научить азам изобретательства и системного подхода

Обучать творчеству нельзя, если не раскрыть его сущность, присущее творчеству закономерности, если ограничиться только его каким-то пассивным описанием и не вооружать обучаемого активными приемами. Мой творческий многолетний опыт показал, что такие эффективные активные подходы к творчеству раскрываются в моей «излюбленной», как Вы пишете, триаде: «системный подход - законах развития - методах принятия решений».

Мощным подтверждением этому явились факты того, что творческая деятельность известных мыслителей и деятелей содержит (в явной и неявной формах) основные составляющие данной триады. Обнаружение этого явилось для меня большой поддержкой и удовлетворением проделанного труда. Так как история и философия творческой деятельности еще не написана (в том числе и анализ деятельности многих с позиций системности, а также моей триады), а общественная потребность в этом весьма велика, то я в меру своих сил стараюсь продолжить эту работу и, главное, привлечь к участию многих. Замечу, что это нобелевские лауреаты Алферов и Гинзбург также озабочены творческими проблемами. Первый открыл для творческой молодежи уникальный университет при РАН, а второй создает книги по истории изобретений и открытий для молодежи. Вы, как издатель, можете внести свой вклад в этот процесс. Издателю при этом не обязательно полностью разделять позицию автора.

Повторяю, что мои книги «Творчество» и «Сюрпризы творчества» не имеют аналогов, содержат целостный системный анализ многоплановой проблемы творчества и активные приемы обучения творчеству, подтвержденные результатами моей более чем полувековой творческой деятельности. Целостность содержания этих книг и их результативность подтверждают читатели.

С уважением,
Ваш Абовский Н.П.

КЛАССИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Можно ли ограничивать образование инженеров только классическими подходами и умениями?

Для развития прикладных математических навыков при подборе упражнений необходимо внимание надо, в частности, уделить:

- навыкам целеустремленного составления и анализа математических моделей реальных задач и развитию соответствующей на доступном студентам материале;
- навыкам отбора данных, нужных для решения задачи, прикидке их необходимой точности;
- выбору заранее не заданного метода исследования;
- задачам, требующим для своего решения предварительного вывода аналитических зависимостей;
- задачам, требующим для своего решения знаний из различных разделов курса;
- доведению решения задач до практически приемлемого результата, навыкам оценки объема вычислительной работы;
- изучению зависимости решения от параметров, входящих в задачу, или от вариантов ее постановки;
- прикидкам, оценкам порядков величин, асимптотическим оценкам;
- применению справочников и таблиц;
- действиям с размерными величинами;
- методам контроля правильности решения.

И.И. Блехман, А.Д. Мышкис, Я.Г. Пановко

Таковы классические рекомендации для обучения прикладников-инженеров. Но далеко не вся реальная область инженерной деятельности охватывается задачами, поддающимися формализации. Но этому инженеров не учат!

ТВОРЧЕСТВО И КОМПЬЮТЕРЫ.

КОМПЬЮТЕРНАЯ ПОДДЕРЖКА

ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Виртуальный диалог с главным научным сотрудником института проблем управления РАН, д. т. н., профессором, членом Нью-Йоркской академии наук Трахтенгерцем Эдуардом Анатольевичем.

Проблемы взаимодействия человека и компьютера в творческом процессе. Как распределяются функции между человеком и компьютером?

- Это равные партнеры?*
- Слияние человека с машиной?*
- Компьютер - это инструмент в руках человека?*

Автор: Эдуард Анатольевич, Вы известный специалист в области системного программирования, автор книг «Компьютерная поддержка принятия решений» (М., 1999), «Субъективность в компьютерной поддержке управленческих решений» (М, 2001). и других.

Приведу краткие аннотации содержания Ваших интересных книг.

«В первой книге освещается методика поддержки принятия решений, позволяющая лицу, принимающему решение, сочетать собственные субъективные предпочтения с компьютерным анализом ситуации в процессе выработки решений.

Рассматриваются методы поддержки принятия решений, позволяющие облегчить методологические трудности и снизить психологический барьер эксперта или руководителя при общении с вычислительной машиной в процессе принятия решений.

Эти методы дают возможность генерировать большое число возможных вариантов решений, ранжировать сгенерированные варианты решений, использовать формализованные процедуры согласования при принятии коллективных решений, прогнозировать последствия принимаемых решений, выбирать лучший вариант, приводящий к решению проблемы.

Сделана попытка наряду с математической формулировкой задач и их решением дать неформальные, содержательные разъяснения предлагаемых методов, которые проиллюстрированы многочисленными примерами».

«Во второй книге сделана попытка показать, как можно «научить» компьютерные системы поддержки принятия решений учитывать субъективные интересы руководителей и сделать их «личными друзьями» менеджеров, осуществляя настройку системы на их персональные предпочтения.

В ней рассматриваются: связь субъективных оценок и индивидуальности руководителя; влияние субъективных оценок и предпочтений руководителя на результаты компьютерного анализа ситуации, генерацию вариантов решений и окончательный выбор управленческого решения (сценария действия); методы, позволяющие принять субъективные оценки руководителя в качестве исходных данных формального анализа для выработки решения, учитывающего интересы руководителя.

Сделана попытка наряду с математической формулировкой предлагаемых методов учета субъективных интересов руководителей дать неформальное, содержательное их разъяснение».

Автор: Задача поддержки принятия решения, как и сама проблема принятия решения, начинается не с поиска принятия решения, а значительно раньше: с возникновения потребности и образования самой проблемы, т. е. с зарождения проблемы, ее обоснованности и постановки. Пренебрежение или не учет этого важного системообразующего фактора ведет к ущербности принятия решений. К сожалению, ряд авторов, занимающихся вопросами принятия решений, грешат таким подходом. А ведь анализ истоков (корней) зарождения проблемы, рассмотрение альтернатив и обоснований (включая вопрос о том, надо ли решать данную проблему) как определенная стратегия во многом влияет на тактику принятия решений. В этом состоит важнейший фактор системного подхода в творчестве.

Вы в своей книге открыто не используете системный подход? Почему?

Э.А.Т. Книга посвящена компьютерной поддержке принятия решений, достаточно объемной и сложной. Рассмотрение системного подхода к принятию решений сильно расширило бы мою задачу.

Автор: Но без этого читателя вводят в некоторое заблуждение. Ведь известно много примеров, когда решение находится не в той системе, в которой пытаются (часто безуспешно) найти решение. И компьютер здесь не поможет. Ибо он способен только на шаблонные логические операции. Вспомните, например, известные книги Эдварда де Боно. Например, проблема выбора системы, в которой может быть рациональное решение, как и сбор и анализ достаточности исходной информации - эти и другие факторы, влияющие на выбор и достоверность искомого решения, не подвластны компьютеру. Без указания на все эти ограничения постановка проблемы принятия решений, включая и инструментальную компьютерную поддержку, ущербна.

Э.А.Т. В моей схеме генерации решений в начале предусматривается получение «исходных данных» и составление «когнитивной карты», используемой для «Экспертной системы» и разработки возможных «сценариев» (последовательности операций). Когнитивная карта предназначена для выявления структуры причинных связей между элементами системы, в этом проявляется системность подхода.

Автор: Да, это элемент системного подхода, но относящийся к определенной уже выбранной системе, в которой ищется решение, но без анализа и обоснования ее выбора. В этом разрыв, пробел, потеря связей с надсистемой, возможно содержащей другие функциональные пути.

Предложенная мною схема творческого процесса приведена на рисунке в главе 1 части I книги «Сюрпризы творчества» и содержит следующие этапы и цикличность процесса:

1. выявление потребности;
2. формулировку возникшей проблемы;
3. выбор системы, с которой эта проблема может быть решена;

4. функционально-структурный системный подход, опирающийся на закономерности развития данной системы;
5. выявление основного противоречия функционирования системы;
6. преодоление противоречия;
7. решение на функциональном уровне, которому соответствует многообразие структурных вариантов;
8. принятие решений (в том числе с компьютерной поддержкой) путем перебора структурных вариантов с учетом всех ограничений и критериев;
9. оценка принятого решения и возможных последствий;
10. если оценки неудовлетворительны, то цикл алгоритма повторяется, но на основе уже другой выбранной системы.

Как следует из этого алгоритма, компьютерная поддержка имеет место лишь на восьмом этапе! А где же связь с другими этапами?

Таким образом, напрашиваются следующие выводы:

1. Нельзя рассматривать часть (здесь - принятие решений) без связи с целой проблемой. Принятие решений - завершающий акт творческого процесса познания. Разумно ли рассматривать принятие решений, включая вопрос компьютерной поддержки, вне связи с системным алгоритмом рационального творчества (см. гл. 1 часть I книги «Сюрпризы творчества»). Не приводит ли это к искажению роли компьютера и ошибочной оценке последствий принимаемого решения?

2. Потеряна цикличность процесса принятия решений. Выбор модели и методы принятия решений из разнообразного набора не спасают положение и не заменяют необходимость системного подхода с учетом закономерностей развития системы.

Автор: В Вашей книге использован способ компьютерной поддержки для принятия решений, связанный с обязательной формализацией задачи, включая экспертные оценки, субъективные факторы. Так?

- Э.А.Т. Верно.
- Автор:** Но ведь есть много не поддающихся формализации проблем, определяемых простым набором примеров (обучающей выборкой), который используется, например, в нейросетевой технологии, в том числе для принятия решений.
- Э.А.Т. Я указываю на нейросетевую технологию, но, возможно, недостаточно, так как эта технология находится еще в развитии. В частности, привожу пример выбора американского президента, выполненной А.Н. Горбанем по нейросетевой программе.
- Автор:** Я согласен с Вашей оценкой развития прикладной нейроинформатики, но считаю, что у нейросетевых технологий есть большие перспективы, в частности, по нейропрогнозированию, по нейроуправлению и оптимизации. Подтверждающие примеры содержатся, например, в работах [*]. Но здесь уместно указать на несистемность применения нейросетевых подходов в работах ряда авторов, в частности на отсутствие анализа и связи нейросетевых решений с обучающей выборкой, со сбором и зависимостью их от исходной и полноценной информации (отсюда возникает неоправданная абсолютизация полученных нейросетевых решений, т. е. ошибочная оценка. Я придаю большое значение построению **пошагового нейросетевого процесса с доучиванием на основе получаемой дополнительной информации.** Это важные черты интеллектуализации процесса познания. **Модель в процессе познания эволюционирует, совершенствуется, доучивается на основе поступающей информации.** В Ваших же книгах, как и в книгах других авторов, модель остается неизменной на всем периоде

*см. журнал «Нейроинформатика», № 9, 2002 г.

процесса принятия решения. Это существенный недостаток.

Э.А.Т. В заключении своей первой книги я указываю, что «неожиданные, принципиальные, новые, новаторские решения ...вычислительная машина порождать пока не в состоянии...», что вычислительной машине доступны «решения, основанные на типовых сценариях, на аналогиях, на основе комбинаций известных частных решений».

Автор: С такими указаниями можно было бы согласиться, но здесь скрывается «ловушка» для пользователя компьютерами, слепо верящего в их могущество: ведь нередко задача, кажущаяся типовой, получает эффективное решение при нетрадиционном нешаблонном новаторском подходе! Избежать этого можно, если использовать описанный выше системный подход!

Видно и у Вас, автора книги, остаются какие-то сомнения в эффективности компьютерной поддержки, иначе чем объяснить выбранный Вами эпиграф знаменитого Т. Саати, который Вы приводите к своему «заключению»: «Исследование операций представляет собой искусство давать плохие ответы на практические вопросы, на которые даются еще худшие ответы другими методами».

Этот остроумный афоризм Т. Саати, по-моему, верен лишь тогда, когда исследование операций (метод принятия решений) рассматривают как некоторую независимую проблему вне связи (в отрыве) с указанным выше системным подходом, являющимся головной частью для заключительного этапа - принятия решений даже с компьютерной поддержкой!

Автор: В итоге нашей виртуальной беседы хочу отметить, что в Ваших весьма интересных книгах, насыщенных материалами и примерами, есть много оригинального и интересного. Но их построение, конечно, отражает Ваше субъективное видение проблемы. Вы, как и многие другие авторы, традиционно

рассматриваете проблему принятия решений в отрыве от общей проблемы - творчества. С этим недостатком я не могу согласиться - это первое.

Второе.

Безусловно, субъективность (человеческий фактор) играет важную роль в постановке и оценке принятия решений. Но цель - приспособить субъективность к возможностям компьютерной поддержки или, наоборот, компьютерную поддержку к субъективности - может подталкивать субъекты к ложной психологической оценке непогрешимости компьютерного решения вопреки объективности из-за отсутствия связи с творческим системным подходом, к потере возможности новых нетрадиционных решений.

Искусство творческих решений, применения практической диалектики, реализуемой в системном подходе, никогда не заменит даже самый совершенный компьютер, который всегда будет только мощным инструментом в руках человека - его создателя.

АБОВСКИЙ Н.П.

ТЕЗИСЫ ВЫСТУПЛЕНИЯ В ДИСКУССИОННОЙ ГРУППЕ
«ТЕХНОЛОГИЯ ЛИДЕРСТВА»
ПРОДЮСЕРСКОЙ КОМПАНИИ «ПАРК-R»

«Парадоксы государственного управления инженерным образованием.

Взаимодействие с бизнесом»

- Отбор абитуриентов происходит, как правило, не по тем параметрам (критериям, знаниям, измерениям), которые востребованы специальностью и бизнесом (на выходе), т. е. отбирают не тех. Первые отборы студентов в физтех проводили Ландау и другие академики не по стандартным шаблонным экзаменам, а на основе индивидуального подхода (собеседования).
- Школьное образование забито «зубрежкой» и обалванивающими тестами.
- Вузовские учебные программы подготовки инженеров «задавлены» гуманитарным «заполнителем». Количество часов на специальные курсы уменьшено в несколько раз по сравнению с советскими временами.
- Требования к специалисту по ГОС (в том числе умение вести исследования) не обеспечены реализацией по выделенным ГОС программам (по часам и практикам), т. е. ГОС ориентированы на подготовку инженеров-«среднячков». «Умению творчески решать проблемы не учат». НИРС не входит в учебную программу.
- Государственная реформа образования не предусматривает переподготовку преподавателей, которые уже более 15 лет не повышали своего научно-образовательного уровня. «За такую низкую зарплату учиться самим и хорошо учить студентов нельзя!»
- Качество защищаемых научных диссертаций (кандидатских и докторских) резко снижено.
- Государство (и бизнес) не поддерживают практически вузовскую науку, внедрение инноваций (в том числе НИОКР) не востребовано.

ВЫВОДАВТОРА:

Учить всех одинаково нельзя и не нужно плодить «серых» инженеров и специалистов. Нужен отбор и подготовка **элитных** специалистов, заказанных и востребованных бизнесом. Остальным давать средне-специальное образование (бесплатное) с возможностью дальнейшего непрерывного повышения **квалификации** (на платной основе при поддержке бизнеса).

ПРИЛОЖЕНИЯ

• *Аннотации книг:*

- Творчество: системный подход, законы развития, принятие решений
- Творчество в строительстве: системный подход, законы развития, принятие решений
- Сюрпризы творчества. Диалоги и монологи о творчестве, его природе и принципах обучения творчеству
- Современные аспекты активного обучения. Строительная механика. Теория упругости, управление конструкциями
- Регулирование. Синтез. Оптимизация. Избранные задачи по строительной механике и теории упругости
- Управляемые конструкции
- Сталежелезобетонные конструкции (панели и здания)
- Нейроуправляемые конструкции и системы
- Строительство в северных нефтегазоносных районах Красноярского края
- Большепролетные здания и сооружения из унифицированных сталежелезобетонных элементов
- Активное формообразование архитектурно-строительных конструкций зданий и сооружений из унифицированных строительных элементов для строительства в особых фунтовых условиях и сейсмических районах
- Пространственные сборные сплошные фундаментные платформы для строительства в особых фунтовых условиях и сейсмичности.
- Эффективная технология оперативного усиления и восстановления аварийных строительных объектов и разработка многосвязных зданий повышенной живучести на основе мобильных унифицированных элементов

• *Список патентов:*

- **Учебный класс управляемых моделей конструкций**
- **Управление конструкциями**
- **Строительные элементы**
- **Нейросетевое управление**
- **Строительство в нефтегазоносных районах**

УДК 69.001.89
ББК 38у

Абовский Н.П.

Творчество: системный подход, законы развития, принятие решений.
Серия «Информатизация России на пороге XXI века».-М.: СИНТЕГ, 1998, 312с.

В книге системно отражены проблемы культуры мышления, интеллектуального инженерного творчества, конструирования, изобретательской деятельности, проектирования, современные аспекты развития техники, в том числе управления конструкциями, применение нейросетей и др. Автор постарался ответить на нетрадиционные вопросы: «Как учиться?», «Как учить?», «Как изобретать?», «Как победить в споре?», «Как думать?».

Описывается творческая «кухня» видных ученых и деятелей, разнообразные методы принятия решений, традиционной логики, инверсионного и нешаблонного решения, эвристики, мозгового штурма, синектики, контрольных вопросов, стратегии Пейджа, Акоффа, Альтшуллера и многое другое.

Занимательные рисунки, парадоксы, исторические курьезы и побасенки иллюстрируют книгу.

Автор- академик Международной Академии наук Высшей школы, Заслуженный деятель науки и техники России, доктор технических наук, профессор **Н.П. Абовский** использовал в книге свой почти полувековой опыт научного и инженерного творчества.

Книга предназначена творческим научным и инженерным работникам, аспирантам, студентам при изучении курсов «Инженерное творчество», «Принятие решений», «Изобретательство», «Функционально-стоимостный анализ», «Системный подход».

Издание второе и дополненное.

ISBN 5-89638-009-7

© **Абовский Н.П., автор, 1998**

© **Гуревич В.Л., серия, 1998**

© **ООО «НПО СИНТЕГ»,**

оформление и оригинал-макет, 1998

ЛРН[№] 065323 от 04.08.97г.

УДК 374.14
ББК 4 4 8
А15

ББК 39У

А68

УДК 69: 001.89 Рецензент - И.Я. Шпигельбурд
Рецензент- В.А. Зальцман

Абовский Н.П.

А-68

Творчество в строительстве: системный подход, законы развития, принятие решений.-Красноярск: Стройиздат, Краен. Отд., 1992, 290 с, илл.

ISBN 5-274-01368-8

В книге изложены основы системного подхода к организации научной, инженерной и учебной деятельности в строительстве, современные представления о законах развития техники, новое в методологии принятия решения. Подчеркнуто значение творчества специалистов в выработке и применении на практике системного подхода. Сформулированы закономерности пространственного конструирования, в числе которых выделены роль и влияние факторов социального и регионального характера.

ISBN 5-274-01368-8

ББК 39У

А68

© Абовский Н.П., 1992

© Греков Н.И.,

художественное оформление, 1992 г.

Абовский Н.П. Сюрпризы творчества. Диалоги и монологи о творчестве, его природе и принципах обучения творчеству /Научное издание - Красноярск, КрасГАСА,- 2004, 3 с.

Размышления и дискуссии направлены на активную задачу -учить творчеству, **на** разработку проблем творческого обучения в педагогике и психологии высшей школы, на раскрытие сущности и принципов творческого мышления.

Раскрывается авторская трактовка творчества через триаду: системный подход - законы развития - принятие решений. Этому способствуют виртуальные диалоги с выдающимися мыслителями, авторами ряда книг, учеными, инженерами, деятелями культуры, чиновниками.

Разоблачаются ошибочные позиции противников и некоторые несистемные подходы к проблеме творчества.

Предназначена студентам, аспирантам, преподавателям, инженерам и другим специалистам, - всем, кто стремится к нестандартной творческой деятельности.

ISBN

УДК 378.14

ББК 448

© Абовский Н.П., автор, 1998

© КрасГАСА, 2004 г.

**Абовский Н.П., Енджиевский Л.В., Савченков В.И., Деруга А.П.
Марчук Н.И., Стерехова Г.А., Палагушкин В.И. П76
ISBN 5-89628-104-8**

**Абовский Н.П., Енджиевский Л.В., Савченков В.И., Деруга А.П.
Марчук Н.И., Стерехова Г.А., Палагушкин В.И. СОВРЕМЕННЫЕ
АСПЕКТЫ АКТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ. Строительная механика. Теория
упругости, управление конструкциями. Учебное пособие; под ред.
Профессора Абовского Н.П. /КрасГАСА, 2003, 284 с.**

Рассмотрены вопросы для повторения классических разделов строительной механики: взаимосвязь строительной механики со смежными дисциплинами; современные аспекты обучения; новые типы учебных заданий, а также проведен уникальный лабораторный практикум. Пособие ориентировано на развитие активного творческого освоения строительной механики с учетом тенденций ее развития, включая нейросетевые технологии, проблемы нейрооптимизации, нейропрогнозирование и др. Представленные материалы отражают 40-летний опыт обучения на кафедре строительной механики и управления конструкциями КрасГАСА.

Предназначено студентам старших курсов строительных специальностей, прошедших первоначальный курс обучения строительной механике, аспирантам и инженерам для вузовской переподготовки.

УДК 624.041.5
ББК 22.251: 38.112: 32.965
ISBN 5-89628-104-8

© КрасГАСА, 2003 г.
© Н.П. Абовский, Л.В. Енджиевский,
В.И. Савченков, А.П. Деруга,
Н.И. Марчук, Г.А. Стерехова,
В.И. Палагушкин, 2003 г.

ББК38.112

Р32

УДК [624.04+539.3] 075.8)

Рецензенты — кафедра строительной механики Московского инженерно-строительного института им. В.В. Куйбышева; зав. кафедрой д-р техн. наук, проф. Н.Н. Леонтьев; д-р техн. наук, проф. П.А. Лукаш.

Редактор - Д.Ф. Палькова

Регулирование. Синтез. Оптимизация. Избранные задачи по строительной механике и теории упругости: Учебное пособие для вузов / Н.П. Абовский, Л.В. Енджиевский, В.И. Савченков, А.П. Деруга, И.И. Гетц; Под ред. Н.П. Абовского.- 3 издание, перераб. И дополн.- М.:Стройиздат, 1993. 456 с.

ISBN 5-274-01415-1

3-е издание направлено на активизацию изучения и решения задач статики, динамики и устойчивости стержневых и континуальных систем на основе регулирования, синтеза и оптимизации. Заложены основы создания управляемых конструкций. Представлен оригинальный физический практикум на базе созданного учебного класса. Издание 2-е вышло в 1985 г. в издательстве Красноярского государственного университета.

Для студентов строительных вузов.

р 3302000000 -236

047 (01)-93

ISBN 5-274-01415-1

ББК38.112

**© Издательство Красноярского
университета, 1985
© Абовский Н.П., Енджиевский Л.В.,
Савченков В.И., Деруга А.П., Гетц И.И.,
1993, с изменениями**

УДК -[539.3;68.51] (075.8)

ББК

A15

Абовский Н.П.

**Управляемые конструкции: Учебное пособие /КрасГАСА
Красноярск, 1998.-433с.**

В книге, являющейся первой монографией - учебным пособием междисциплинарного типа, - разработаны основы теории и принципы создания систем автоматического управления напряженно-деформированным состоянием конструкций (САУ НДС), системный подход к ним, рассмотрены системы с цифровым, аналоговым и механическим управлением, функциональные и структурные схемы, ряд технических устройств управления ЭВМ, с нейросетями и без них, предложены эффективные, отличающиеся приоритетом и новизной, оригинальные способы и устройства, в частности, применительно к зданиям, мостам, башням, антеннам, кранам, станкам выявлены предпосылки и проведен поиск эффективных приложений САУ НДС, создан учебный класс моделей управляемых конструкций для обучения инженеров-конструкторов.

Идеи управления НДС конструкций проникают все шире в различные области техники. Недавно создана международная ассоциация по управляемым конструкциям - IASC. Но официальные учебные планы еще не включают эту современную перспективную тематику. Необходимо уже сегодня вкладывать в умы современных студентов передовые идеи и способы создания управляемых конструкций.

Предназначена для студентов и преподавателей, ученых и инженеров-конструкторов в различных областях техники.

Лицензия ЛР № 020468 от 07.03.97

ISBN 5-89628-007-6

© Н.П. Абовский, 1998 г.

УДК 624.074: [624.012.4+624.014.2]
ББК 38.53

С.Н.Абовская

A15 ISBN 5-89628-058-0

**Абовская С.Н. Сталежелезобетонные конструкции (панели):
Учебное пособие для строительных вузов; под ред. Проф. В.Д. Надеяева.-
Красноярск: КрасГАСА, 2001-460**

Работа посвящена новому междисциплинарному направлению развития конструкций - сталежелезобетонным конструкциям (панелям и зданиям), представляющим синтез традиционных железобетонных и металлических конструкций.

Сформулированы основные принципы создания конструкций и системный алгоритм, раскрывающий творческую лабораторию конструктора.

На основе последовательной многоцикловой практической оптимизации, учитывающей региональные условия строительства в Сибири, созданы системы второго поколения: предварительно-напряженные панели, блоки панелей, составные конструкции, монолитные и другие варианты. Предложен новый тип большепролетных полносборных зданий из однотипных сталежелезобетонных элементов.

По результатам теоретических и натурных исследований опытных образцов создана проектная серия пространственных сборных сталежелезобетонных панелей «на пролет», которая использована с большим эффектом в ряде проектов промышленных и гражданских зданий. Приводятся результаты успешных натурных заводских испытаний. Показана эффективность построенного объекта, а также ряда альтернативных проектов.

Для студентов строительных специальностей, аспирантов и инженерно-технических работников проектных организаций.

УДК 624.074: [624.012.4+624.014.2]

ББК 38.53

ISBN 5-89628-058-0

© С.Н. Абовская

© КрасГАСА, 2001 г.

УДК 621
Н45
ББК 32.818

Научная серия
Нейрокомпьютеры и их применение
Редактор А.И.Галушкин
Кн. 13. Нейроуправляемые конструкции и системы
Под редакцией
Докт. Техн. наук, проф. Н.П.Абовского

Рецензенты
докт. техн. наук, проф. В.В. Корнеев
докт. техн. наук, проф. А.Н. Назаров

Авторы:
Н.П. Абовский, А.П. Деруга, О.М. Максимова, П.А. Светашков

Н45 Нейроуправляемые конструкции и системы / ред. Абовского Н.П. Кн. 13: Учебное пособие для вузов. – М: Радиотехника, 2003. – 368 с.:ил. (Научная серия «Нейрокомпьютеры и их применение», редактор А.И. Галушкин).

ISBN 5-93108-056-2

Представлена нейросетевая технология, разработанная применительно к задачам нейроуправления, нейрооптимизации и нейропрогнозирования; сформулированы принципы создания нейроуправляемых конструкций, имеющих существенные отличия от традиционных адаптивных САУ, и развивающихся как перспективное междисциплинарное направление (в качестве одного из эффективных применений нейросетевого управления и представлена система светофорного управления, включая способ, устройство и программное обеспечение); реализован новый подход к решению проблем оптимизации на основе гибридных нейросетевых программ, соединяющих лучшие качества традиционного программирования и нейросетевой аппроксимации.

Для студентов по направлению подготовки бакалавров и магистров «Прикладная математика и информатика», «Информатика и вычислительная техника», а также для научных работников, аспирантов и студентов, занимающихся разработкой и применением сверхпроизводительной и надежной вычислительной техники.

УДК 69.03; 534.074;624.139

ББК 38.7

A15

Рецензенты: И.С. Инжутов, доктор технических наук, профессор, проректор по НР КрасГАСА; Л.В. Енджиевский, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой СК, КрасГАСА

Абовский Н.П. Строительство в северных нефтегазоносных районах **Красноярского края**/ научное издание /КрасГАСА.-Красноярск, 2005,228 с. ISBN 5-8.9628-140-4

A15

Представлен комплекс запатентованных новых конструктивных разработок, который полностью охватывает весь набор строительных объектов для освоения нефтегазоносных районов Сибири в сложных грунтовых условиях и сейсмичности.

Технология их осуществления позволяет максимально сохранить естественные природные условия и соблюсти требования экологичности при высокой эффективности и индустриальности строительных работ и сроках их выполнения.

Комплекс включает пространственные фундаментные платформы под различные здания, вахтовые поселки, резервуарные и насосные станции; железобетонные и сталежелезобетонные резервуары, объединенные с фундаментными платформами; надземные регулируемые опоры под магистральные трубопроводы, отличающиеся мобильностью, индустриальностью, удобствами монтажа и эксплуатации; замкнутые здания нового типа повышенной сейсмичности и живучести; универсальные строительные элементы, из которых конструируются разнообразные сооружения (подпорные стенки, мостовые переходы, мачты, водоводы, опоры, фундаменты, здания и др.).

Строительство по данной технологии практически не требует производства земляных работ и использования тяжелой техники и будет способствовать эффективному ускоренному экологическому освоению богатств Сибири.

Работа поддержана грантом РФФИ и ККФН «Енисей» № 05-01-97701 2005 г.

ISBN 5-8.9628-140-4

УДК 69.03; 534.074; 624.139

ББК 38.7

©Абовский Н.П., 2005 г.

©КрасГАСА, 2005 г.

УДК 624. 074: [624.012.4+624.014.2]

ББК 38.5

A15

Рецензенты:

Енджиевский Л.В., член-кор. РААСН, д.т.н., проф., зав. каф. Строительные конструкции КрасГАСА

Шугаев В.В., д.т.н. проф., лауреат Государственной премии СССР, зав. лабораторией тонкостенных конструкций ГУП НИИЖБ

Абовская С.Н., Сергуничева Е.М., Куликов М.Е.

A15 ISBN 5-89628-83-1

Большепролетные здания и сооружения из унифицированных сталежелезобетонных элементов.-Красноярск:КрасГАСА 2002, 134 с.

Данная работа является развитием ранее созданных в КрасГАСА сборных пространственных покрытий из унифицированных сталежелезобетонных элементов как конструкций «на пролет» на полносборные здания и сооружения.

Предлагаются оригинальные конструкции полносборных зданий и сооружений различного назначения и разнообразной формы из унифицированных пространственных элементов. Изложены основные **принципы создания** полносборных зданий, используемых для поиска эффективных конструктивных решений. Показана эффективность применения полносборных зданий замкнутого типа для строительства в сейсмических районах на слабых, просадочных, пучинистых и вечномёрзлых грунтах. Предложенные конструктивные решения отличаются новизной и не имеют аналогов.

В качестве развития унифицированных элементов указано на возможности использования других композитных материалов не только из железобетона и стали.

С позиций системного подхода к проблемам проектирования, конструирования, изготовления, транспортировки, возведения и эксплуатации предложенные новые конструктивные решения представляют собой **новую технологию строительства, особенно эффективную в условиях Сибири.**

Пособие подготовлено при финансовой поддержке Красноярского краевого фонда науки, грант 10AF0183F и КрасноярскГражданпроекта.

УДК 624. 074:[624.012.4+624.014.2]

ББК 38.5

ISBN 5-89628-083-1

© С.Н. Абовская

Е.М. Сергуничева

М.Е. Куликов

© КрасГАСА, 2002 г.

УДК 624.01+624.07
ББК 38+38.5
А15

Рецензенты: кандидат архитектуры, профессор С.М.Герашенко, доктор архитектуры, профессор В.И.Крушлинский, профессор О.К. Ампилогов.

Абовский Н.П. Активное формообразование архитектурно-строительных конструкций зданий и сооружений из унифицированных строительных элементов для строительства в особых грунтовых условиях и сейсмических районах: научное издание /КрасГАСА, Красноярск, 2004, 241с.

Проблемы формообразования имеют междисциплинарный характер и выделяются в самостоятельную современную науку, обобщающую многогранные частные традиционные аспекты. Данная работа направлена на преодоление разобщенности традиционного развития и обучения проблеме формообразования в различных вузовских дисциплинах, распределенных по разным кафедрам.

Раскрывается необходимость и сущность активного формообразования как эволюции творческой деятельности выдающихся ученых.

Центральное внимание уделено формообразованию строительных объектов в особых грунтовых условиях и в сейсмических районах. Отмечается, что эта важная актуальная проблема не нашла должного развития по причинам ее сложности и неопределенности. Как альтернатива традиционным подходам приводятся сведения о разработанной авторами в КрасГАСА новой технологии строительства при сочетании в указанных условиях. В основе этой новой технологии предложенные унифицированные строительные элементы могут успешно использоваться для формообразования разнообразных зданий и сооружений. При этом монтаж конструкций может осуществляться методом последовательного наращивания (присоединения элементов), при котором не требуется кранов большой грузоподъемности. Эти же свойства позволяют создавать трансформируемые конструкции, состоящие из геометрически неизменяемых частей (подвижных стен, раздвижных покрытий и т. п.), подчиненные удобствам эксплуатации.

УДК 624.01+624.0
ББК 38+38.5

© Н.П.Абовский, 2004 г
© КрасГАСА, 2004 г.

УДК 624.15
ББК 38.654.1
A15

Рецензенты: к.т.н., профессор Ю.Н. Козаков; начальник технического отдела Красноярскгражданпроекта А.Г. Матыскин

Абовский Н. П. Пространственные сборные сплошные фундаментные платформы для строительства в особых грунтовых условиях сейсмичности/учебное пособие.-Красноярск, КрасГАСА, 2004, 202 с.

Проблема строительства на слабых, просадочных, пучинистых, вечномёрзлых грунтах и в сейсмических районах сложна из-за неопределенности внешних воздействий во времени, месте и величине. Научная разработка, рекомендуемая в качестве учебного пособия, содержит обзор традиционных методов строительства в особых грунтовых условиях и сейсмичности, а также новые нетрадиционные принципы и решения. Описано запатентованное изобретение - пространственная сборная сплошная фундаментная платформа и два варианта ее конструктивного решения — в сталежелезобетоне и железобетоне. Выполнено компьютерное исследование НДС платформ и сделано технико-экономическое обоснование использования данных платформ под многоэтажные здания. Предложенные запатентованные решения отличаются новизной и не имеют аналогов. Они отличаются тем, что указанные условия неопределенности внешних воздействий не имеют для них решающего значения, а также они обладают рядом новых преимуществ: снижение материалоемкости, практически отсутствие земляных работ, возможность строительства в любое время года, а главное - решают задачу строительства в особых грунтовых условиях и в сейсмических районах. Подтверждением этого является приведенное в приложении исследование НДС замкнутых зданий из унифицированных элементов на слабом фунтовом основании с учетом возможных неравномерных осадок.

УДК 524.15
ББК 38.654.1

© Н. П. Абовский
© КрасГАСА, 2004 г.

УДК 624.14
ББК 38.654
А 15

Рецензенты: член-корр. РААСН, д.т.н. профессор Л.В. Енджиевский, начальник технического отдела Красноярскгражданпроекта А.Г. Матыскин.

Абовский Н. П. Эффективная технология оперативного усиления восстановления аварийных строительных объектов и разработка многосвязных зданий повышенной живучести на основе мобильных унифицированных элементов./ научное издание. - Красноярск, КрасГАСА - 2004, 107 с.

Поставленная проблема отличается неопределенностью внешних воздействий по величине, месту и времени.

На основе системного подхода предложены фундаментальные принципы решения поставленной проблемы. Используется аварийный резерв из разработанных мобильных унифицированных пространственных композитных строительных элементов. Разработана эффективная технология восстановления строительных объектов и технологических мероприятий по снижению уровня возможных аварийных последствий, а также новый тип полносборных зданий и сооружений, включая фундаменты, которые позволяют усиливать и восстанавливать аварийные конструкции с помощью резерва из унифицированных строительных элементов и создавать новые конструкции из этих элементов. Предложенные полносборные здания и сооружения замкнутого типа обладают повышенной живучестью, эффективны для строительства на вечномёрзлых, слабых, пучинистых грунтах и в сейсмических зонах. Предложены замкнутые арочные и многоэтажные здания из унифицированных элементов, пригодные для строительства на слабом грунтовом основании с учетом неравномерных осадок. Предложен вариант инженерного обустройства подтапливаемых территорий.

УДК 524.14
ББК 38.654
©Н. П. Абовский
©КрасГАСА, 2004 г.

22.25
А 15
УДК 531

Н.П. Абовский
Н.П. Андреев
А.П. Деруга

Вариационные принципы теории упругости и теории оболочек

Под редакцией Н.П. Абовского

Главная редакция физико-математической литературы

1978

Абовский Н.П., Андреев Н.П., Деруга А.П. Вариационные принципы теории упругости и теории оболочек. - М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1978. 128 с.

В книге в справочной форме впервые приведены результаты систематического исследования вариационных принципов теории упругости и оболочек в соответствии с теорией преобразования вариационных проблем Куранта и Гильберта.

Наряду с систематизацией известных вариационных принципов, книга содержит новые результаты и обобщения. Получена система полных и частных функционалов, в том числе смешанных. Изучены свойства функционалов не только с позиций стационарности, но и экстремальности. Выявлены экстремальные и минимаксные свойства ряда известных и новых функционалов. Установлена вариационная форма статико-геометрической аналогии в теории оболочек. Результаты обобщены на ребристые, многосвязные, многослойные и другие конструктивно-анизотропные оболочки и применены для анализа и решения ряда сложных задач.

Книга рассчитана на научных работников, аспирантов, инженеров, студентов университетов и вузов, применяющих вариационные и вариационно-разностные методы расчета авиационных, судостроительных, строительных, гидротехнических, машиностроительных и других конструкций.

Табл. 30, илл. 44, библиограф. 80.

СПИСОК ПАТЕНТОВ КАФЕДРЫ

«Строительная механика и управление конструкциями»

№	Номер патента	Название
Учебный класс управляемых моделей конструкций		
1.	1720065	Учебная установка по сопротивлению материалов
2.	1730657	Учебная установка по строительной механике
3.	1795505	Учебный прибор по сопротивлению материалов
4.	2012063	Учебная установка для лабораторных работ
5.	2010345	Учебный прибор по сопротивлению материалов и строительной механике
6.	2041727	Игра-тренажер
7.	2053539	Устройство для регулирования механических напряжений в вантах
8.	2073839	Способ повышения несущей способности многопролетной неразрезной балки и устройство для его осуществления
19.	96118545	Учебный конструктор
Управление конструкциями		
1.	2041535	Способ предотвращения деформации зеркала
2.	2050755	Способ стабилизации диаграммы направленности антенны
3.	2068918	Способ управления строительными конструкциями
4.	2069029	Способ визуализации влияния способности многопролетной неразрезной балки и устройство для его осуществления
5.	2090486	Кран с системой автоматического управления
6.	2090693	Плотина
7.	2105853	Устройство автоматического управления деформированием высокой башни
8.	2105959	Контрольно-управляющее устройство для управления напряженно-деформированным состоянием неразрезной балки
9.	2120515	Устройство защиты моста от бокового ветра

Строительные элементы		
1.	2039176	Строительный элемент
2.	2067644	Ячейка покрытия
3.	2068918	Способ управления строительными конструкциями
4.	2087641	Панель покрытия
5.	2087944	Учебная модель здания
6.	20876622	Сейсмостойкое здание, сооружение
7.	2117117	Преднапряженная панель покрытия
8.	2191871	Устройство соединения листовых элементов между собой(варианты)
9.	46282	Устройство для реконструкции, надстройки старых зданий и устройство соединения этажей между собой
10.	46016	Дамба
Нейросетевое управление		
1.	2134453	Способ нейросетевого координированного управления транспортными потоками в районе регулирования
2.	2151424	Устройство управления светофорным объектом с ЭВМ с нейропрограммами
3.	2169946	Нейросетевой способ межрайонного координированного управления транспортными потоками
4.	2122188	Способ автоматического управления несущей способностью многопролетной неразрезной балки и устройство для его реализации
Строительство в нефтегазоносных районах		
1.	2206665	Пространственная фундаментная платформа
2.	38789	Сборная пространственная железобетонная платформа для строительства многоэтажных зданий в особых фунтовых условиях
3.	45410	Монолитная пространственная фундаментная платформа
4.	50553	Пространственная фундаментная платформа под агрегаты с динамической нагрузкой для строительства на слабых и вечномерзлых фунтах

5.	2004105570	Пространственная фундаментная платформа, объединенная с резервуаром, для строительства на слабых, вечномерзлых, пучинистых фунтах и в сейсмических зонах (варианты)
6.	2246657	Опора надземного трубопровода
7	41829	Регулируемая опора надземного трубопровода для строительства в сложных фунтовых условиях
8.	49251	Устройство слежения и управления напряженно-деформируемым состоянием надземных магистральных трубопроводов, проложенных в сложных фунтовых условиях
9.	44336	Композитный пространственный строительный элемент с дискретными связями для создания полносборных зданий и сооружений различного вида
10.	<i>Пол. модель 29738</i>	Полносборное здание из сталежелезобетонных элементов
11.	2205852	Полносборное здание или сооружение замкнутого типа, включая фундамент, для строительства на вечномерзлых, слабых, пучинистых фунтах и в сейсмических зонах
12.	2005133463	Устройство автоматического слежения напряженно-деформируемым состоянием надземных магистральных трубопроводов, проложенных в сложных фунтовых условиях и в сейсмических зонах с помощью оптических устройств
13.	2005137335	Вертикальный железобетонный сборный резервуар

ЧЕМУ УЧАТ И НЕ УЧАТ ИНЖЕНЕРОВ УЧИТЬ ТВОРЧЕСТВУ!

СИСТЕМА АКТИВНОГО ТВОРЧЕСКОГО
ОБУЧЕНИЯ ИНЖЕНЕРОВ

ОГЛАВЛЕНИЕ

Вступление	3
1. <i>Абовский Н.П., Енджиевский Л.В.</i> Чему учат и не учат инженеров. Поднять инженерное образование на уровень современных требований (<i>Журнал «Alma-Mater», Вестник Высшей школы, № 8, 2005 г.</i>)	
Литература	
2. Краткий очерк истории создания активного творческого образования инженеров в КрасГАСА <i>Абовский Н.П., Енджиевский Л.В., Деруга А.П., Савченков В.И., Марчук Н.И., Палагушкин В.И., Максимова О.М.</i>	10
3. Научно-образовательный комплекс «Управляемые конструкции» как система активного творческого инженерного образования	14
Вступление	14
Направление 1. Управлять конструкциями - активная задача творческого образования	19
Направление 2. Развитие и применение нейросетевых технологий в оптимизации, прогнозировании и управлении конструкциями и системами	27
Направление 3. Управление в условиях неопределенности внешних воздействий и недостаточно развитой теории	34
Направление 4. Активное формообразование конструкций - творческий процесс обучения. Новые композитные пространственные конструкции	39
Заключение	43
Список литературы	46
4. <i>Подлесный С.А., Абовский Н.П.</i> О принятии решений в условиях неопределенности. Учат ли этому в вузах	48
5. <i>Абовский Н.П.</i> Разработка фундаментальных основ строительной механики, теории сооружений и строительных материалов, плохо поддающихся традиционной формализации и моделированию. <i>Проект, который не поддержали РФФИ и Минобрнауки, т.к. он выходит за традиционное решение</i>	52
6. <i>Абовский Н.П.</i> О моделировании и принятии решений в условиях неопределенности (<i>статья, отвергнутая журналом РАН.</i>)	66
Дискуссия, отзывы, мнения	76
7. <i>Абовский Н.П.</i> Учить творчеству (<i>статья в газету «Поиск» в поддержку Стратегической программы образования Инициативы Нобелевского лауреата Гинзбурга В.Л.</i>)	81
8. <i>Абовский Н.П.</i> Загадки творчества	87
1. Все ученые творят по-разному	87
2. Системный подход - практическая диалектика творчества	90
2.1. Практические рекомендации пользователя	95
2.2. Алгоритм рационального творческого процесса	96

3. Взаимосвязь сознательного и интуитивного в творчестве (как соединяются логика и интуиция в творчестве)	98
4. Вопросы анализа и синтеза в творчестве	100
Литература	101
9. Абовский Н. П. Учить творчеству	102
10. Абовский Н.П. Что такое инженерное творчество	106
11. Абовский Н.П. Из письма к издателю	107
12. Классические рекомендации	109
13. Абовский Н.П. Творчество и компьютеры. Компьютерная поддержка принятия решений (виртуальный диалог)	110
14. Абовский Н.П. Тезисы выступления в дискуссионной группе «Технология лидерства» продюсерской компании «Парк-Р»	118
15. ПРИЛОЖЕНИЯ:	119
❖ Аннотация книг:	
• Творчество: системный подход-законы развития-принятие решений	120
• Творчество в строительстве: системный подход, законы развития. Принятие решений	121
• Сюрпризы творчества	122
• Современные аспекты обучения. Строительная механика. Теория упругости. Управление конструкциями	123
• Регулирование, синтез, оптимизация	124
• Управляемые конструкции	125
• Сталежелезобетонные конструкции (панели и здания)	126
• Нейроуправляемые конструкции и системы	
• Строительство в нефтегазоносных районах Красноярского края	128
• Большепролетные здания и сооружения из унифицированных сталежелезобетонных элементов	129
• Активное формообразование архитектурно-строительных конструкций зданий и сооружений из унифицированных строительных элементов для строительства в особых грунтовых условиях в сейсмических районах	130
• Пространственные сборные сплошные фундаментные платформы для строительства в особых грунтовых условиях и сейсмичности	131
• Эффективная технология оперативного усиления и восстановления аварийных строительных объектов и разработка многосвязных зданий повышенной живучести на основе мобильных унифицированных элементов	132
• Вариационные принципы теории упругости и теории оболочек	133
• Список патентов	134
• Учебный класс управляемых моделей конструкций	134
• Управление конструкциями	135
• Строительные элементы	135
• Нейросетевое управление	135
• Строительство в нефтегазоносных районах	136

Наум Петрович Абовский

Научное издание

**Чему учат и не учат инженеров.
Учить творчеству!**

Подписано в печать 3.04.2006.

Формат 60x84/16

Бумага офсетная. Печать офсетная

Усл. печ. л. 8,5.

Уч.изд. л. 8,5.

Тираж 100 экз.

Заказ № 12

Красноярская государственная архитектурно-строительная академия

660041, г. Красноярск, пр. Свободный 89

Отпечатано на ризографе КрасГАСА

660041, г. Красноярск, пр. Свободный 89

НЕТРАДИЦИОННЫЙ ПОДХОД

нейроинформатика
обучение на примерах
явные закономерности

ТРАДИЦИОННЫЙ ПОДХОД

закономерности известны
формализация
моделирование

ИНЖЕНЕРИЯ

НАУКА ОТСТАЁТ

закономерности не выявлены
решения на качественном уровне:
преодолеть неопределённости,
создавая конструкции,
наблюдательные к негативным воздействиям

активное формирование
управление конструкциями

ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Научно-техническая
библиотека КрасГАСА



A00008012B