

К 50 летию строительного образования в Красноярском крае

# ЧЕМУ УЧАТ И НЕ УЧАТ ИНЖЕНЕРОВ



## **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



# ТРАДИЦИОННЫЙ ПОДХОД

закономерности известны  
формализация  
моделирование

# ИСКУССТВО

активное формирование  
управление конструкциями

## ИНЖЕНЕРИЯ

# НЕТРАДИЦИОННЫЙ ПОДХОД

нейроинформатика  
обучение на примерах  
неявные закономерности

# НАУКА ОТСТАЁТ

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



**АБОВСКИЙ Н.П.**

# **ЧЕМУ УЧАТ И НЕ УЧАТ ИНЖЕНЕРОВ**

## **УЧИТЬ ТВОРЧЕСТВУ!**

- **СИСТЕМА АКТИВНОГО ТВОРЧЕСКОГО ОБУЧЕНИЯ ИНЖЕНЕРОВ**
- **ПРОБЛЕМЫ И ПАРАДОКСЫ**



# 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.

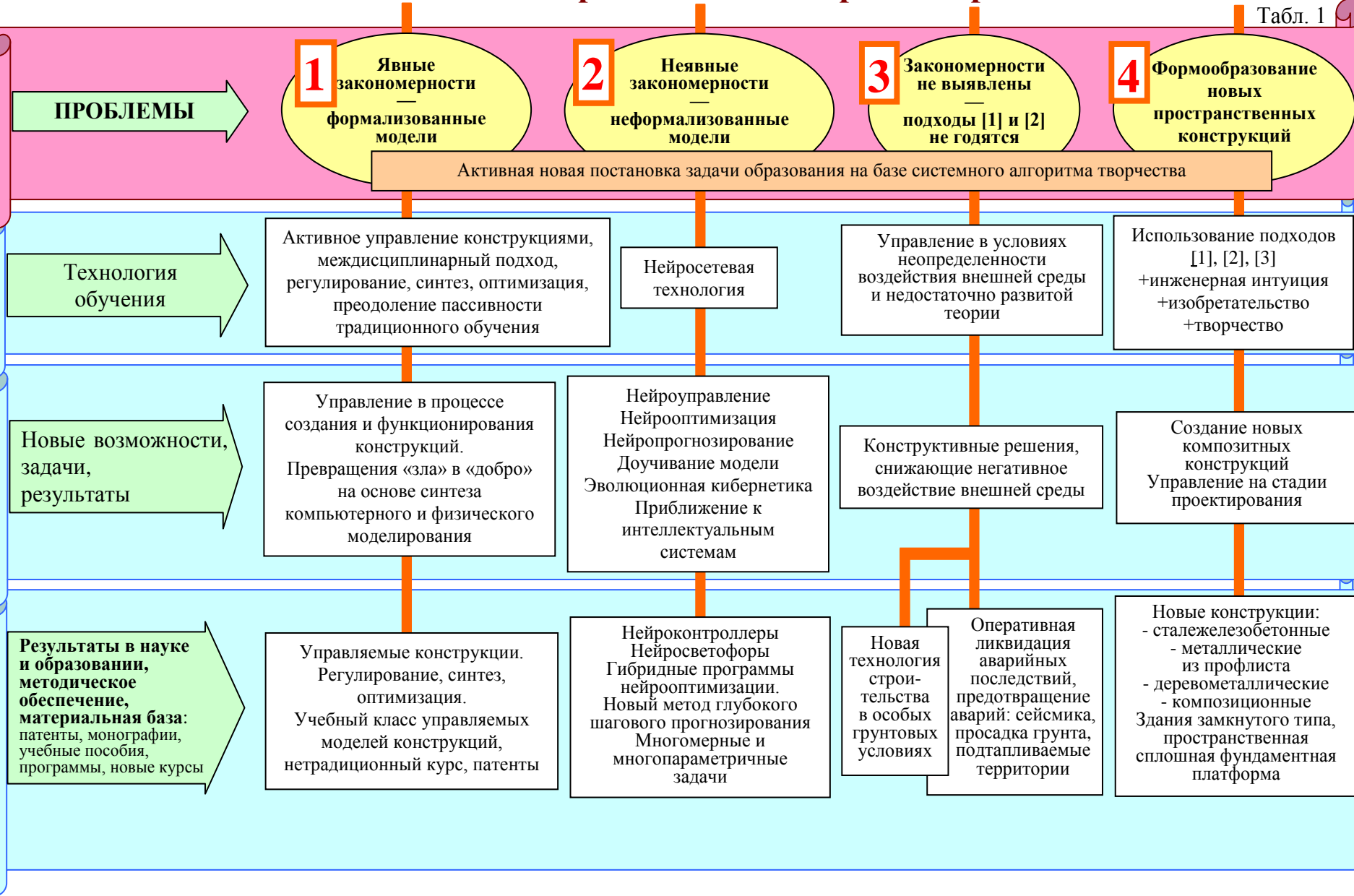
Председатель Красноярского регионального  
отделения СО АН ВШ,  
академик

Подлесный С.А.



# Система активного творческого инженерного образования

Табл. 1



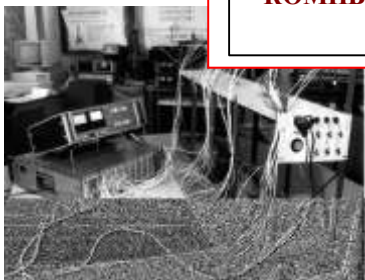
# УПРАВЛЕНИЕ КОНСТРУКЦИЯМИ

## САУ-НДС

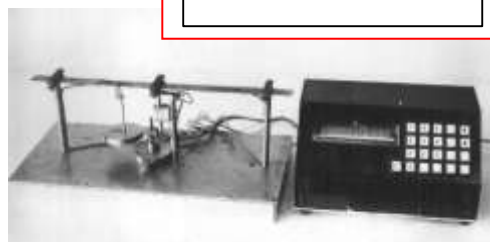
**ТРАДИЦИОННЫЕ  
КОНСТРУКЦИИ:**

**НЕ ИМЕЮТ  
ОБРАТНОЙ  
СВЯЗИ**

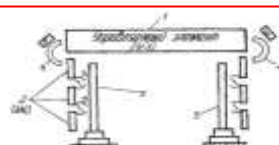
**УПРАВЛЕНИЕ  
с помощью  
КОМПЬЮТЕРОВ**



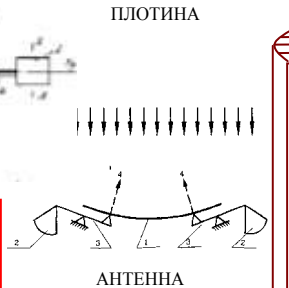
**УПРАВЛЕНИЕ  
с помощью  
НЕЙРОСЕТЕЙ**



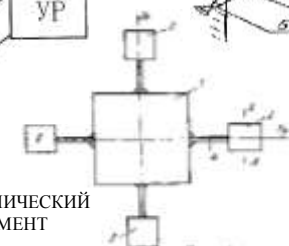
**УПРАВЛЕНИЕ  
с помощью  
МЕХАНИЧЕСКИХ  
УСТРОЙСТВ**



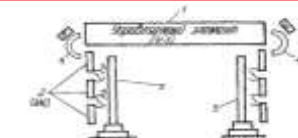
**УПРАВЛЕНИЕ  
с помощью  
АНАЛОГОВЫХ  
УСТРОЙСТВ**



АНТИСЕЙСМИЧЕСКИЙ  
ФУНДАМЕНТ



ЗДАНИЕ



Абовский Н.П.  
**Управляемые  
конструкции**

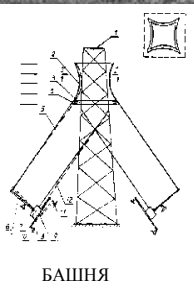
Красноярск  
КрасГАСА  
1998

Палагушкин В.А.  
**Активное  
управление  
строительными  
конструкциями  
при  
статистических  
и вибрационных  
воздействиях**

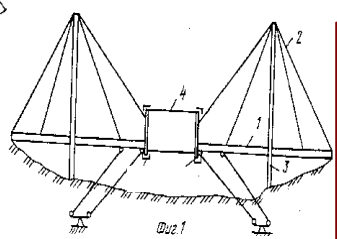
Красноярск, 2002

Абовский Н.П.  
Енджиевский Л.В.  
**Регулирование  
Синтез  
Оптимизация**

Стройиздат  
1993



БАШНЯ



МОСТ

Абовский Н.П.  
**Современные  
аспекты  
активного  
обучения**

Красноярск  
2003

**Патенты РФ:**

- № 1720065, №1730657, №1795505, №2012063,
- №2010345, №2039176, №2041535, №2041727,
- №2050755, №2053539, №2067644, №2068918,
- №2069029, №2073839, №2087641, №2087944,
- №2087622, №2090486, №2090693, №2105853,
- №2105959, №2117117, №2120515, №2122188,
- №2134453, №96118545, №2151424 №2169946

Абовский Н.П.  
**Нейро-  
управляемые  
конструкции  
и системы**

ИПРЖ  
2002

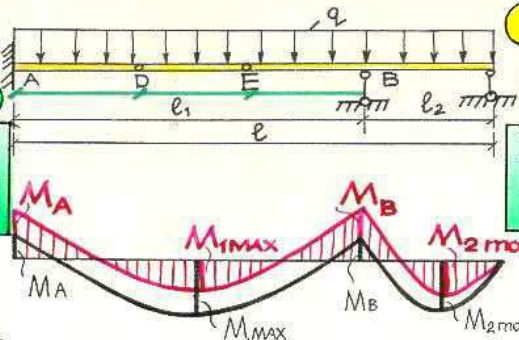


# ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ ПО УПРАВЛЕНИЮ НДС В СТЕЖНЕВЫХ СИСТЕМАХ



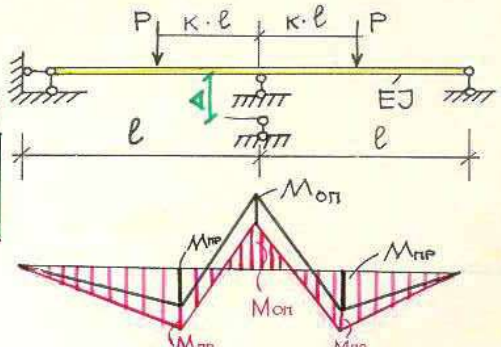
**АНАЛИЗ**  
 $M_{1max} \neq M_{2max} \neq -M_A \neq -M_B$

**ЗАДАЧА СИНТЕЗА**  
 НАЙТИ ПОЛОЖЕНИЕ ОПОРЫ И ШАРНИРОВ D и E, ПРИ КОТОРЫХ  $M_{1max} = M_{2max} = |M_A| = |M_B|$



**АНАЛИЗ**  
 $M_{np} \neq |M_{on}|$

**ЗАДАЧА СИНТЕЗА**  
 СМЕЩЕНИЕМ  $\Delta$  СРЕДНЕЙ ОПОРЫ ДОБИТЬСЯ РАВЕНСТВА  $M_{np} = |M_{on}|$

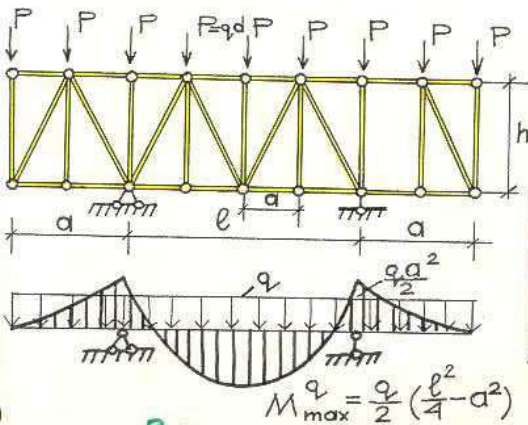


**РЕЗУЛЬТАТ** при  $a=c=0,146l_1$ ;  $b=0,708l_1$   
 $M_{1max} = M_{2max} = -M_A = -M_B$

**РЕЗУЛЬТАТ** при  $\Delta = \frac{Pl^3}{6EJ} \cdot \frac{K^4 - 5K^3 + 6K^2 - 2K}{K - 2}$   
 $M_{np} = |M_{on}|$

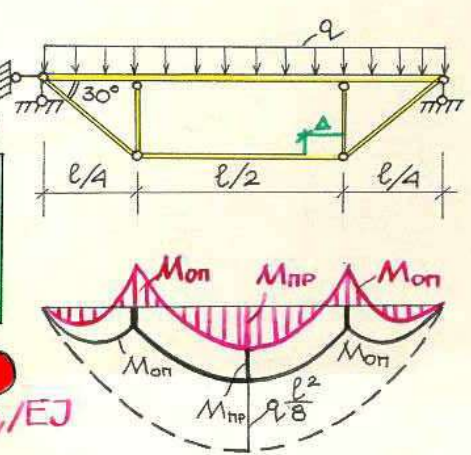
**АНАЛИЗ**  
 $S_{max}^P = \frac{M_{max}^P}{h}$

**ЗАДАЧА СИНТЕЗА**  
 ОПРЕДЕЛИТЬ ВЕЛИЧИНУ НАГРУЗКИ  $P^*$ , ПРИ КОТОРОЙ  $S_{max}$  УМЕНЬШИТСЯ НА 20%



**АНАЛИЗ**  
 $M_{np} \neq |M_{on}|$

**ЗАДАЧА СИНТЕЗА**  
 ПУТЕМ УЖОЖЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА НА ВЕЛИЧИНУ  $\Delta$  ДОБИТЬСЯ РАВЕНСТВА  $M_{np} = |M_{on}|$



**РЕЗУЛЬТАТ**  
 ПРИ  $P = 0,25 \frac{q}{\alpha} (l^2 - 4a^2)$   
 $S_{max} = 0,8 S_{max}^P$

**РЕЗУЛЬТАТ**  
 ПРИ  $\Delta = -11,152 q / EJ$   
 $M_{np} = |M_{on}|$

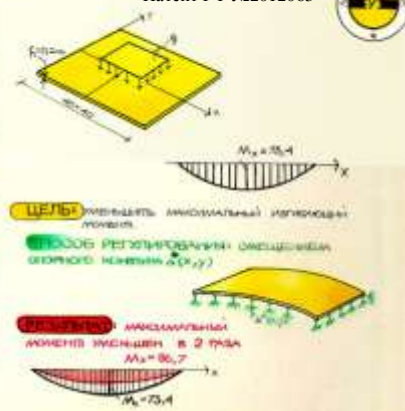
- - ИСХОДНЫЙ ВАРИАНТ (РАСЧЕТ И АНАЛИЗ)
- - УПРАВЛЕНИЕ
- - РЕЗУЛЬТАТ



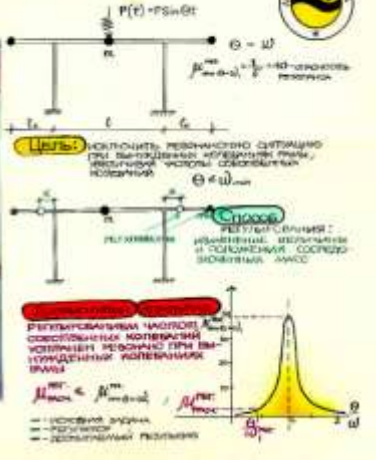
# Учебный класс управляемых моделей конструкций

## РЕГУЛИРОВАНИЕ ПОПЕРЕЧНОГО ИЗГИБА ПЛИТЫ

Патент РФ №2012063

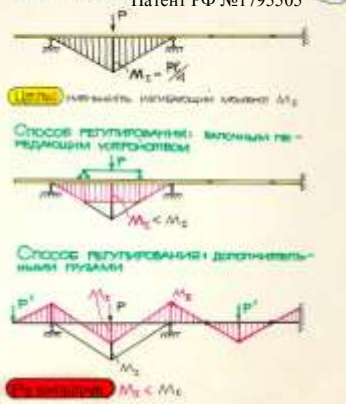


## РЕГУЛИРОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ РАМЫ



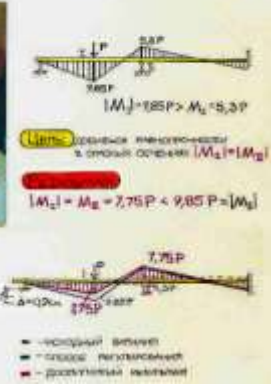
## РЕГУЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ МНОГОПРОЛЕТНОЙ БАЛКИ

Патент РФ №1795505



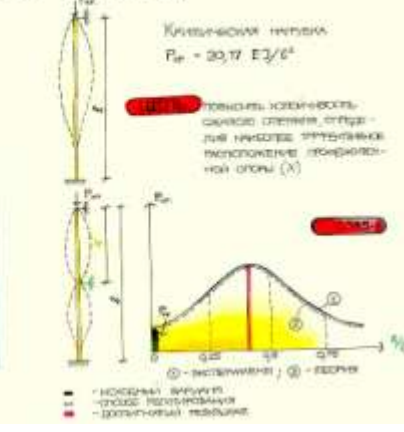
## РЕГУЛИРОВАНИЕ ИЗГИБА НЕРАЗРЕЗНОЙ БАЛКИ

Патенты РФ №2073839, №2105959, №1730657



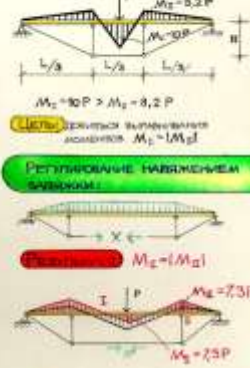
## РЕГУЛИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ЦЕНТРАЛЬНО-СЖАТОГО СТЕРЖНЯ

Патент РФ №1720065



## РЕГУЛИРОВАНИЕ УСИЛИЙ В ШПРЕНГЕЛЬНОЙ БАЛКЕ

Патенты РФ №2053539 и №2010345





# НЕЙРОСЕТЕВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА  
УПРАВЛЕНИЕ КОНСТРУКЦИЯМИ И СИСТЕМАМИ

**БЫСТРОДЕЙСТВИЕ**  
Универсальная аппроксимация



**НЕЙРО**  
**АППРОКСИМАЦИЯ**

- универсальность
- простота
- надёжность
- получение неявных знаний

**НЕЙРО**  
**МОДЕЛИРОВАНИЕ**

**НЕЙРО**  
**РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ**

МИКРОЛАРИТРИЧЕСКОЕ  
**НЕЙРО**  
**ОПТИМИЗАЦИЯ**

МИКРОЛАРИТРИЧЕСКОЕ  
МИКРОМЕТРИЧЕСКОЕ  
**НЕЙРО**  
**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ**

**НЕЙРО**  
**УПРАВЛЕНИЕ**

- конструкциями
- системами

Патент  
№ 2122188  
1997

**СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД**

Абовский Н.П.  
Деруа А.П.  
Максимова О.М.  
Светлицов П.А.

**Нейроуправляемые конструкции и системы**

2003

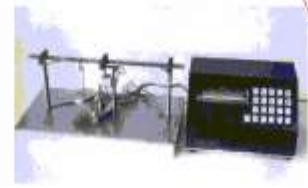


Патент  
№ 2134453  
1997



Патент  
№ 2151424  
1999

Патент  
№ 2169946  
1999

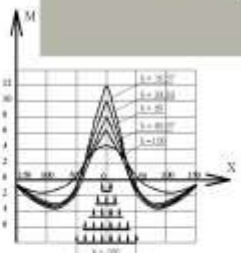
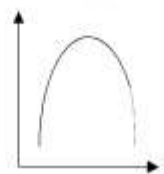
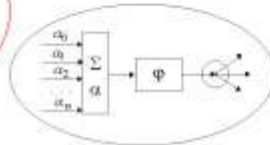
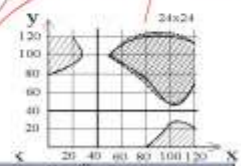
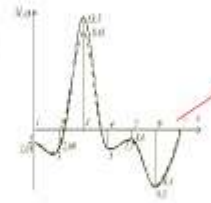
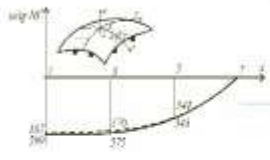


Нейроконтроллеры

Сети нейроКУПов

Нейроуправляемые модели

Нейроуправление колебаниями



$\mathcal{E}(x, y) \rightarrow \min$

Гибридные программы



# НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА В ОСОБЫХ УСЛОВИЯХ ГРУНТОВ И СЕЙСМИЧНОСТИ

**Принцип: создание конструктивных и технологических решений ,  
мало чувствительных к негативным внешним воздействиям и обладающих повышенной живучестью**

Пространственная сборная незаглубленная (наземная) фундаментная платформа со скользящим слоем между фундаментом и основанием  
(Патент № 2206665)

Унифицированные пространственные композитные строительные элементы  
(Заявка на изобретение № 2001101073)

Новый тип зданий и сооружений в виде замкнутых систем, включающих сплошные пространственные фундаменты  
(Патент № 2215852)

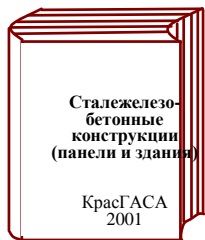
## Отличительные признаки

- Сборность из однотипных элементов;
- Многосвязность;
- Пространственность;
  - Малое давление на основание (слабые и вечномерзлые грунты);
  - Малая чувствительность к неравномерным осадкам;
- Повышенная сейсмостойкость;
- Всесезонность строительства;
- Минимум земляных работ.

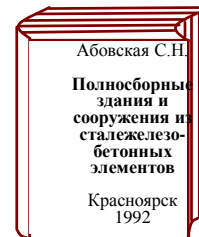
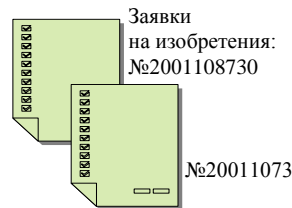
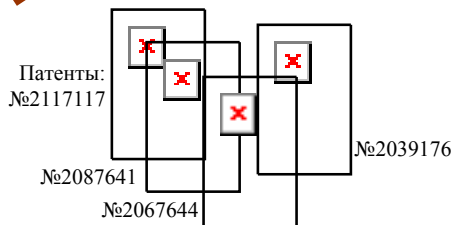
- Выгодные условия работы каждого из материалов в композитных элементах и во всей конструкции;
- Эффективность технологии изготовления, транспортировки, монтажа и эксплуатации

- Полносборность;
- Многообразие зданий и сооружений;
- Большепролетность;
- Многосвязность;
- Для строительства на слабых, просадочных, пучинистых и вечномерзлых грунтах;
- Повышенная живучесть и нечувствительность к неравномерным осадкам и сейсмическим воздействиям;
- Однотипность элементов и связей
- Эффективность строительства и эксплуатации





# НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА на слабых, просадочных, пучинистых, вечномерзлых грунтах в сейсмических зонах



## Принципы активного созидания

- Выбор конструктивных решений, противодействующих негативным внешним факторам **(воздействие на причины, а не борьба с последствиями)**.
- Совмещение (синтез) конструктивных решений.
- Системный подход к выбору унифицированного элемента:
  - эффективность использования каждого из материалов;
  - полносорность зданий и сооружений;
  - удобства изготовления, транспортировки, монтажа, эксплуатации;
  - архитектурная выразительность

## Конструктивные решения

- **сплошная** пространственная фундаментная платформа;
- здания и сооружения **замкнутого многосвязного** типа;
- **вентилируемое подполье**, встроенное в фундамент;
- **поверхностная (незаглублённая)** пространственная фундаментная платформа;
- **скользящий слой** между основанием и сплошной фундаментной платформой;
- **унифицированные однотипные сталежелезобетонные элементы с однотипными связями**

## Эффекты

- снижение на порядок давления на грунт;
- малая чувствительность к неравномерным осадкам;
- сохранение свойств вечномерзлых грунтов;
- большое снижение сейсмических воздействий на фундамент и верхнее строение;
- снижение трения (при сейсмике — в 3-4 раза);
- рациональное использование каждого из материалов, **поточная** технология изготовления на существующих базах стройиндустрии, удобство транспортировки и монтажа, экономия материалов и трудозатрат, полносорные разнообразные здания и сооружения



Возможность строительства на слабых, просадочных, пучинистых, вечномерзлых грунтах

Повышение сейсмостойкости

Экономичность, разнообразие объектов

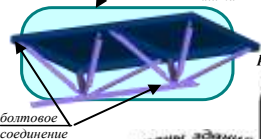
**НАДЕЖНОСТЬ, ЖИВУЧЕСТЬ**



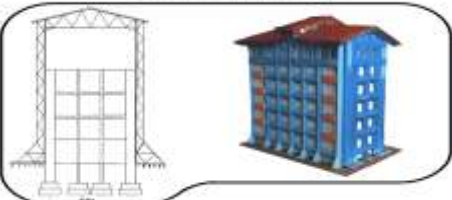
сталежелезобетонный универсальный строительный элемент

## Усиление и восстановление аварийных объектов универсальными строительными элементами

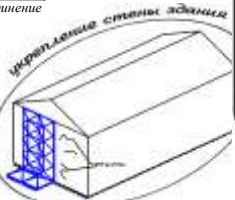
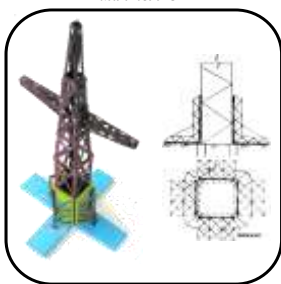
железобетонная плита



реконструкция многоэтажного здания с постройкой этажа



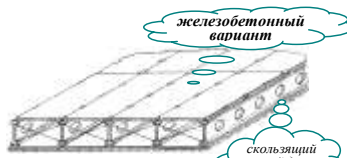
фундаментное усиление мачты ЛЭП



Замкнутые здания, включающие фундаментную платформу

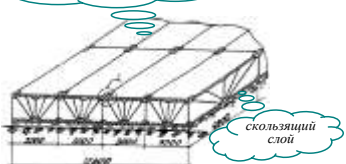


Пространственные фундаментные платформы

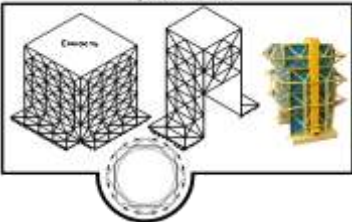


скользящий слой для сейсмических условий

сталежелезобетонный вариант



башня и слопсы

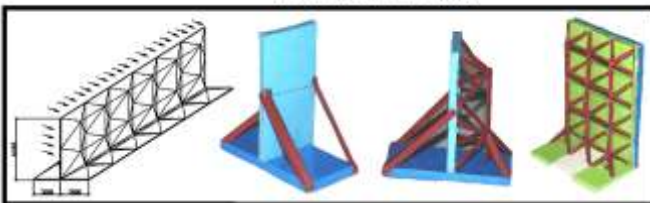


башня-опора

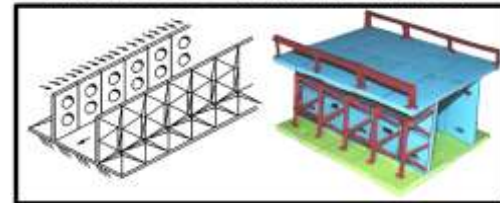


## Инженерное обустройство подтапливаемых территорий из унифицированных элементов

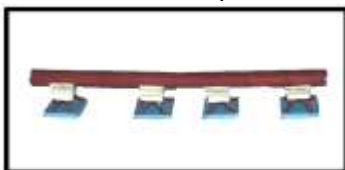
подпорная стенка



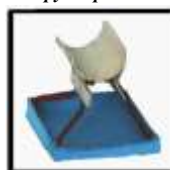
дамба-водовод с мостовым переходом



трубопровод на регулируемых по высоте опорах



опора трубопровода



дом на фундаментной платформе



пешеходный переход, эстакада



# Сталежелезобетонные конструкции

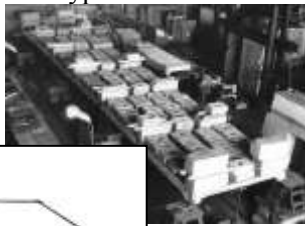
Сталежелезобетонные конструкции (панели и здания) КрасГАСА 2001

Новые сталежелезобетонные конструкции покрытия Красноярск Стройиздат 1992

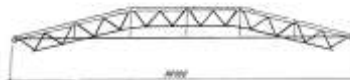


Унифицированный строительный ЭЛЕМЕНТ

натурные испытания



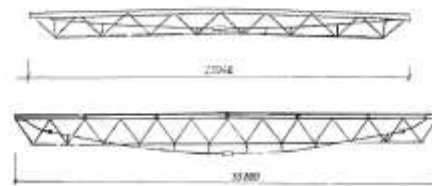
составные конструкции



пространственные блоки

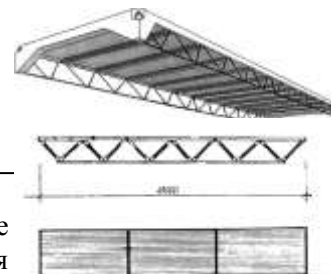


преднапряженные блоки



полносорные здания и сооружения

замкнутые полносорные здания



монолитные сталежелезобетонные панели и перекрытия

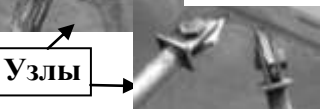


сборные ПАНЕЛИ

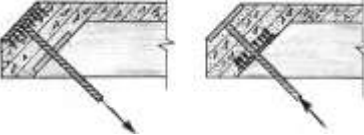
Сборные ПОКРЫТИЯ



Узлы



взаимодействие элементов



проектная серия 1.065.9-1 «Сталежелезобетонная панель покрытия 3x18 и 3x24»

Альтернативный проект депо Красноярского метро



предлагаемое решение

разработка Харьковметропроекта облегчение покрытия 27%

Международные конгрессы по пространственным конструкциям: IASS - 1998 (Москва), IASS - 2001 (Япония, Нагоя)

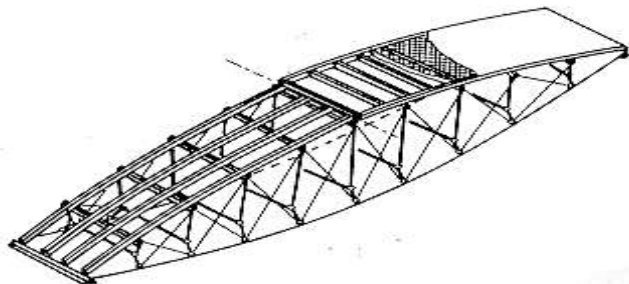


Инжутов И.С.  
Блок-фермы  
на основе  
древесины  
Диссертация  
д.т.н.  
Новосибирск  
1995

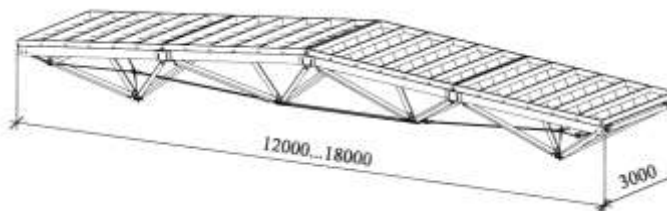
# Деревометаллические конструкции

Деордиев С.В.  
Комбинированные  
трехгранные  
блок-фермы  
Диссертация  
к.т.н.  
Красноярск  
2001

Блок-ферма марки ПСДФ-96-3-Ф/3.5К



Блок-ферма марки ЛБФ-18-3-ТА

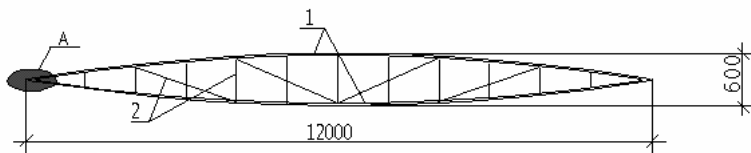


## Конструкции покрытий из профилированного листа

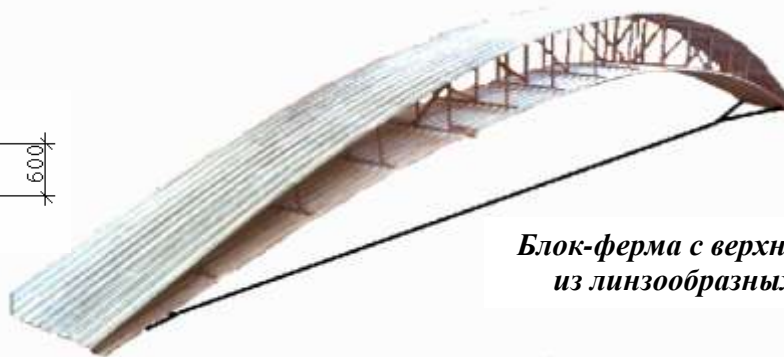
Григорьев С.В.  
«Линзообразные  
блоки покрытия из  
металлического  
профилированного  
листа»

Диссертация  
к.т.н.  
Новосибирск 1995 г.

Марышев А.Ю.  
«Двухпоясное  
преднапряженное  
арочное покрытие  
с поясами из  
стальных профилиро-  
ванных листов»  
Диссертация  
к.т.н.  
Красноярск 2001 г.



Линзообразный блок покрытия  
с поясами из профлиста



Блок-ферма с верхним поясом  
из линзообразных блоков



## ФОНД ПРИНЦИПОВ «ЗДРАВОВОГО СМЫСЛА» ФИЗИЧЕСКИХ И КОНСТРУКТИВНЫХ ЭФФЕКТОВ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

«Здравый смысл» народная мудрость	Принципы преодоления неопределенностей	Конструктивные примеры, патенты, книги
<p>«Умный в гору не пойдет, умный гору обойдет».</p> <p>Если нельзя устранить или воздействовать на причину негативных неопределенностей, то надо постараться их обойти.</p>	<p><i>I. Принцип специального формообразования.</i> Такое формообразование, которое малочувствительно к неопределенным негативным воздействиям (пассивный подход)</p>	<p>Создание пространственных многосвязных конструкций:</p> <p>Патенты:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• № 2215852 «Полносорборное здание или сооружение замкнутого типа, включающее фундамент, для строительства на вечномерзлых, слабых, пучинистых грунтах и в сейсмических районах.</li> <li>• №2206665, заявка на изобретение № 2004105570. Новые типы пространственных платформ со скользящим слоем между основанием и фундаментом.</li> </ul>
<p>«Если знать, где упадешь, то там надо подстелить соломку»</p> <p>«Отвести беду»</p>	<p><i>II. Принцип предохранителя</i> (полуактивный подход): предотвратить негативные последствия путем отключения (изоляции) системы из области неопределенности.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• Устройство легкосбрасываемых кровель во взрывоопасных помещениях</li> </ul>
<p>Воздействовать на причины, устраняя или снижая их негативную роль.</p> <p>«Лучшая защита – нападение».</p> <p>«Смотри в корень»</p> <p>«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 перестраивающиеся системы.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Монография «Управляемые конструкции» Абовский Н.П. и указанные в ней патенты.</li> <li>• Предлагаемый <b>энергетический принцип противодействия</b> используется частичный отбор и преобразование внешней энергии, в том числе от агрессивного воздействия, а также преобразование внутренней энергии деформирования: <ul style="list-style-type: none"> <li>-перестраивающиеся системы;</li> <li>-адаптирующиеся конструкции;</li> <li>-создание аэроупругих конструкций.</li> </ul> </li> </ul>
<p>«Бережного бог бережет»</p> <p>«Запас ношу не тянет»</p> <p>«Тише едешь – дальше будешь»</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 малых шагов (возмущений в разных направлениях). Принцип «нащупывания»</i></p>	<p style="text-align: center;">Это принцип идущего слепого с палочкой</p>

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

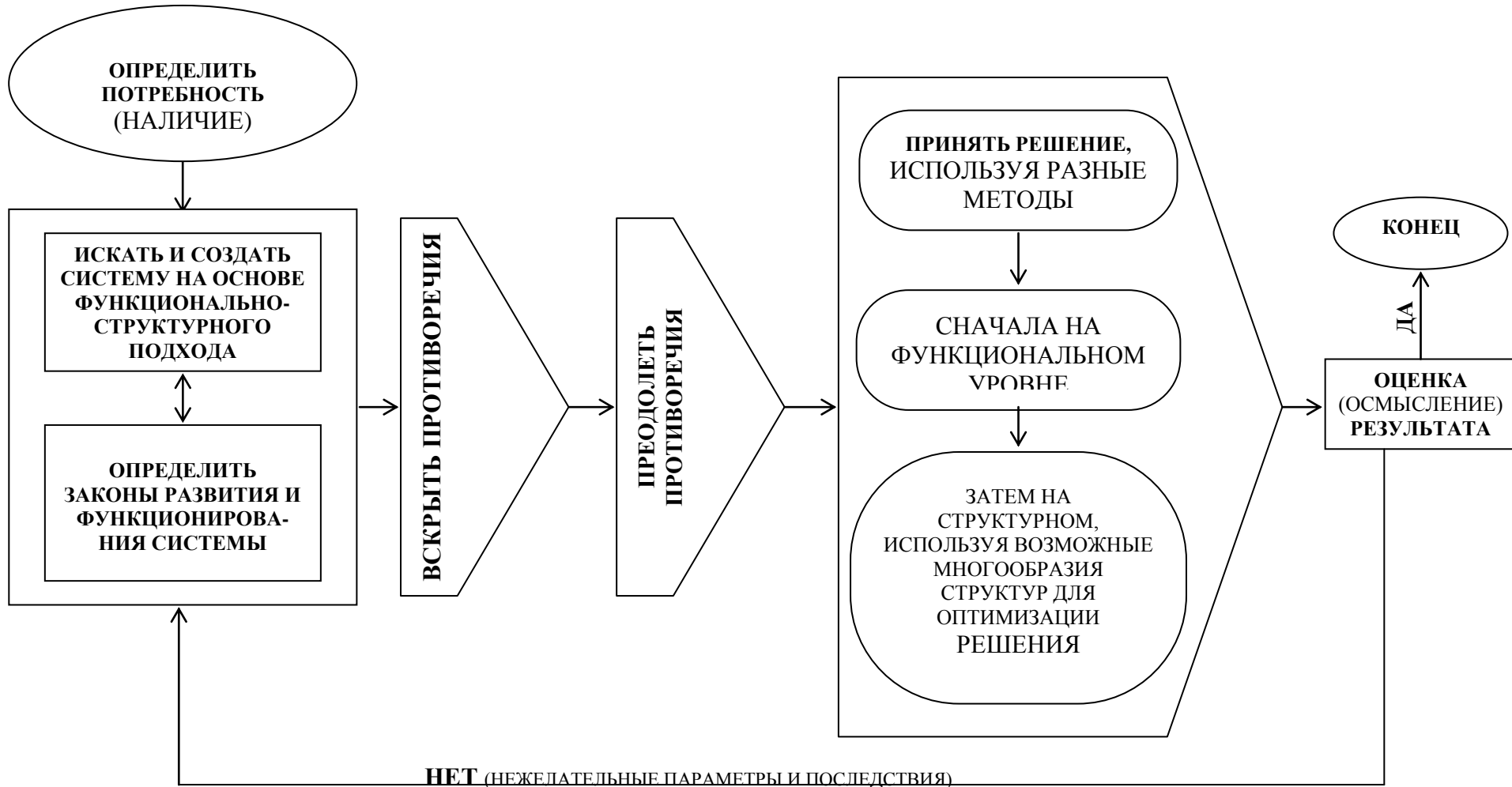


ПОНЯТИЕ

==

полный набор ключевых слов + связи между ними

Цель, функция, назначение



Алгоритм творческого процесса





# Пространственные Фундаментные Платформы

Иллюстрированный материал  
экспериментального строительства



Производственная база «Енисейлесстрой»  
по ул. Маерчака, 65 в г.Красноярске

Армирование нижней плиты фундамента здания АБК



## Бетонирование нижней плиты фундамента здания АБК



## Бетонирование рёбер фундаментной плиты здания АБК



## Возведение здания АБК



# ПРИЛОЖЕНИЯ

## Аннотации книг:

- Творчество: системный подход, законы развития, принятие решений. *Абовский Н.П.*
- Сюрпризы творчества. Диалоги и монологи о творчестве, его природе и принципах обучения творчеству. *Абовский Н.П.*
- Современные аспекты активного обучения. Строительная механика. Теория упругости, управление конструкциями.  
*Абовский Н.П., Енджиевский Л.В., Савченков В.И., Деруга А.П., Марчук Н.И., Стерехова Г.А., Палагушкин В.И.*
- Управляемые конструкции *Абовский Н.П.*
- Сталежелезобетонные конструкции (панели и здания).  
*Абовская С.Н.*
- Нейроуправляемые конструкции и системы. *Абовский Н.П., Деруга А.П., Максимова О.М., Светашков П.А.*
- Строительство в северных нефтегазоносных районах Красноярского края. *Абовский Н.П.*
- Большепролетные здания и сооружения из унифицированных сталежелезобетонных элементов. *Абовская С.Н., Сергуничева Е.М., Куликов М.Е.*
- Регулирование. Синтез. Оптимизация. Избранные задачи по строительной механике и теории упругости. *Абовский Н.П., Енджиевский Л.В., Савченков В.И., Деруга А.П., Гетц И.И.*
- Активное формообразование архитектурно-строительных конструкций зданий и сооружений из унифицированных строительных элементов для строительства в особых грунтовых условиях и сейсмических районах. *Абовский Н.П.*
- Пространственные сборные сплошные фундаментные платформы для строительства в особых грунтовых условиях и сейсмичности.  
*Абовский Н. П.*
- Эффективная технология оперативного усиления и восстановления аварийных строительных объектов и разработка многосвязных зданий повышенной живучести на основе мобильных унифицированных элементов. *Абовский Н. П.*
- Творчество в строительстве: системный подход, законы развития, принятие решений. *Абовский Н.П.*