

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Кафедра Железобетонные и каменные конструкции

# Методы решения научно-технических задач в строительстве

Лектор: к.т.н. доцент Радайкин О.В.

Казань, 2016

# Тема 1

## О строительной науке

## 1.1. Место строительной науки в структуре научного знания.

**Наука – сфера человеческой деятельности, функцией которой является разработка информационно-алгоритмического обеспечения управления процессами в какой-либо области**

**1. Социальный институт**

**Сообщество ученых, совокупность научных учреждений и структур научного обслуживания**

**2. Результат**

**Система достоверных научных знаний (о мироздании в целом, природе, человеке, обществе, технических системах и техносфере )**

**3. Процесс**

**Научная деятельность, как процесс познания и творчества**

# **Структура научного знания (классификация по уровню теоретизации)**

**ФИЛОСОФИЯ – отрасль науки, система  
взглядов на мир – мировоззрение, методология**

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ (фундаментальные) науки:  
физика, химия, космология, кибернетика, биология,  
антропологические науки, общественные науки,  
технические науки и т.д.**

**МАТЕМАТИКА – отдельная  
область научного знания,  
предмет – построение  
формальных моделей явлений  
и процессов, изучаемых  
остальными науками**

**ПРАКТИЧЕСКИЕ  
(прикладные) науки - основа  
технологий: медицина,  
педагогика, технологические  
науки и т.д.**

# Классификация ЮНЕСКО (по отраслям знаний):

1 – Естественные (физика, химия, биология и т. д.);

2 – Технические (сферы машиностроения, **строительства**, металлургии и т. д.);

3 – Медицинские;

4 – Сельскохозяйственные;

5 – Гуманитарные.

# Общероссийский классификатор видов экономической деятельности ОК 029-2001 (ОКВЭД) (введен в действие постановлением Госстандарта РФ от 6 ноября 2001 г.).

[Раздел А. Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство](#)

[Раздел В. Рыболовство, рыбоводство](#)

[Раздел С. Добыча полезных ископаемых](#)

Подраздел СА Добыча топливно-энергетических полезных ископаемых

Подраздел СВ Добыча полезных ископаемых, кроме топливно-энергетических

[Раздел D Обрабатывающие производства](#)

[Подраздел DA. Производство пищевых продуктов, включая напитки](#)

[Подраздел DB. Текстильное и швейное производство](#)

[Подраздел DC. Производство кожи, изделий из кожи и производство обуви](#)

[Подраздел DD. Обработка древесины и производство изделий из дерева](#)

[Подраздел DE. Целлюлозно-бумажное производство; издательская и полиграфическая деятельность](#)

[Подраздел DF. Производство кокса, нефтепродуктов и ядерных материалов](#)

[Подраздел DG. Химическое производство](#)

[Подраздел DH. Производство резиновых и пластмассовых изделий](#)

[Подраздел DI. Производство прочих неметаллических минеральных продуктов](#)

[Подраздел DJ. Metallургическое производство и производство готовых металлических изделий](#)

[Подраздел DK. Производство машин и оборудования](#)

[Подраздел DL. Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования](#)

[Подраздел DM. Производство транспортных средств и оборудования](#)

[Подраздел DN. Прочие производства](#)

[Раздел E. Производство и распределение электроэнергии, газа и воды](#)

## **[Раздел F. Строительство](#)**

[Раздел G. Оптовая и розничная торговля; ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования](#)

[Раздел H. Гостиницы и рестораны](#)

[Раздел I. Транспорт и связь](#)

[Раздел J. Финансовая деятельность](#)

[Раздел K. Операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг](#)

[Раздел L. Государственное управление и обеспечение военной безопасности; обязательное социальное обеспечение](#)

[Раздел M. Образование](#)

[Раздел N. Здравоохранение и предоставление социальных услуг](#)

[Раздел O. Предоставление прочих коммунальных, социальных и персональных услуг](#)

[Раздел P. Предоставление услуг по ведению домашнего хозяйства](#)

[Раздел Q. Деятельность экстерриториальных организаций](#)

# Строительная наука:

- 1 – Теория сооружений и строительная **механика**;
- 2 – Исследования в области проектирования и **изготовления строительных конструкций**;
- 3 – **Разработка материалов** конструкционного и технологического назначения;
- 4 – Вопросы **технологии, организации и управления** строительством;
- 5 – Проблемы **инженерно-технического оборудования и санитарной техники** городов, зданий и сооружений;
- 6 – Исследования по **механике грунтов**;
- 7 – Строительная **физика**;
- 8 – **Экономика** в строительстве;
- 9 – **Геодезия**;
- 10 – **Правовые** вопросы и **охрана труда**;
- 11 – **Экология**;
- 12 – Строительная **кибернетика и системотехника**.

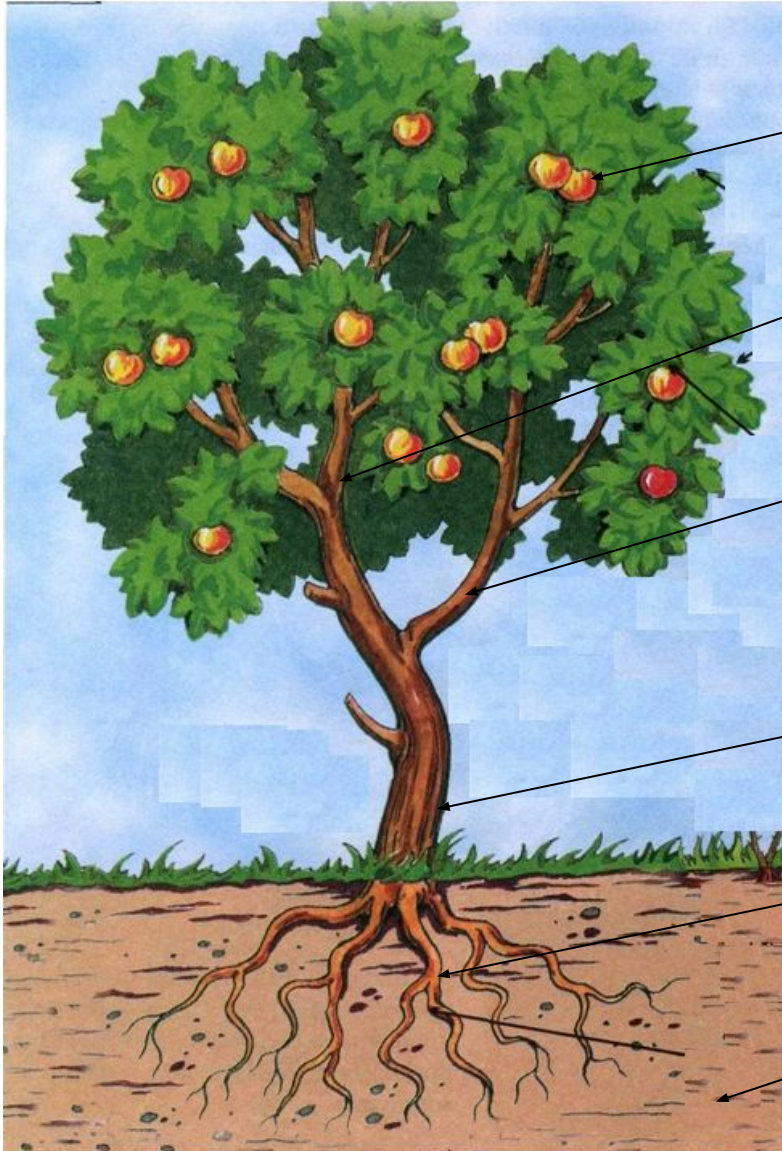


# Философия – КАМЕРТОН для «настройки» всех наук



Камертон издаёт звук «Ля» 1-й октавы частотой 440 Гц.

# Древо познания



6. Плоды – результаты познания и творчества (как блага, так и негатив)

5. Основание ветвей – метрология

4. Ветви (крона) – частные отрасли знаний

3. Ствол – достаточно общая теория управления (ДОТУ)

2. Корни – методология познания

1. Почва – Объективная реальность + вся известная фактология

## 1.2. Проблемы современности. Цели и задачи строительной науки.

# СТРУКТУРА ПРОБЛЕМ



# ВЫЯВЛЕНИЕ ПРОБЛЕМ

Загрязнение  
окружающей  
среды



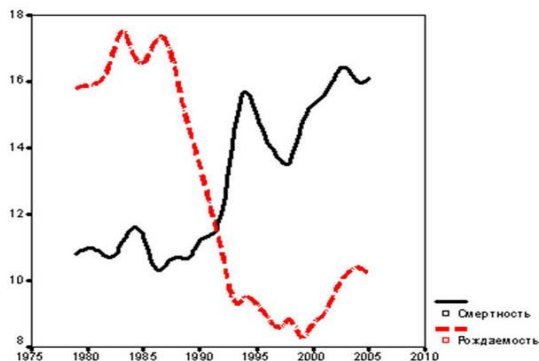
Голод и нищета



Рост статистики  
заболеваемости



Демографическая  
проблема



Рост социальной  
напряжённости



Обезлюднение  
сельских  
территорий



# ДАННЫЕ ГЛОБАЛИСТИКИ

Таблица 1а

Динамика взаимодействия между человеком и биосферой: зависимость индекса устойчивости развития мира от времени

Год	1910	1930	1950	1970	1990	2000
Индекс устойчивости развития мира	0,36	0,44	0.54	1,18	1,84	2,1

Таблица 1б

Динамика взаимодействия внутри мирового сообщества: зависимость индекса социально-экономической дисгармонии мирового сообщества от времени

Год	1820	1870	1913	1960	1980	1990	1997
Индекс социально-экономической дисгармонии мирового сообщества	3	7	11	30	45	60	74

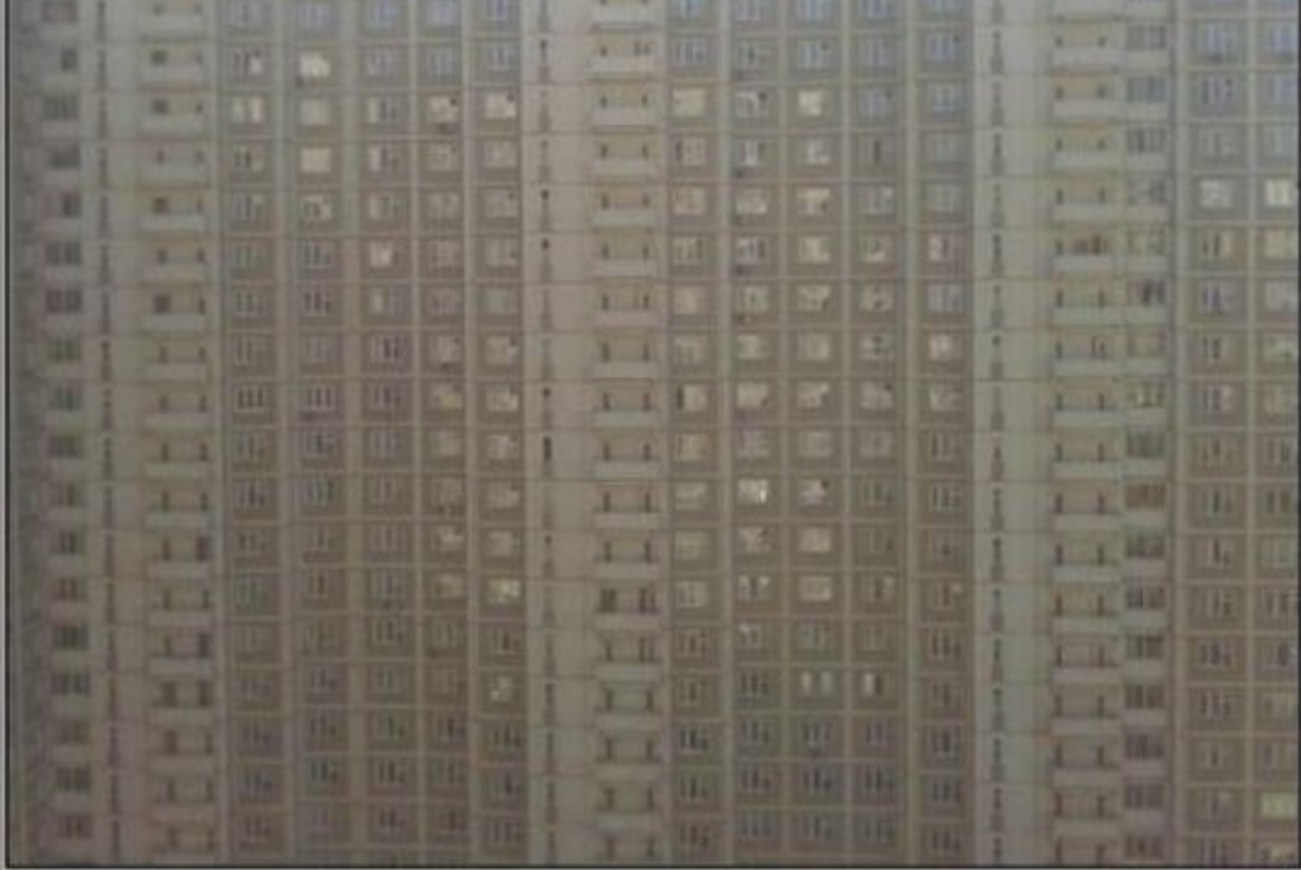
# СОСТОЯНИЕ РФ И ЗАРУБЕЖНЫЕ ВОЖДЕЛЕНИЯ

«На территории СССР экономически оправдано существование 15 миллионов человек» (М.Тэтчер в бытность её премьер-министром Великобритании).

С 1992 по 2008 г. население России сократилось примерно на 12,3 миллиона человек и продолжает сокращаться. По оценкам ООН 2009 года к 2025 году Россия потеряет ещё, как минимум, 11 миллионов жителей, а к 2050 году население России может снизиться до 100 миллионов человек.

«Население России сокращается, экономика увядает, она не проживёт следующие 15 лет» (вице-президент США Дж. Байден. The Wall Street Journal. 25 июля 2009).

В лабораториях скученность особей в шкафах-вивариях ведёт к деградации подопытных мышей. А как насчёт населения городов в многоэтажках?



«Сначала мы создаём архитектуру, а потом архитектура формирует нас» - Уинстон Черчилль

**БЫТИЕ**

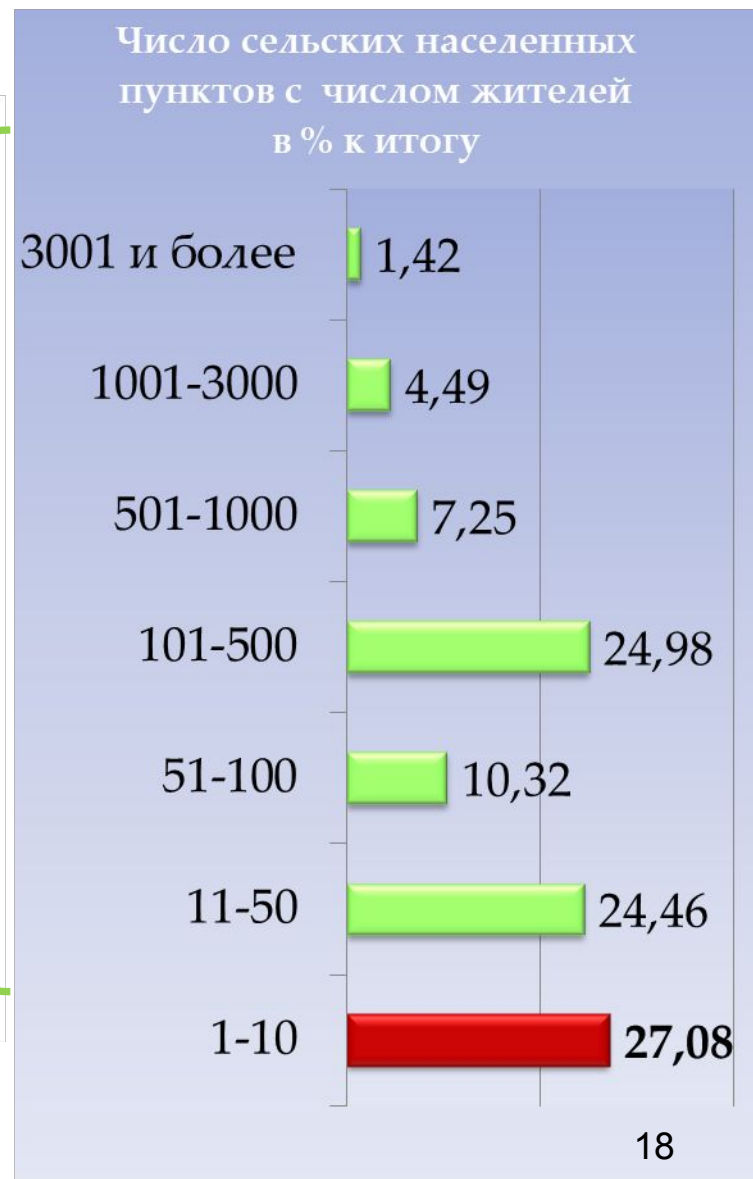
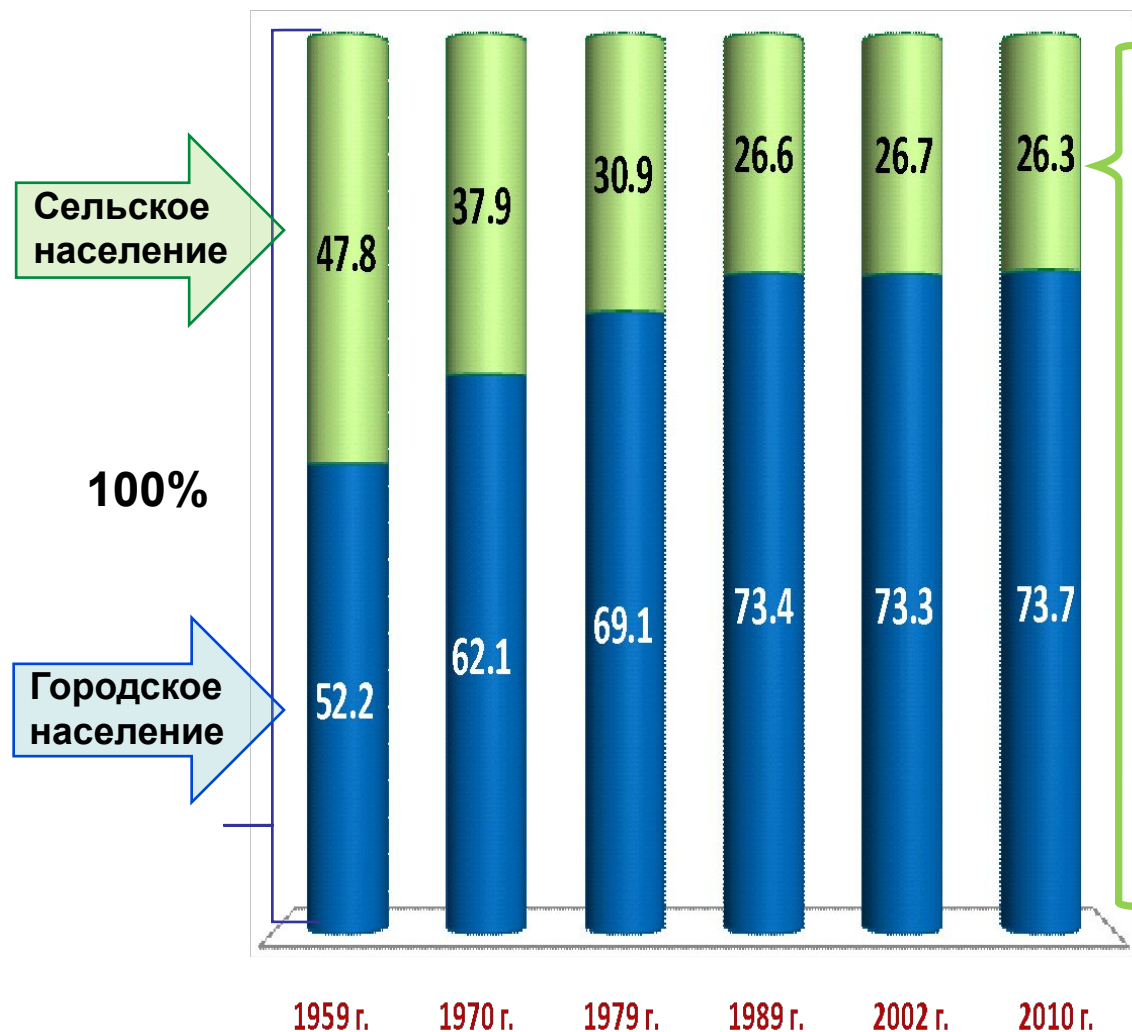
определяет сознание



## НЕПРЕОДОЛИМАЯ ТЕНДЕНЦИЯ?

«В России (...) 20 крупнейших городов страны формируют 50 % нашего ВВП, и в дальнейшем тенденция к росту их удельного веса сохранится. (...) сохранение любой ценой экономически неэффективных малых городов и препятствование перетоку трудоспособного населения в крупные города может стоить нам 2-3 % экономического роста. Потому что крупные города в современном мире – заведомо более экономически эффективные и устойчивые субъекты по сравнению с теми, что завязаны на судьбу 1-2-3 предприятий» - Это «непреодолимая глобальная тенденция»: позиция, высказанная главой Минэкономразвития Э.С. Набиуллиной на Урбанистическом форуме в Москве 08.12.2011.

# СООТНОШЕНИЕ ГОРОДСКОГО И СЕЛЬСКОГО НАСЕЛЕНИЯ



# МЕГАПОЛИСНАЯ УРБАНИЗАЦИЯ В СТИЛЕ «ГОРОДА – КАМЕННЫЕ ДЖУНГЛИ» – В ПЕРСПЕКТИВЕ САМОУБИЙСТВО ЦИВИЛИЗАЦИИ

- **ФАКТ ПЕРВЫЙ.** Исследования популяции плодовой мушки дрозофилы в Воронеже в 1944 г. (*город разрушен, промышленности нет*) и в 1946 г. (*промышленность уже частично восстановлена и работает*) показали, что **ГОРОДСКАЯ СРЕДА ОБИТАНИЯ ЯВЛЯЕТСЯ МУТАГЕННЫМ ФАКТОРОМ.**
- **ФАКТ ВТОРОЙ.** Хромосомный аппарат биологического вида «Человек разумный») в 40-50 раз более чувствителен к воздействию мутагенных факторов, нежели хромосомный аппарат мушки дрозофилы. (По данным академика Н.П. Дубинина).
- **ВЫВОД: ВОСПРОИЗВОДСТВО БИОЛОГИЧЕСКИ ЗДОРОВОГО И ТВОРЧЕСКИ АКТИВНОГО НАСЕЛЕНИЯ В «КАМЕННЫХ ДЖУНГЛЯХ» ГОРОДОВ НЕВОЗМОЖНО. СЛЕДСТВИЯ НЕИЗБЕЖНЫ – ДЕГРАДАЦИЯ ОРГАНИЗМОВ ЛЮДЕЙ, ИХ НРАВСТВЕННОСТИ, ЭТИКИ И КУЛЬТУРЫ.**

# Задачи строительной отрасли

обеспечить массовое осуществление в разумные сроки **научно-внедренческих циклов** в их полноте во всех отраслях строительного производства (Научно-внедренческий цикл в его полноте» - это социально-экономический процесс, начало которому даёт постановка исследовательских задач в области фундаментальной науки и который завершается тем, что её достижения находят своё воплощение в производстве массово потребляемой продукции (включая и услуги));

- в программах строительства упор должен делаться на использование **местных** строительных материалов, **энергетически эффективных** проектов, материалов, не наносящих вреда здоровью и окружающей среде;
- предпочтение должно отдаваться проектам с более **низкой энергоёмкостью и материалоёмкостью** принимаемых решений, что может быть достигнуто внедрением более совершенных методов расчёта конструкций и эффективных опытно-конструкторских разработок, а так же улучшением планирования на производстве;
- внедрение экологической культуры **замкнутых технологий и замкнутых жизненных циклов** строительных изделий. Т.е. вся производимая продукция после исполнения своего предназначения собирается, перерабатывается во вторсырьё либо утилизируется так, что не участвует сколь-нибудь значимо в круговороте веществ в природе;
- необходимы национальные программы энергосбережения, развития энергетики на **возобновляемых источниках**, использующих, например, энергию солнца, ветра, воды, биомассы;

# Задачи строительной отрасли

стратегии развития транспорта должны быть направлены на **снижение потребностей в автомобилях** и стимулирование эффективного общественного транспорта, а также обеспечения безопасных дорожек для пешеходов и велосипедистов. Застройка должна планироваться так, чтобы **уменьшить потребность в дальних поездках**. Следует развивать эффективные, менее загрязняющие и более безопасные виды общественного транспорта наряду с экологически оправданной сетью дорог. Планировать городские и сельские поселения таким образом, чтобы снизить вредное воздействие транспорта на окружающую среду;

- **уменьшение этажности** жилой застройки;
- снижение зависимости населённых мест от внешних поставок продовольствия и строительных материалов за счёт **развития приусадебных, фермерских производств, местной промышленности и промыслов**, производства строительных материалов с целью сокращения транспортных затрат;
- широкое распространение индивидуальной и коллективной **жилой застройки с приусадебными участками**;
- структурная перестройка промышленности строительных материалов и базы стройиндустрии в направлении **максимального использования местных и традиционных** для России природных ресурсов, используемых в строительстве.

## 1.3. История развития строительной науки.

# Основные этапы

**Первый этап.** - Создание основ теории прочности тела в момент его разрушения.

**Галилей** «Беседы и математические доказательства, касающиеся двух новых отраслей науки», **1638 г.** – Заложил основы динамики и учения о прочности. Исходил из оценки предельного состояния стержня.

**XVII-XVIII вв.:** Э.Мариотт, Якоб и Даниил Бернулли, Г.Лейбниц, Л.Эйлер, Ш.Кулон.

**Недостаток** подхода: не учитывалась предыстория нагружения (пути и этапы).

**Второй этап.** – Создание теории и практики методов расчёта сооружений по допускаемым напряжениям (XVIII-XIX вв).

Дж. Максвелл, А. Кастильяно, Д.И. Журавский, Л.Д. Проскураков, О.Мор, И.П. Кулибин и др.

**Третий этап (конец XIX в. – настоящее время).** – Разработка и внедрение методов расчёта сооружений по предельному состоянию с учётом пластических деформаций материала, создание теорий упругости и пластичности.

## Тема 2

# Основы методологии научно-исследовательской работы



## 2.1. Что такое методология?

*Алгоритм* - искаженное аль-Хорезми - имя среднеазиатского математика средних веков. Его именем называется преемственная последовательность действий, выполнение которой позволяет достичь определённых целей. Также алгоритмом называется описание такой последовательности действий.

*Метод* - более узкое понятие, чем «алгоритм» и представляет собой описание преемственной последовательности действий, выполнение которой позволяет достичь определённых целей.

**МЕТОДОЛОГИЯ («метод» - путь к чему-либо, «логос» - наука, учение) –  
наука о методах познания и творчества**

- наука о методах познания и творчества (о разработке и применении);
- вся совокупность общих и частных методов;
- система принципов организации научной деятельности;
- система понятийно оформленных объективных законов развития мироздания (включая человека);
- достаточно общая теория управления (ДОТУ), как язык междисциплинарного общения;
- диалектика и принципы вхождения в тандемный режим интеллектуальной работы, гносеология (теория познания) и логика;
- мировоззрение (миропонимание) в действии.

# УРОВНИ МЕТОДОЛОГИЧЕСКОГО ЗНАНИЯ

- I (высший)      **Философская методология**, определяющая общие принципы познания и категориальный строй науки (*диалектика познания и творчества, как искусство*)
- II                **Общенаучная методология** --- принципы и формы исследования при относительном безразличии к конкретным типам предметного содержания отдельных наук (*системный анализ, достаточно общая теория управления*)
- III               **Конкретно-научная методология** --- определенная совокупность методов, принципов исследования и процедур, применяемых в той или иной научной дисциплине (*теория железобетона*)
- IV (низший)    **Методика и техника исследования** --- набор процедур, обеспечивающих получение единообразного и достоверного эмпирического материала и его первичную обработку (*методика определения призмной прочности бетона*)

## 2.2. Адекватное Жизни мировоззрение (миропонимание) – основа освоения и применения методологии

Задача исследователя — не запомнить сходу и не вызубрить как можно больше различных текстов на научные темы, а сформировать свои собственные, *адекватные Жизни* образно-музыкальные представления о предметной области той или иной науки, а главное - о методологии познания и творчества

## Два типа мировоззрения



**КАЛЕЙДОСКОПИЧЕСКОЕ**

- всё случайно
- кругом хаос
- причинно-следственных связей **НЕТ**



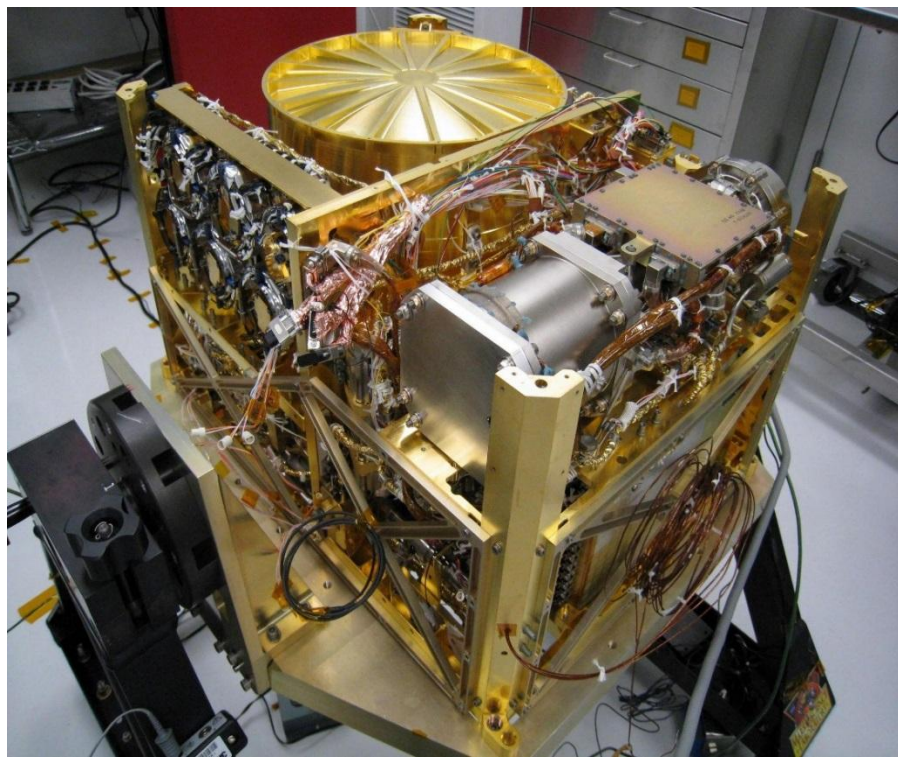
**МОЗАИЧНОЕ**

- Мир **един** и **целостен**
- всё **упорядочено**, взаимосвязанно и взаимозависимо
- все процессы и явления возникают по **МЕРЕ РАЗВИТИЯ**



Мозаичное мировоззрение может развиваться в направлении:

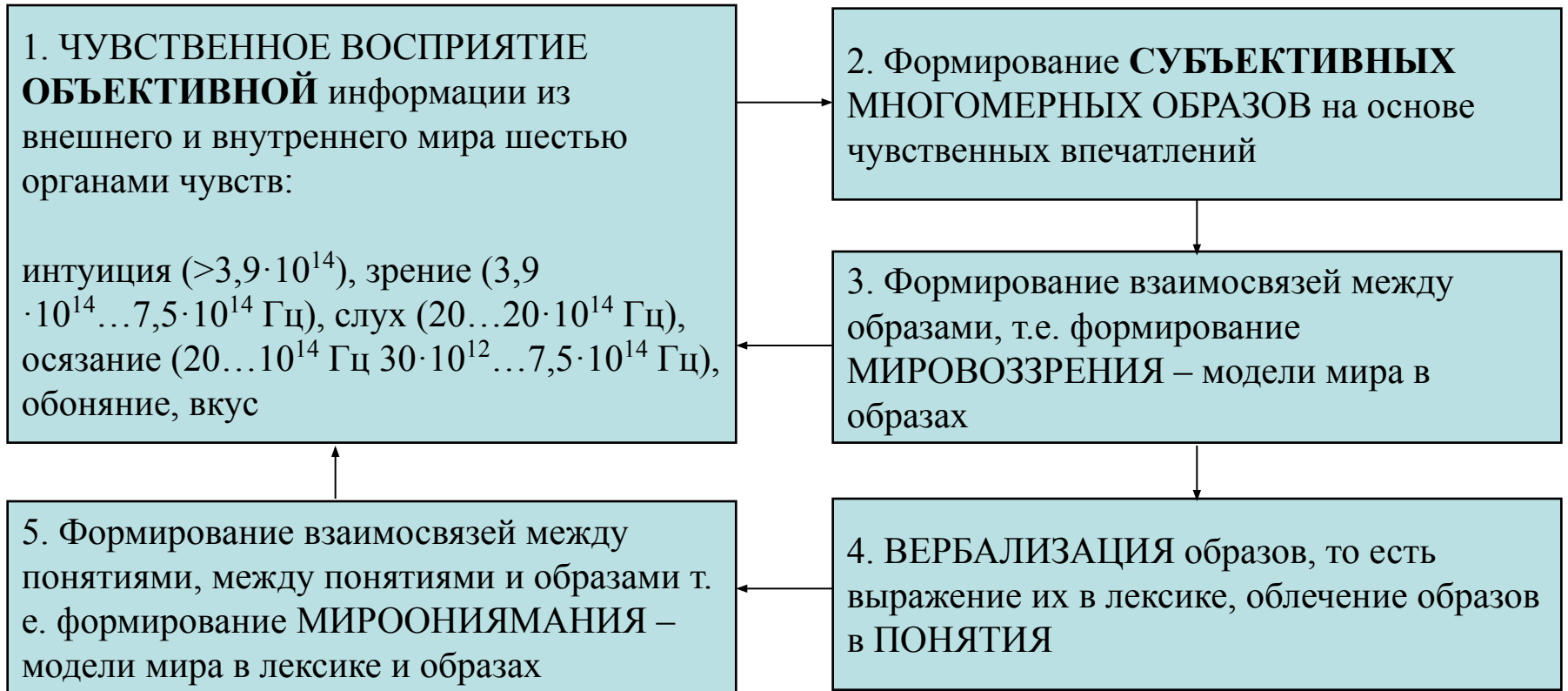
- \* либо «от общего к частностям»;
- \* либо «от частностей к общему».



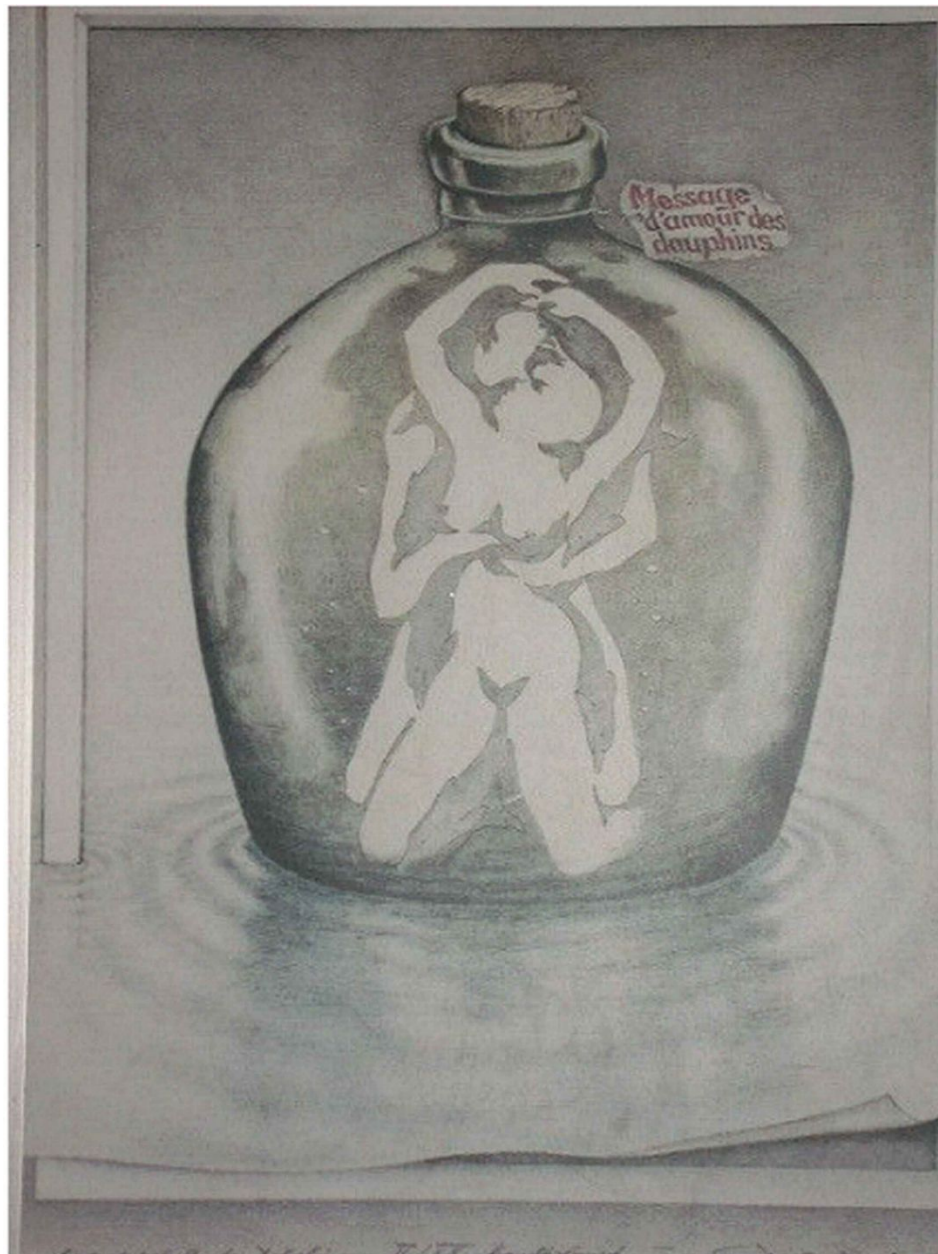


- \* наименее функциональным, является калейдоскопическое мировоззрение;
- \* мозаичное мировоззрение, развёрнутое в направлении «от частных к общему», более функционально, чем калейдоскопическое, но по своей эффективности уступает мозаичному мировоззрению, развиваемому в направленности «от общего к частностям», вследствие как объективных причин, так и субъективно не выявляемых самостоятельно ошибок его носителей;
- \* наиболее функциональным и эффективным, а также помехозащищённым и обеспечивающим способность индивида к эффективной самодиагностике в нём ошибок, является мозаичное мировоззрение, развёртываемое в направлении «от общего к частностям».

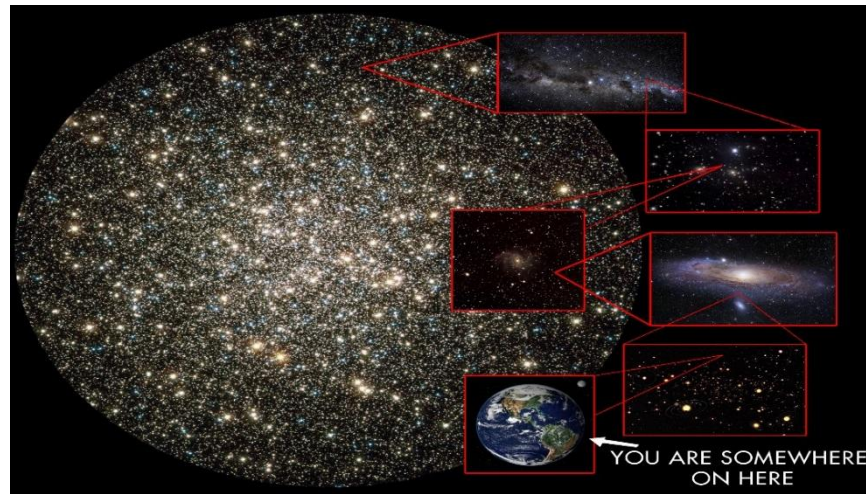
# Режим психической работы по формированию мировоззрения







# «Всё вообще»



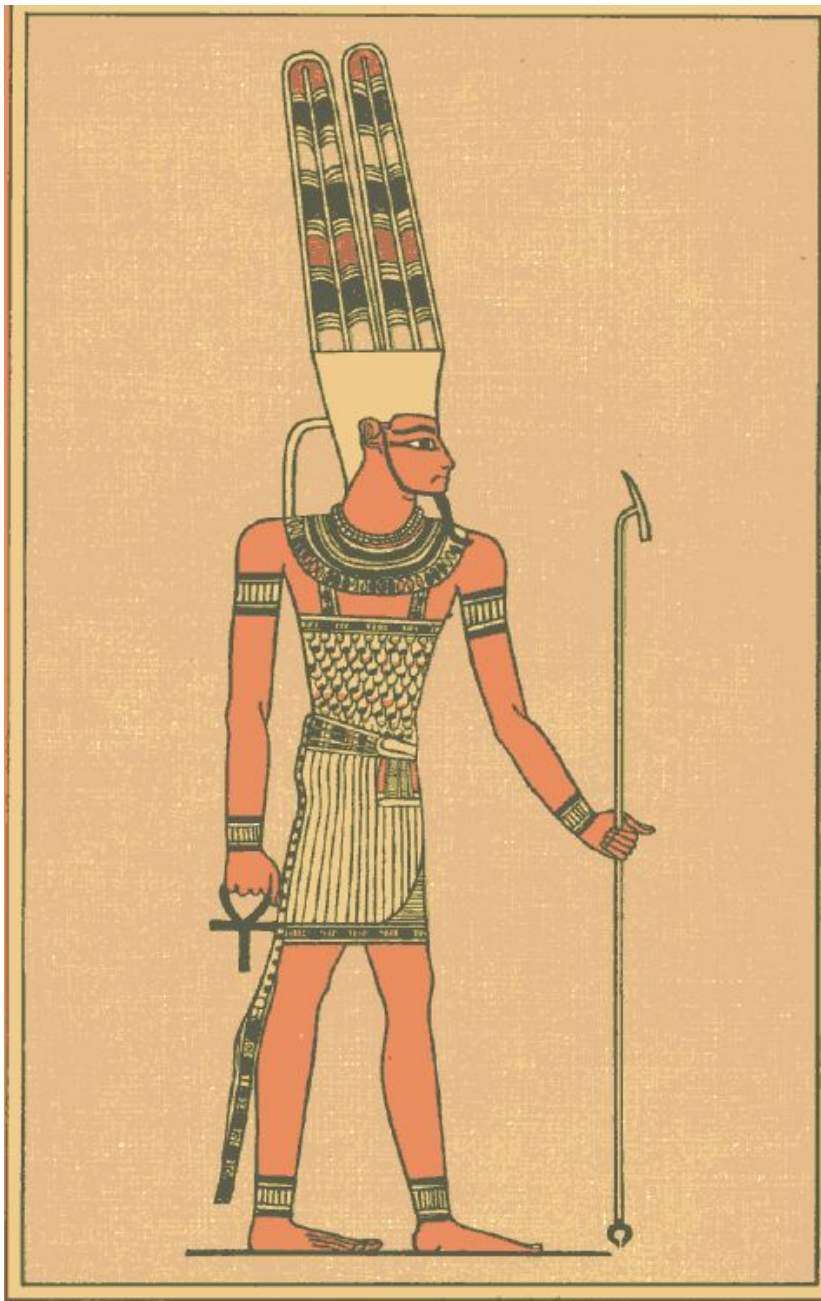
«От общего к частностям»

«От частных к общему»

«Первичные различия???»

«Предельные обобщения???»

Частности, факты



Высшим божеством египтян был АМУН. В древнеегипетской мифологии – один из двух богов Солнца (второй – Ра, часто соединяется с ним в одного бога – Амона-Ра).

В его лице соединились четыре божества: вещество, из которого состоит всё на свете, — богиня НЕТ; дух, оживляющий вещество, или сила, которая заставляет его слагаться, изменяться, действовать, — бог НЕФ; бесконечное пространство, занимаемое веществом, — богиня ПАШТ; бесконечное время, какое нам представляется при постоянных изменениях вещества, — бог СЕБЕК. Всё, что ни есть на свете, по учению египтян, происходит из вещества через действие невидимой силы, занимает пространство и изменяется во времени, и всё это таинственно соединяется в четыреедином существе АМУН».

Книга для начального чтения» В. Водовозова (СПб, 1878 г.), в конце XIX века предназначавшаяся для самообразования россиян.



1) «МАТЕРИЯ» (вещество);

2) «ДУХ», понимаемый:

\*и как «ЭНЕРГИЯ», «СИЛА» (в терминах нынешней физики — «СИЛОВЫЕ ПОЛЯ», представляемые в качестве разновидности «материи вообще» материалистическими разновидностями философии),

\*и как управляющее начало, т.е. «ИНФОРМАЦИЯ» и алгоритмика её преобразований;

3) «ПРОСТРАНСТВО»;

4) «ВРЕМЯ».

«Тридцатью двумя путями — чудными, мудрыми, начертал IA, IEVE, Саваоф, Бог Израиля, Бог Живой и Царь Вечный, Эль Шаддай, Милосердный и Прощающий, Возвышенный и Пребывающий в вечности, — возвышенно и свято Имя Его, — создал мир Свой тремя сеферим: сефар, сипур и сефер...

Первый из этих трёх терминов (Serphar) должен означать числа, которые одни доставляют нам возможность определить необходимые назначения и отношения каждого (по контексту, возможно: человека — наше пояснение при цитировании) и вещи для того, чтобы понять цель, для которой она была создана; и МЕРА длины, и МЕРА вместимости, и МЕРА веса, движение и гармония — ВСЕ ЭТИ ВЕЩИ УПРАВЛЯЕМЫ ЧИСЛАМИ. Второй термин (Sipur) выражает слово и голос, потому что это Божественное слово и голос, потому что это Божественное Слово, это Глас Бога Живого, Кто породил существа под их различными ФОРМАМИ, будь они внешними, будь они внутренними; это его надо подразумевать в этих словах: “Бог сказал: “Да будет Свет” и “стал Свет”. Наконец, третий термин (Sipher) означает писание. Писание Бога есть ПЛОД ТВОРЕНИЯ. Слова Бога есть Его Писание, Мысль Бога есть Слово. Так мысль, слово и писание суть в Боге лишь одно, тогда как в человеке они суть три».

В. Шмаков «Священная книга Тота. Великие арканы Таро», 1916 г., репринт 1993 г.





«Он сотворил всё сущее и придал ему [должную] **МЕРУ**» (в переводе М.-Н.О. Османова).  
«Кто сотворил все существа и предопределяя **ПРЕДОПРЕДЕЛИЛ** бытие их» (в переводе Г. С. Саблукова).  
«Он создал всякую вещь и **РАЗМЕРИЛ** её мерой» (в переводе И.Ю. Крачковского).

Коран, Сура 25 «Различение»



**МАТЕРИЯ** — то, что пере-ОБРАЗ-уется, переходит из одного состояния в другое и обладает упорядоченностью, изменяющейся в процессе воздействия одних материальных объектов (процессов) на другие.

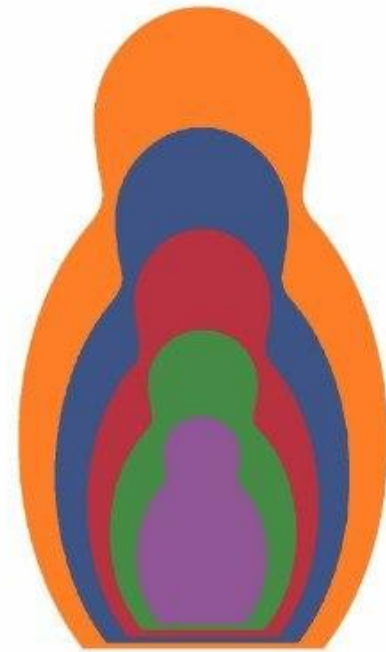
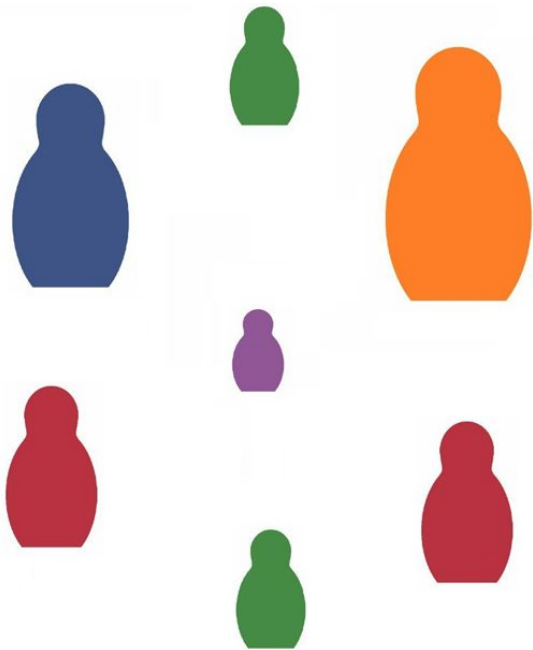
**ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ** (ПРЕДНАЗНАЧЕНИЕ, СМЫСЛ БЫТИЯ), ОБРАЗЫ, МЕЛОДИИ, иначе говоря, **ИНФОРМАЦИЯ** — само по себе не материальное «нечто», которое не зависит ни от качества его материального носителя, ни от количества материи (энергии) его несущей. Но без материального носителя это «нечто» в Мироздании само по себе не существует, не воспринимается, не передаётся.

**MhPA** (через «ять») — предопределённая многомерная многовариантная матрица возможных состояний и преобразований материи, хранящая информацию во всех процессах; в том числе информацию о прошлом и о предопределённой направленности их объективно возможного течения, т.е. о причинно-следственных обусловленностях в их соразмерности.

Система координат при развёртывании  
мозаики

Я-центризм

С началом от  
объемлющего всё  
процесса («матрёшки»)



Наиболее дееспособный тип мировоззрения/миропонимания: мозаичное мировоззрение, развёртываемое в направлении «от общего к частностям», на основе триединства Материя-Информация-Мера с началом координат от объемлющего всё процесса («матрёшки»)

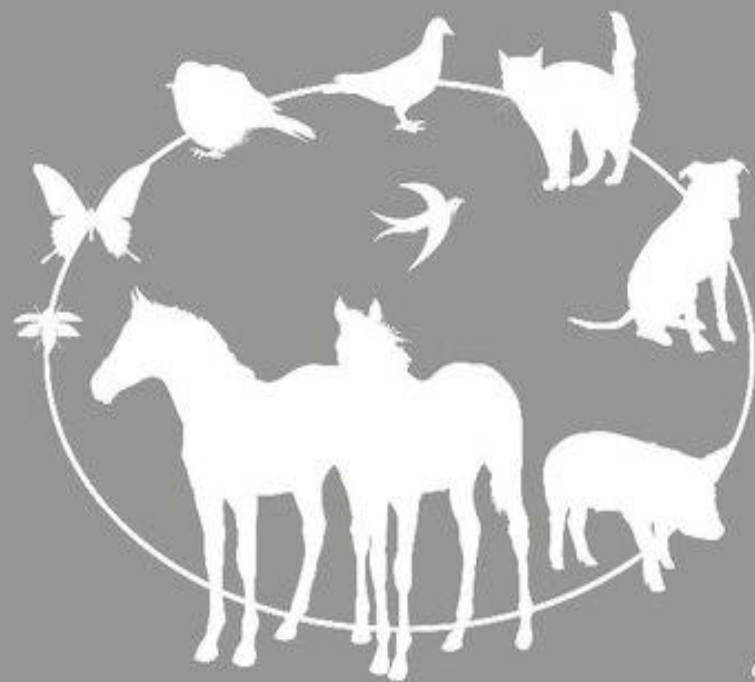
## 2.3. Человечный тип строя психики – залог успешного освоения и применения методологии



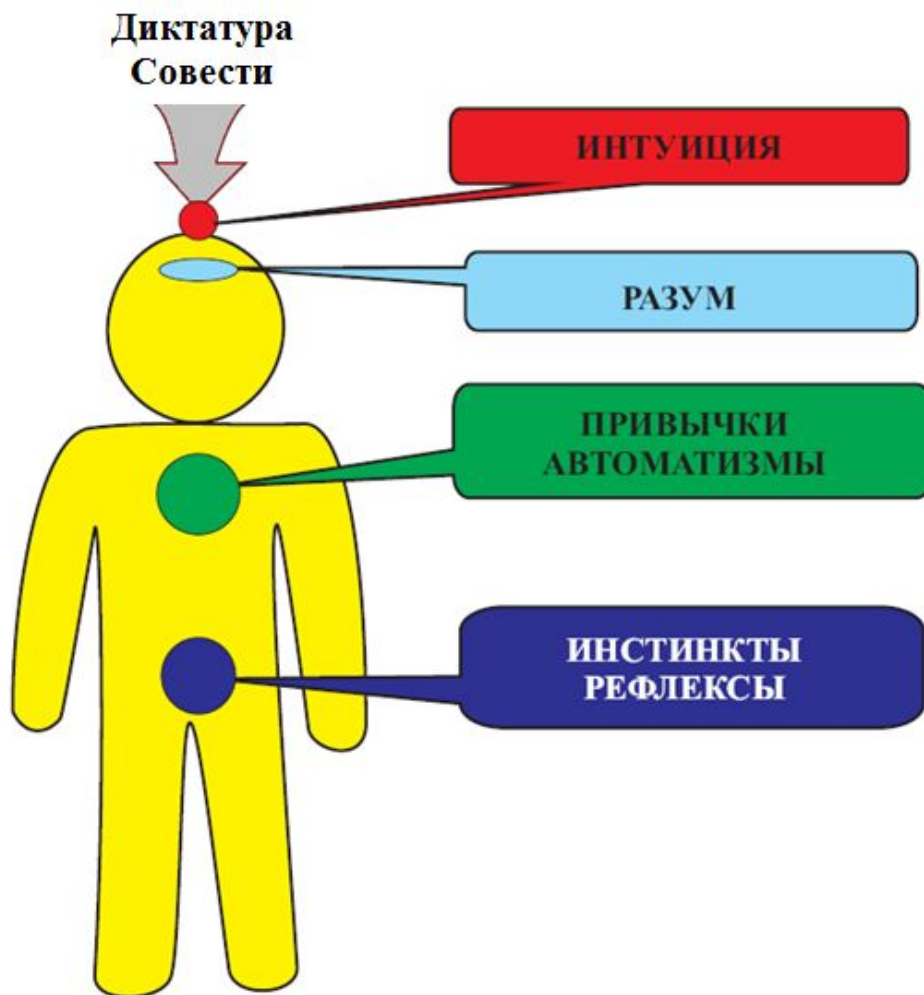
Подавляющее большинство тех «маугли», кого поймали и пытались вернуть к жизни в обществе людей, — так и не смогли состояться в качестве членов общества и вскорости умирали.

Их программа жизни преопределена  
ещё до рождения...

Только человеку дана **свобода выбора**  
и возможность обрести **свободу воли...**



Информационно-алгоритмические  
модули психики



Этапы освоения:

4. Взрослость

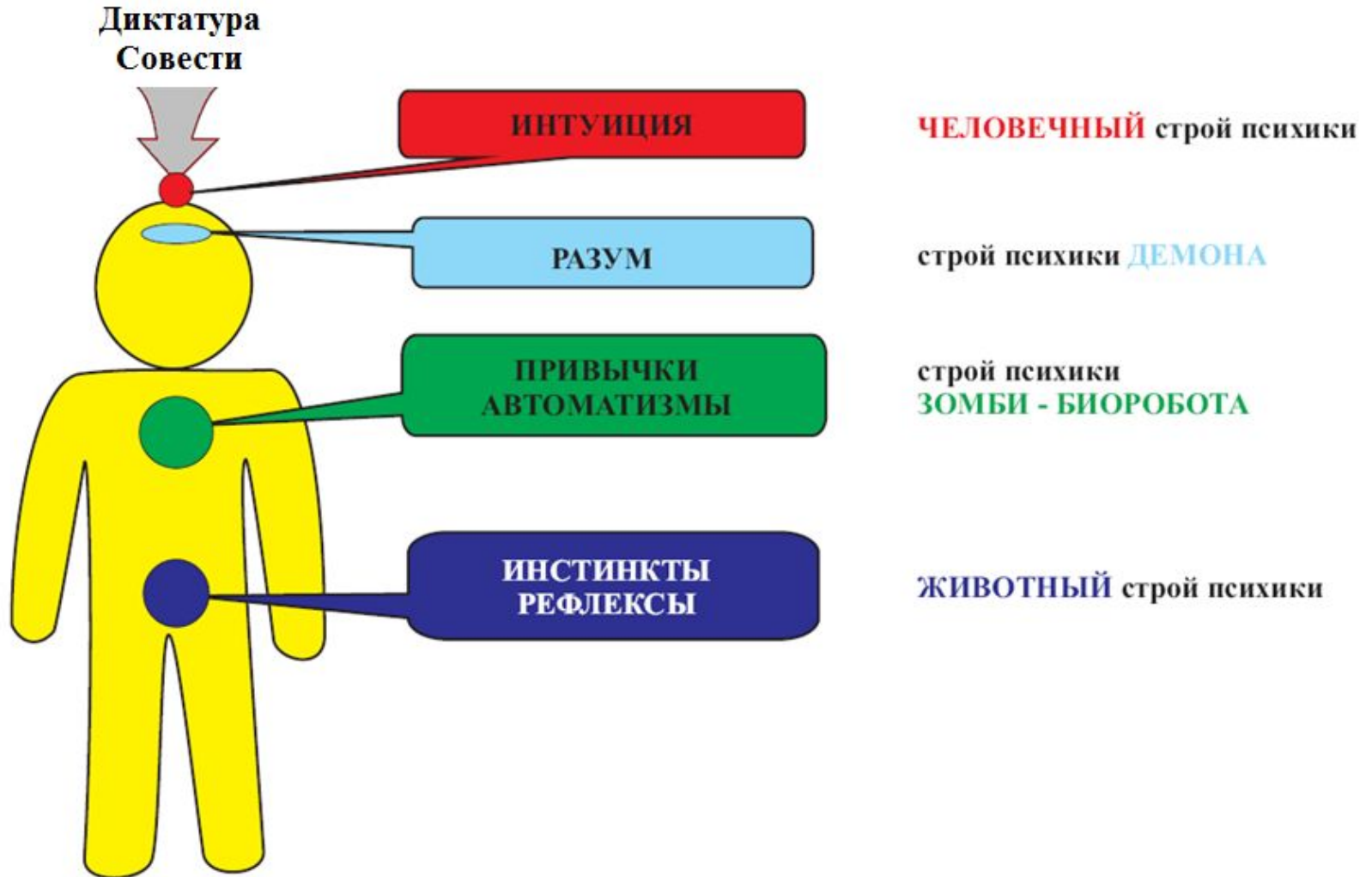
3. Юность

2. Детство

1. Младенчество



## ТИПЫ ПСИХИКИ



## 2.4. Инструменты самодиагностики и настройки психики

# Двухуровневая модель психики



**Сознание**, как явление психической жизни - область информационного отождествления индивида с *Жизнью как таковой* на основе его миропонимания и потока чувственного восприятия жизни в каждый момент времени.

**Бессознательное** - находится в каждый текущий момент вне границ сознания, и потому как о его содержании, так и о разграничении личного бессознательного и окружающей среды индивид сам не может осознанно судить в темпе течения событий, хотя может проанализировать эту проблематику позднее (проявление в деятельности, снам).



### **Сознание**

Скорость обработки информации: 15-16 бит/сек

Оперирование 7-9 объектами одновременно.

Краткосрочная память.

### **Бессознательное**

Скорость обработки информации: до 4 млрд бит/сек

Оперирование более 2000 объектов одновременно.

Долгосрочная память.

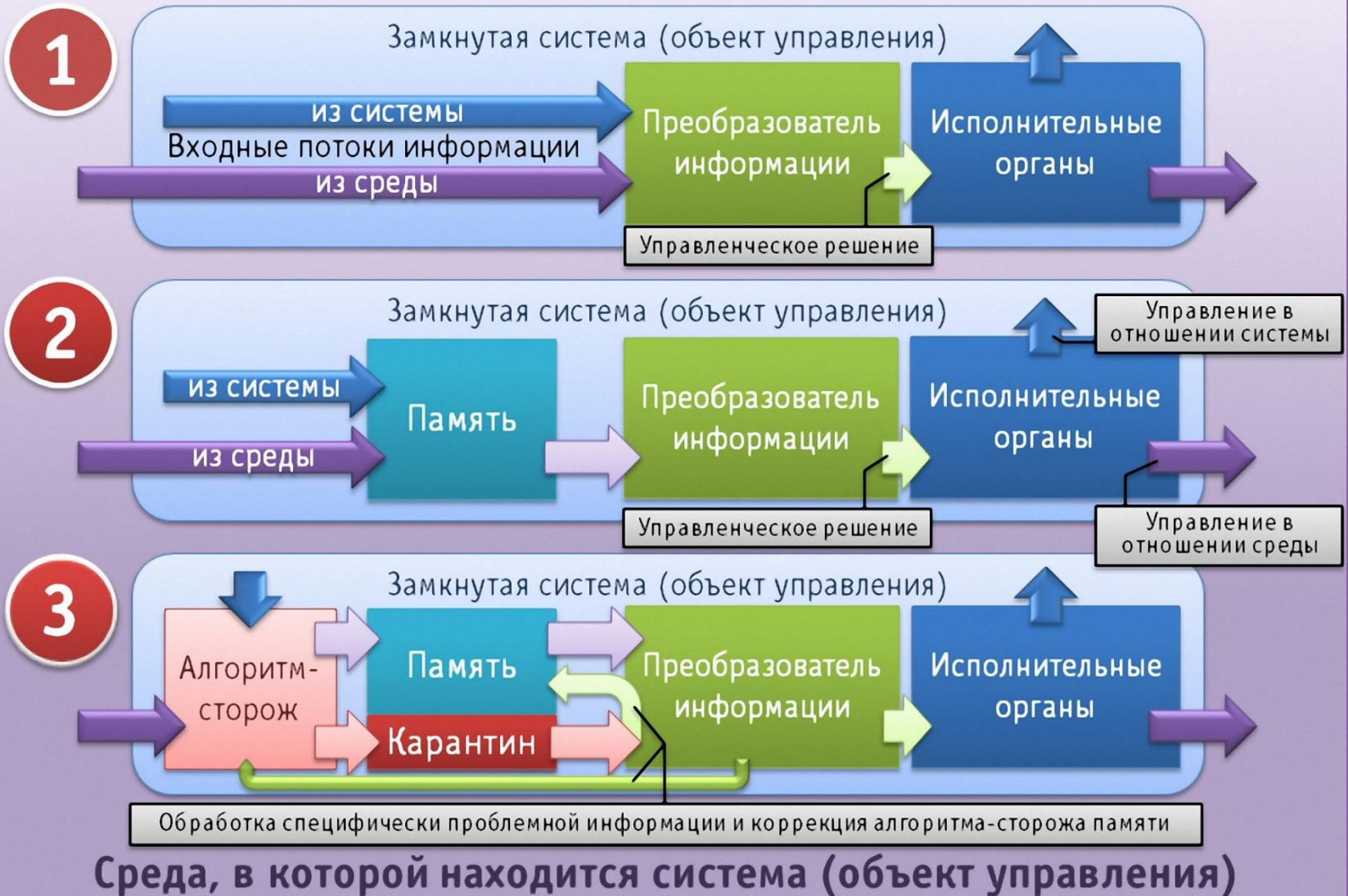


**Сознание – пилот:** ставит задачи (задаёт программу) и контролирует

**Бессознательное – автопилот:** решает задачи, обеспечивает точность действий согласно заданной программе



# Алгоритмы выработки управляющего решения



## РАЗЛИЧЕНИЕ

«Первичная» это - та информация, которой в психике индивида не было ранее того момента, как она впервые стала доступна личности. Вся остальная информация, приносимая органами чувств, представляет собой некие дубли, вариации и комбинации *той информации, которая в качестве первичной некогда попала в психику индивида.*

**Самодостаточен ли человек в способности к выборке из потока событий Жизни информации, и прежде всего — первичной информации, либо же нет?** Или в иной формулировке: *Чем обусловлена способность человека выделить «сигнал», несущий ту или иную информацию, из потока событий Жизни?*

Способность индивида разграничить в своём восприятии Жизни разнокачественности — в общем случае можно назвать «**РАЗЛИЧЕНИЕМ**». Отчасти способность к различению обусловлена биологией организма человека и развитостью на этой биологической основе его личностной культуры чувств. Но в первую очередь обусловлена **ОБЪЕКТИВНОЙ ПРАВСТВЕННОСТЬЮ**.

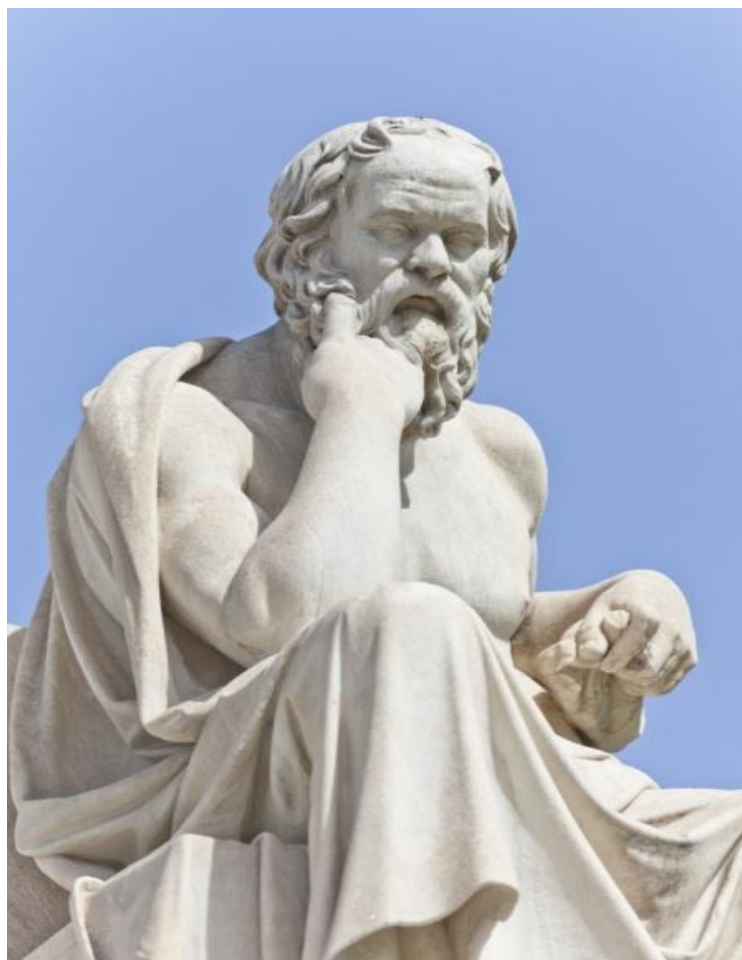


Преимущественные этапы обработки первичной информации в психике индивида:

1. Озарение Различением  $\Rightarrow$  2. Внимание самого индивида  $\Rightarrow$
3. Волевое решение об осмыслении обретённого в озарении Различением  $\Rightarrow$  4. Интеллект в работе с мировоззрением и миропониманием  $\Rightarrow$  5. Изменившееся мировоззрение и миропонимание  $\Rightarrow$  6. Осмысленно волевые действия в конкретике течения событий в Жизни  $\Rightarrow$  7. Подтверждение или опровержение адекватности осмысления на основе принципа «практика — критерий истины» в конкретике жизненных обстоятельств».



## 2.5. Диалектика познания и творчества



Один из родоначальников

**ДИАЛЕКТИКИ, КАК МЕТОДА  
ОТЫСКАНИЯ ИСТИНЫ ПУТЁМ  
ПОСТАНОВКИ НАВОДЯЩИХ  
ВОПРОСОВ.**

**Socrates (etc.-Greek. Σωκράτης; 470/469 BC Athens — 399 BC) was an ancient Greek philosopher, whose teachings marks a turn in philosophy — from the consideration of nature and the world to the consideration of man.**

## ПРОБЛЕМА РАЗГРАНИЧЕНИЯ:

- **ДИАЛЕКТИКИ** как метода осознанной выработки новых знаний и навыков путём построения последовательности вопросов, определённых по смыслу, и нахождения адекватных жизни ответов на каждый из них;

- **ЛОГИКИ** как метода выработки новых знаний на основе:  
определённых исходных данных, характеризующих некую проблему,  
некоторой аксиоматики и набора правил, определяющих допустимые и недопустимые операции с исходными данными и промежуточными результатами;

- так называемой «**ДЬЯВОЛЬСКОЙ ЛОГИКИ**», с помощью которой в чём угодно можно убедить всякого, кто не владеет ещё более изощрённой «дьявольской логикой» либо - диалектикой Аксиомы - утверждения, принимаемые в качестве истинных без доказательств.

## ДЬЯВОЛЬСКАЯ ЛОГИКА

От нормальной логики во всех её разновидностях отличается тем, что она исходит из следующих принципов:

1. Аксиоматика и правила, оглашённые при начале рассуждений, могут без объявления заменяться другими;
2. Одни понятия могут скрытно подменяться другими, т.е. с одними и теми же терминами на разных этапах «логической» процедуры могут связываться разные образы и явления;
3. Под видом определённости могут предлагаться скрытые неопределённости, которые в последующем позволят подвести к определённым выводам и невозможности обосновать другие выводы;
4. Набор исходных данных, необходимых для адекватного восприятия проблемы и её разрешения может искусственно сужаться, а также в него могут включаться данные, к проблеме отношения не имеющие, но имеющие отношение к другой проблеме, что позволяет навязать под видом решения одной проблемы - решение или псевдорешение какой-то иной проблемы;
5. Могут предлагаться по своему существу «туннельные сценарии» рассмотрения проблематики, в которых заранее predeterminedены вход и выход на заранее известные желательные выводы, а переход к другим сценариям рассмотрения проблематики будет пресекаться тем или иным способом и т.п.

Уход мышления индивида в «дьявольскую логику» может быть вызван:

1. Либо злым умыслом, проистекающем из стремления убедить кого-то персонально либо общество в целом в истинности заведомой лжи.
2. Либо следствием одержимости, т.е. следствием искажения психической деятельности в целом воздействием на индивида эгрегоров, других людей или психотропных веществ.



**ДИАЛЕКТИКА** — не логика. Диалектика объемлет логику в том смысле, что вопросы по ходу диалектического процесса познания (и созидания) и ответы на них могут проистекать:

- \* из исходных данных и предыдущих суждений, как это имеет место в логике;
- \* из каких-то догадок, обоснованных как-то иначе, а не логически;
- \* «браться с потолка» - т.е. из *никак не обоснованных (в логике на это «имеют право» только аксиомы)* интуитивных предположений и понятийно неясного ощущения не выявленных формально причинно-следственных связей разных, казалось бы не связанных друг с другом явлений.

## Выводы:

Общие принципы познания объективно существуют, но нет универсальных рецептов (процедур, алгоритмов) осуществления познания, поскольку познание и творчество всегда конкретны.

- общие принципы формализовать можно, выразив их в лексике или какой-то символике;

- а вот конкретные рецепты осуществления познания тех или иных явлений жизни на основе осознания общих принципов необходимо вырабатывать самостоятельно.

**Причины сбоев диалектического процесса познания (в том числе и перехода его в «дьявольскую логику») состоят в порочной нравственности, в ошибочности мировоззрения и неадекватной в целом организации психики.**

# Тандемный принцип интеллектуальной деятельности

*Цель – познание Правды-истины; научиться вырабатывать адекватное жизни единство мнений по различным вопросам*

Условия для вхождения в тандемную деятельность:

- Максимально свободное и доброжелательное отношение друг к другу;
- Признание объективности факта самостоятельного бытия всех тандемных порождений и подчинение этому довлеющему над тандемом факту своего поведения;
- Во всех без исключения случаях говорить друг другу правду. Любые оглашения должны соответствовать умолчаниям;
- В тандеме ни один из его участников не обслуживает интеллектуальную деятельность другого;
- Интеллектуальная деятельность в тандеме протекает как прямое общение людей, в котором происходит обмен субъективной информацией между ними.



## АЛГОРИТМ БЕСЕДЫ

*СОСРЕДОТОЧИТЬ ВНИМАНИЕ НА ПАРТНЁРЕ, ВЫСЛУШАТЬ ЕГО СУБЪЕКТИВНОЕ МНЕНИЕ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО ЗАДАТЬСЯ ВОПРОСАМИ:*

- 1. НАСКОЛЬКО СООБРАЗНО И СОРАЗМЕРНО В НЕМ ВЫРАЖЕНО ОБЪЕКТИВНОЕ ТЕЧЕНИЕ СОБЫТИЙ ЖИЗНИ, В ЧЁМ ОН ПРАВ?*
- 2. В ЧЁМ КОНКРЕТНО ЕГО СУБЪЕКТИВНОЕ МНЕНИЕ ОШИБОЧНО, НЕСООБРАЗНО И НЕСОРАЗМЕРНО ОБЪЕКТИВНОМУ ТЕЧЕНИЮ СОБЫТИЙ ЖИЗНИ?*
- 3. КАКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПСИХИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВЫСКАЗАВШЕГО ЕГО ЧЕЛОВЕКА НАШЛИ СВОЕ ВЫРАЖЕНИЕ В ЭТИХ ОШИБКАХ?*

*“А-а-а... Это твоё мнение...” “Это принадлежит мне, это моё...”*

*“А пошёл ты... Кто ты такой, чтобы учить меня?!!” “Я прав! Я лучше знаю...”*

*Тандемные эффекты не осуществимы тем в большей мере, чем более каждая из сторон устремляется к обладанию второй стороной и всеми тандемными порождениями в качестве своей неотъемлемой принадлежности и собственности.*

# ТАНДЕМНЫЙ ПРИНЦИП

*Интеллектуальная деятельность в тандеме протекает как прямое общение людей, в котором происходит обмен субъективной информацией между ними. Но не путать с беседой, спором, обменом мнениями и т.д.*

*По отношению к личности человека субъективизм его напарника является кузнечным молотом, а тандемные порождения — наковальней. В результате такого рода взаимной “кузнечной” обработки от личности отслаивается довольно много всевозможной “шелухи” ошибочного субъективизма.*



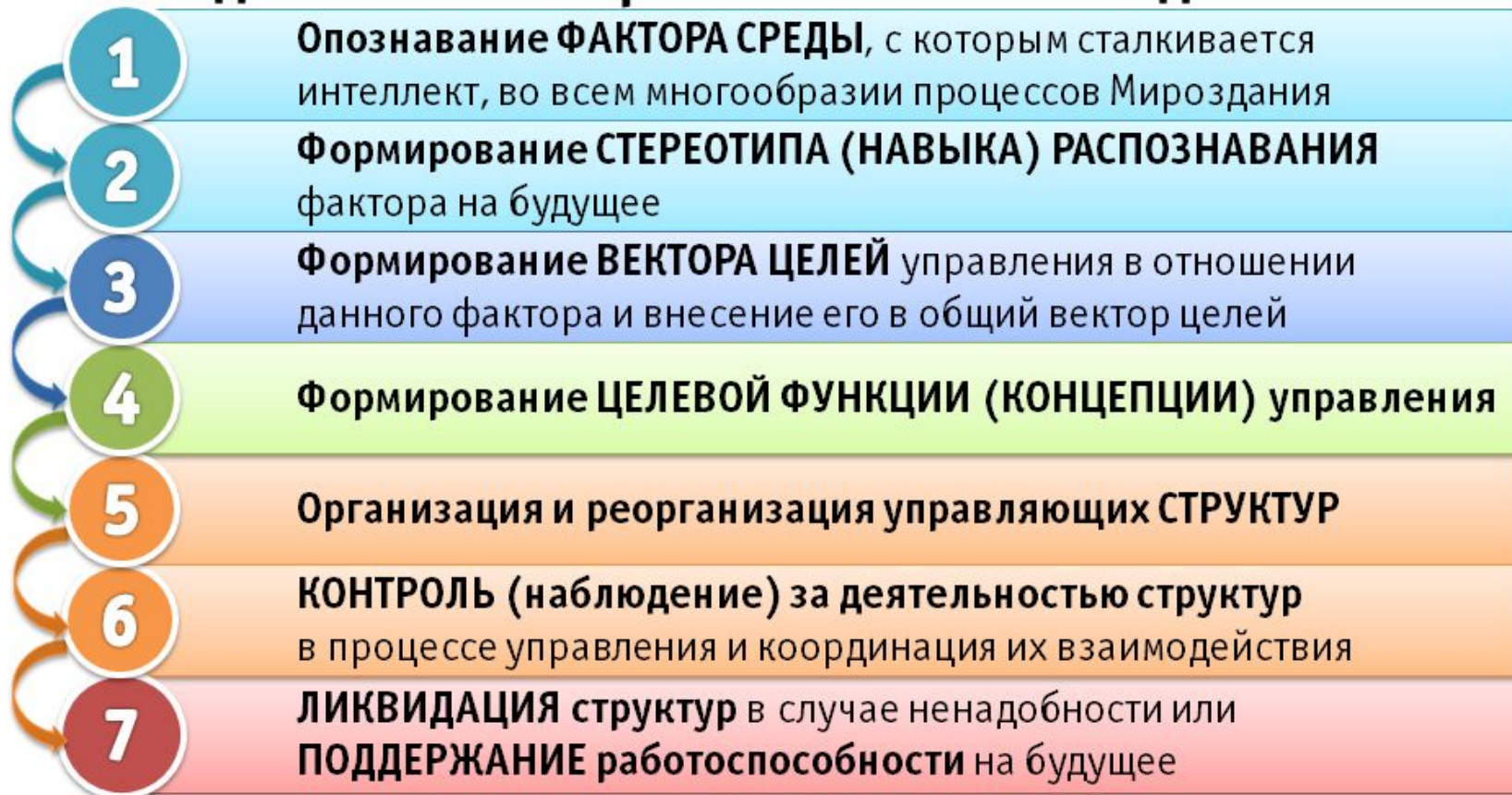


## 2.6. Достаточно общая теория управления (ДОТУ)

# Полная функция управления

Описывает циркуляцию информации в процессе управления от момента формирования субъектом вектора целей до завершения процесса управления

## Последовательность разнокачественных действий:



Пункты 1 и 7 всегда присутствуют

Промежуточные между ними можно объединить или разбить ещё более детально

## Тема 3

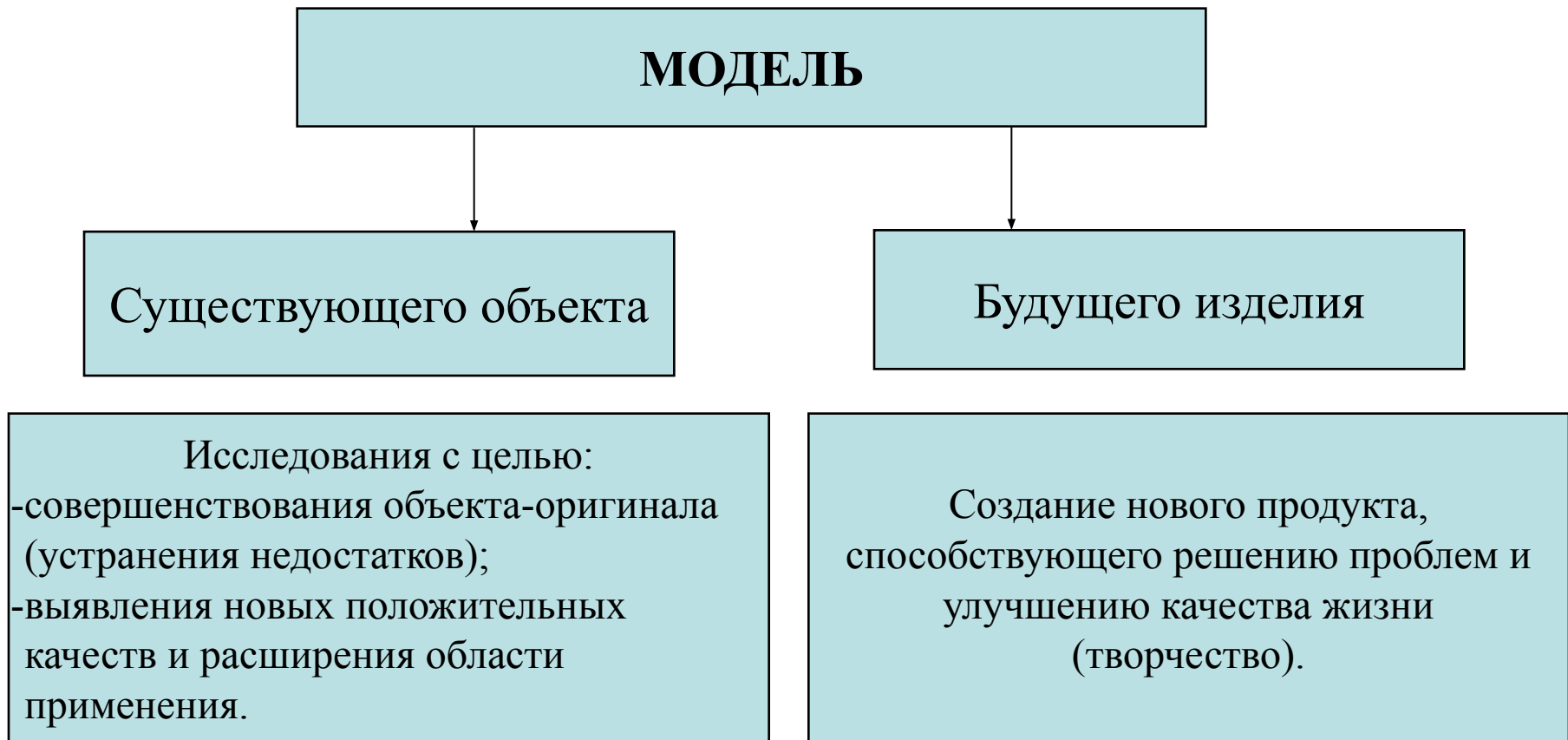
Моделирование – один из основных методов  
теоретического и экспериментального  
исследования

**Модель** – это образ моделируемого объекта и алгоритмика его поведения и преобразования при взаимодействии с другими объектами, запечатлённые на материальном носителе отличном от объекта-оригинала.

При этом:

- 1 – модель обеспечивает более удобное и доступное изучение объекта-оригинала, чем его непосредственное рассмотрение (идеализация);
- 2 – степень детализации образа и алгоритмики объекта-оригинала зависит от условий задачи (абстрагирование);
- 3 – переход от объекта-оригинала к модели осуществляется по правилам теории подобия (масштабные эффекты);
- 4 – образ и алгоритмика объекта-оригинала и модели имеют однозначное соответствие и описываются на удобном для понимания языке (в системе кодирования), например, языком математики, логики и др.;
- 5 – в качестве материального носителя могут выступать помимо прочего листок бумаги (чертежи, схемы), нейроны головного мозга человека (мировоззрение/миропонимание), кристаллы микросхем и дисплея компьютера и др.

**МОДЕЛЬ ≡ ОБРАЗ моделируемого объекта + АЛГОРИТМИКА моделируемого объекта + МАТЕРИАЛЬНЫЙ НОСИТЕЛЬ (Триединство: Материя, Информация, Мера)**



**Моделирование** – это исследование моделируемого объекта-оригинала путём (1) построения его модели, (2) изучения её свойств при взаимодействии с другими объектами и (3) переноса полученных сведений (информации и алгоритмики) на моделируемый объект.

## ОБЩАЯ СХЕМА МОДЕЛИРОВАНИЯ

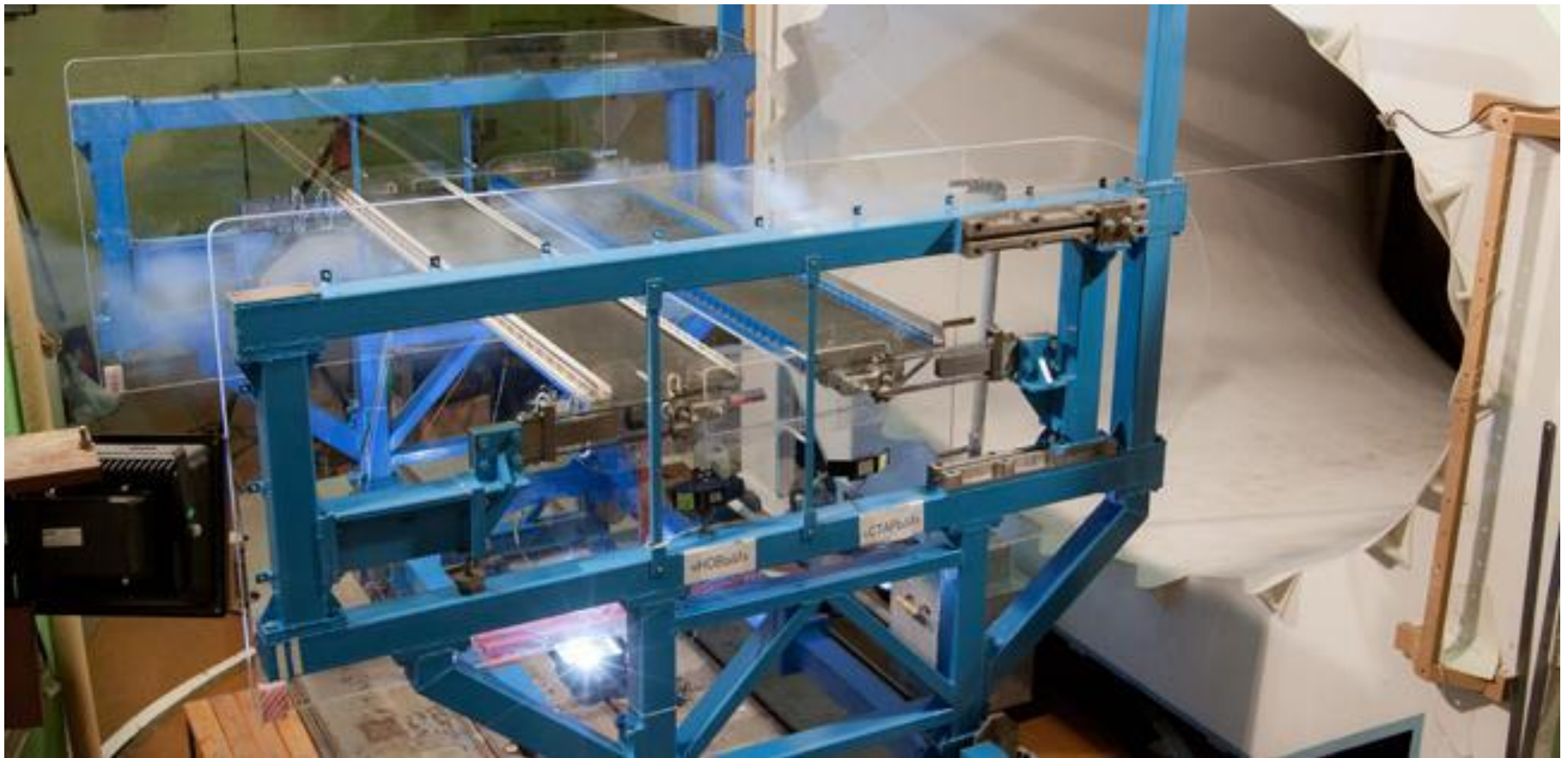


## ЦЕЛЬ МОДЕЛИРОВАНИЯ:

**Предсказать** поведение объекта в реальных условиях под воздействием внешней среды, внутренних изменений, а также управления.

## ПРИМЕНЯЮТ В СЛУЧАЯХ:

1. Когда реальные **размеры и стоимость** изделий велики. Например, моделирование работы гидроэлектростанций, мостов, высотных зданий, подвергающихся сейсмическим воздействиям, изучение на моделях эксплуатационных качеств самолётов, их аэродинамических характеристик.
2. Когда **скорость протекания** исследуемого процесса либо **слишком велика** (штамповка взрывом, нагрев деталей с высокими скоростями, интенсивный импульсный нагрев и т.п.), либо процесс протекает **медленно** (процессы ползучести и релаксации материалов, геологические процессы и т.д.).
3. Когда значения эксплуатационных параметров (давления, температуры или плотности тепловых потоков, скорости) слишком велики и их **непосредственное воспроизведение** чрезвычайно затруднено. Например, для моделирования процесса пластического деформирования металлов при высоких температурах в качестве модельного материала применяют сплав алюминия и свинца. Эксперимент проводят при существенно более низких температурах, а результаты переносятся на заданные высокотемпературные условия и материалы.

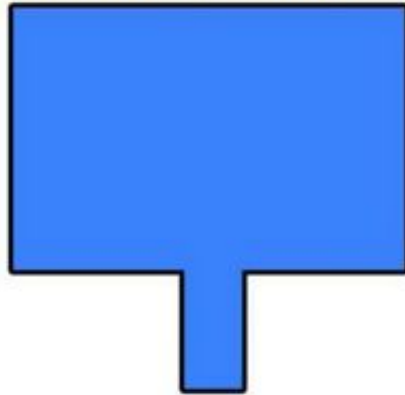


Испытание двух моделей автодорожных мостов через р. Дон у г. Аксай (Ростовская обл.) на аэроупругую устойчивость в ветровом потоке (Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н. Е. Жуковского).

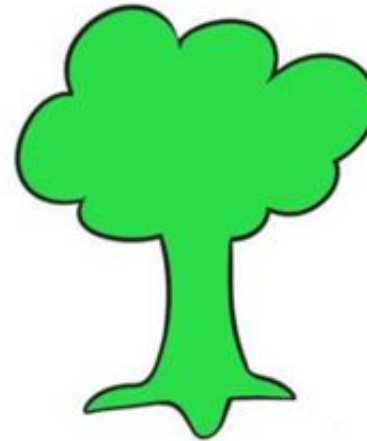


# ПРОБЛЕМА: адекватность модели объекту-оригиналу и объективной реальности в целом

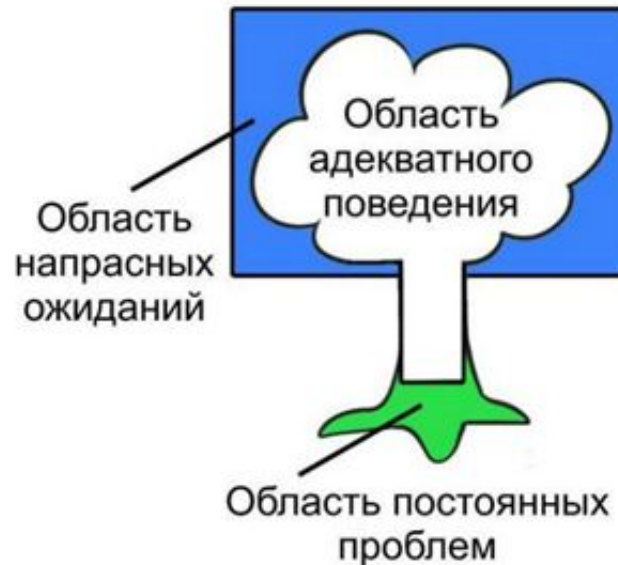
Модель объекта



Объект

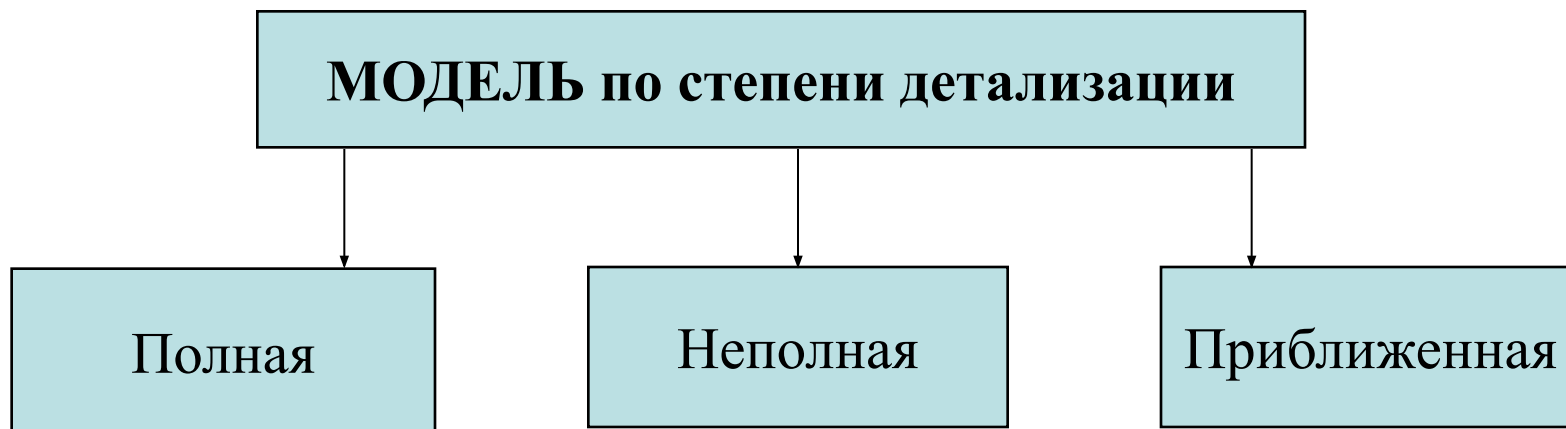


Результат наложения модели и объекта



## КЛАССИФИКАЦИЯ:

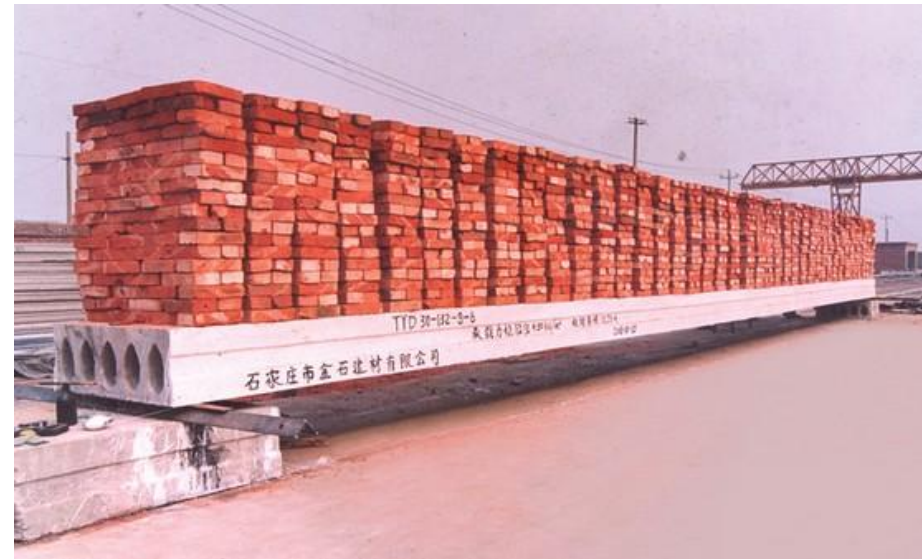
1. По степени детализации образа и алгоритмики.
2. По виду материального носителя.
3. По виду языка описания моделируемого объекта.
4. По виду критерия подобия при переходе от моделируемого объекта-оригинала к модели.





Полная

Неполная



Приближенная

# МОДЕЛЬ по виду материального носителя

Физическая («реальная»)

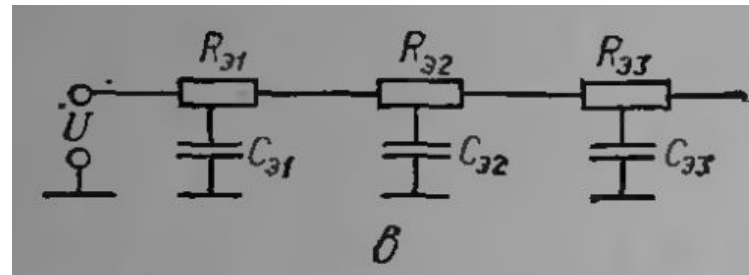
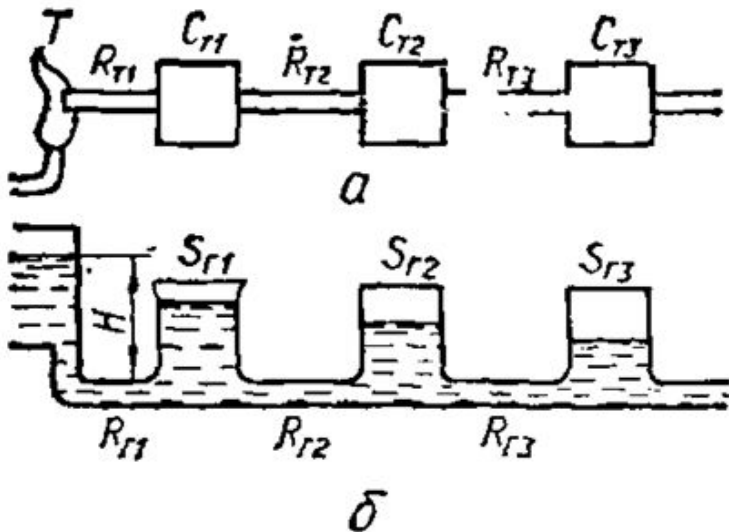
Независимая («идеальная»)

Идентичная

Аналогичная

Основная

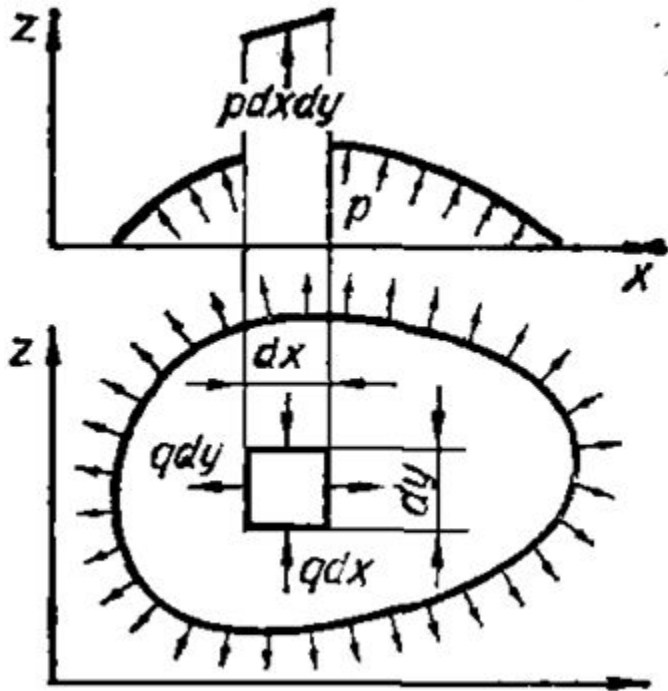
Условно  
аналогичная



К определению независимой условно аналогичной модели:  
а – тепловая система (основная модель); б – гидравлическая система – условный аналог тепловой системы; в – электрическая система – то же условный аналог той же тепловой системы.

Параметр основной модели (тепловой системы)	Параметр-аналог в гидравлической системе	Параметр-аналог в электрической системе
Температура, $T$	Гидростатический напор, $H$	Напряжение электрического поля, $U$
Тепловое сопротивление материала, $R_T$	Гидравлическое сопротивление соединительных трубок, $R_T$	Электрическое сопротивление резистора, $R_э$
Тепловая ёмкость материала, $C_T$	Площадь горизонтального сечения ёмкости, $S_T$	Электрическая ёмкость конденсаторов, $C_э$

## Моделирование явлений, описываемых уравнением Пуассона

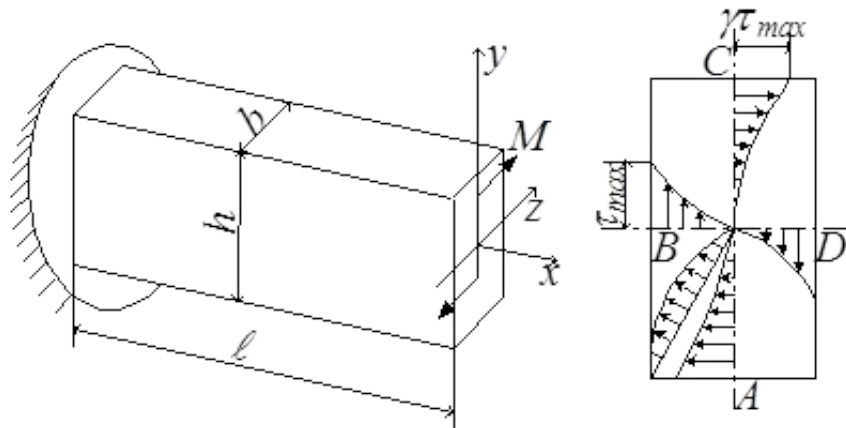


$$\frac{\partial^2 z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 z}{\partial y^2} + \frac{p}{q} = 0 \quad (1)$$

Схема к «мембранной аналогии (метод Прандтля)» – условный аналог

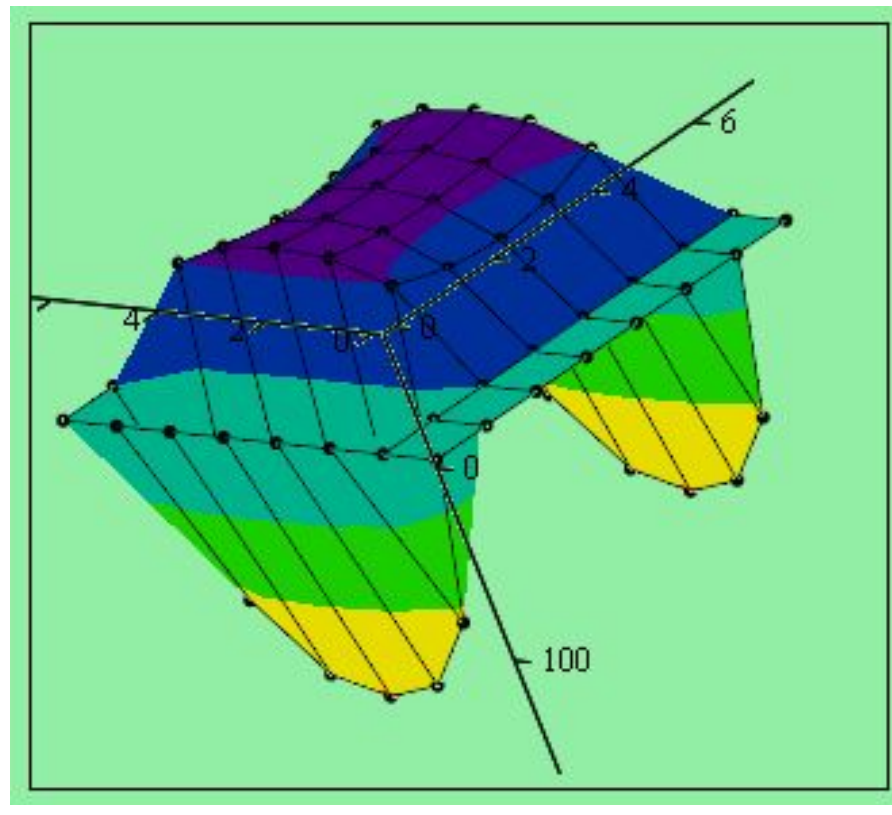
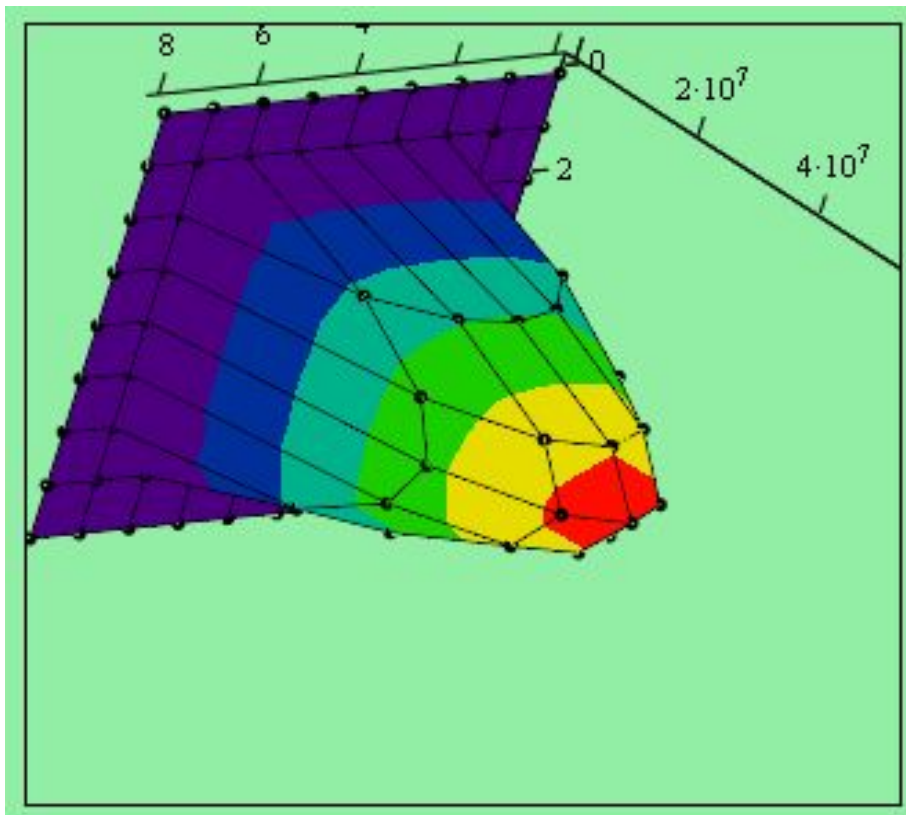
- НДС в сечении скручиваемых стержней;
- установившееся тепловое состояние тел, излучаемых или поглощающих теплоту;
- электрические, магнитные и другие поля при наличии в них внутренних источников выделения или поглощения энергии и др.

(1)



$$\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} + 2G\Theta = 0 \quad (2)$$

U – функция напряжений при кручении; G – модуль сдвига;  $\Theta$  – угол сдвига



## Моделирование явлений, описываемых уравнением Лапласа

$$\nabla^2 U = 0 \quad (3)$$

$\nabla^2$  – оператор Лапласа;  $U$  – потенциал поля

- электростатическое поле, постоянное магнитное, постоянное электрическое и другие токовые поля без распределённых источников поля;
- стационарное тепловое поле без распределённых источников теплоты;
- движение невихревой жидкости (ламинарное течение).



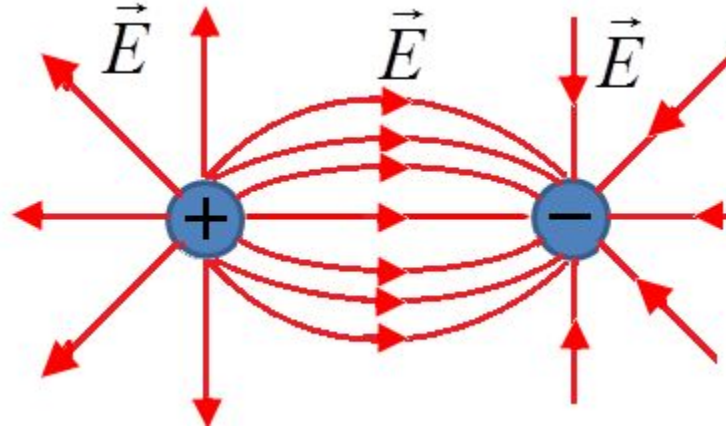
## УРАВНЕНИЕ ДЛЯ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} = 0, \quad (4)$$

где  $u$  – электростатический потенциал в Вольтах;  $x, y, z$  - координаты.

**Электростатическое поле** - поле - поле, созданное неподвижными в пространстве и неизменными во времени электрическими зарядами - поле, созданное неподвижными в пространстве и неизменными во времени электрическими зарядами (при отсутствии электрических токов - поле, созданное неподвижными в пространстве и неизменными во времени электрическими зарядами (при отсутствии электрических токов).

Электрическое поле, созданное неподвижными электрическими зарядами. Электрическое поле, созданное неподвижными электрическими зарядами.



вид материи - поле, изменными во времени электрических токов). д материи, связанный с зарядов друг на друга.

УРАВНЕНИЕ ДЛЯ СТАЦИОНАРНОГО ТЕПЛОВОГО ПОЛЯ:

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} = 0, \quad (5)$$

где  $T$  – температура в градусах.



# ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАСШТАБОВ МЕЖДУ МОДЕЛЬЮ - УСЛОВНЫМ АНАЛОГОМ (ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОЕ ПОЛЕ) И МОДЕЛЬЮ - ОРИГИНАЛОМ (ТЕПЛОВОЕ ПОЛЕ)

Предположим, что в паре сходственных точек электростатического и теплового поля

$$x_T = k_x x_u, y_T = k_y y_u, z_T = k_z z_u \quad (6)$$

существует равенство

$$T = k_u u \quad (7)$$

$k_x, k_y, k_z$  - коэффициенты подобия между геометрическими параметрами,

$k_u$  - коэффициент подобия между физическими параметрами

$$(6) \text{ и } (7) \rightarrow (5) \Rightarrow \frac{\partial^2 (k_u u)}{k_x \partial x_u^2} + \frac{\partial^2 (k_u u)}{k_y \partial y_u^2} + \frac{\partial^2 (k_u u)}{k_z \partial z_u^2} = 0,$$

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x_u^2} + \left(\frac{k_x}{k_y}\right)^2 \frac{\partial^2 u}{\partial y_u^2} + \left(\frac{k_x}{k_z}\right)^2 \frac{\partial^2 u}{\partial z_u^2} = 0, \quad (8)$$

$$\frac{k_x}{k_y} = 1, \quad \frac{k_x}{k_z} = 1, \quad k_x = k_y = k_z$$

**Вывод:** при рассмотренном условно-аналоговом моделировании масштабы модели не зависят от выбора масштаба физических величин, который может быть произвольным. Для обеспечения подобия необходимо, чтобы масштабы линейных размеров по всем трём координатам были одинаковыми.

Модель деформирования упруго-вязких материалов Максвелла (мёд, пластмассы, каучук, бетон и т.п.):

1 – пружина, моделирующая упругие свойства; 2 – элемент (цилиндр с вязкой жидкостью, сжимаемой поршнем), моделирующий вязкие свойства.

$$P = E\varepsilon + \eta \frac{d\varepsilon}{dt}; \quad \varepsilon = \frac{P}{E} \left[ 1 - \exp\left(-\frac{Et}{\eta}\right) \right]$$

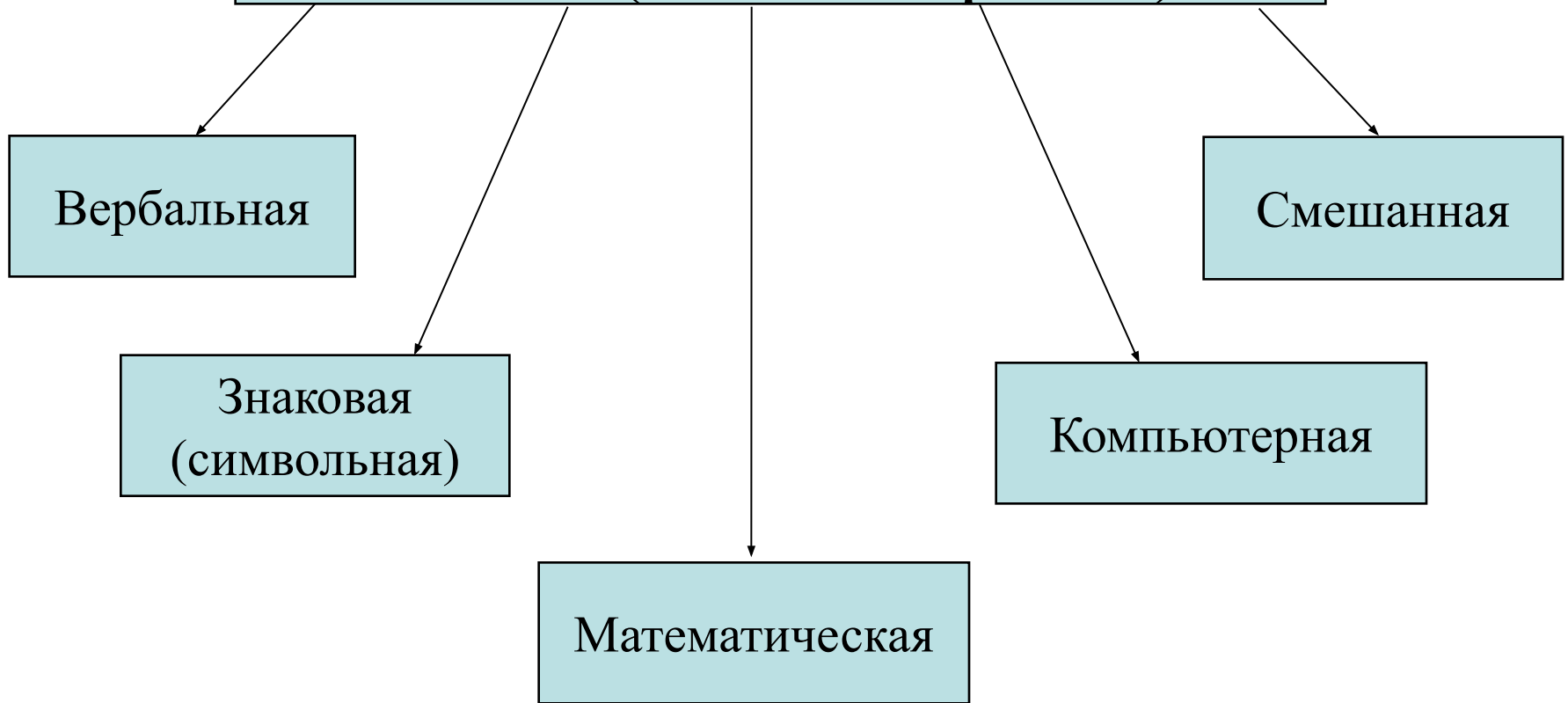
где  $P$  – приложенная нагрузка;  $\varepsilon$  – относительная деформация пружины;  $E$  – модуль упругости первого рода;  $\eta$  – коэффициент кинематической вязкости;  $t$  – время.

**Детерминированная модель:** одному значению исследуемого (контрольного) параметра (например, деформации) соответствует одно значение переменного (управляющего) параметра (например, нагрузки).

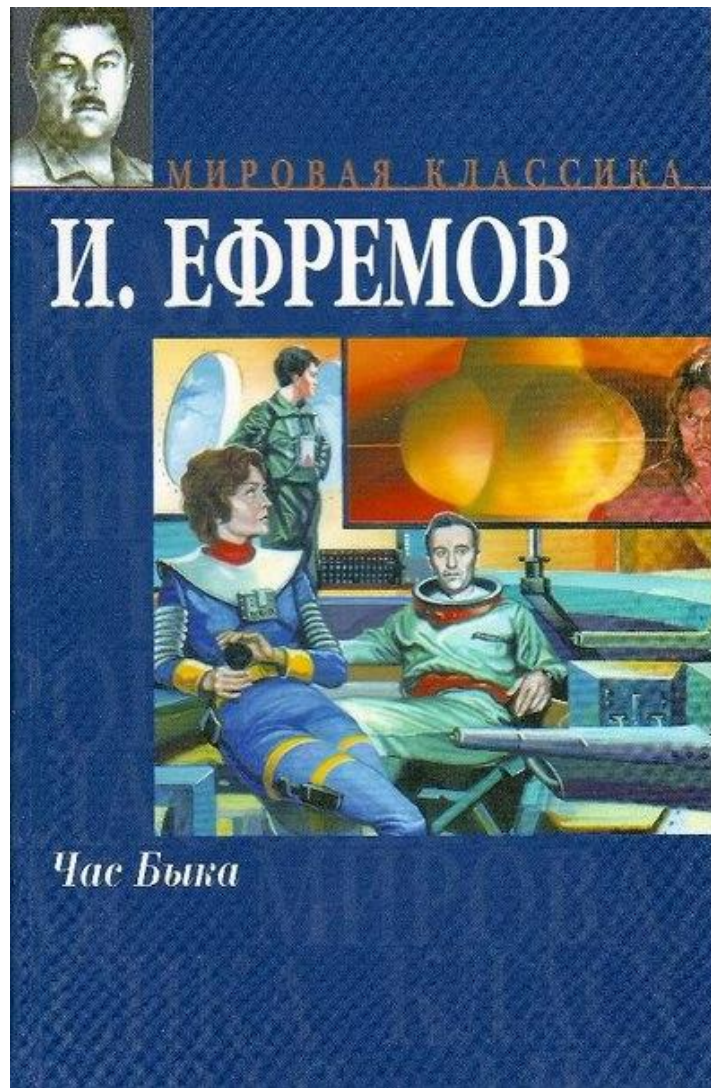
## Тема 4

# Моделирование (продолжение)

**Независимая МОДЕЛЬ по типу языка описания (системы кодирования)**



# Вербальная независимая модель

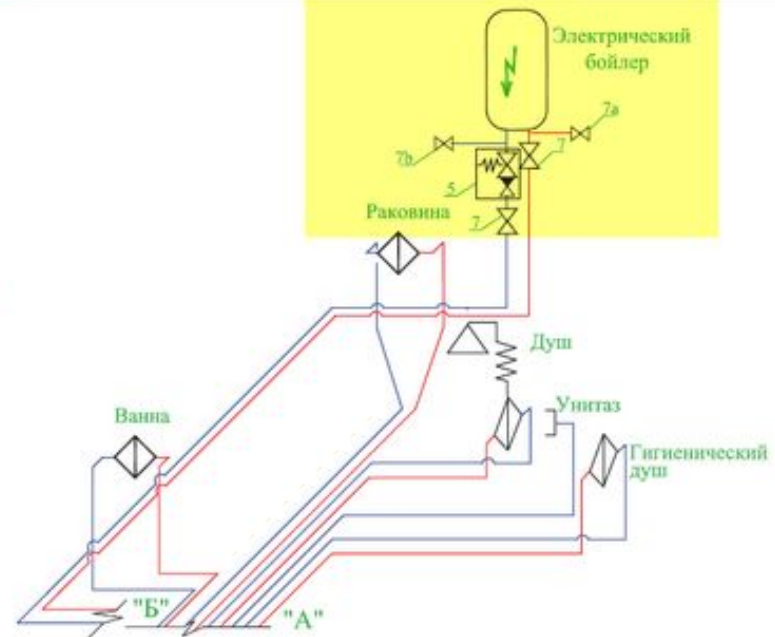
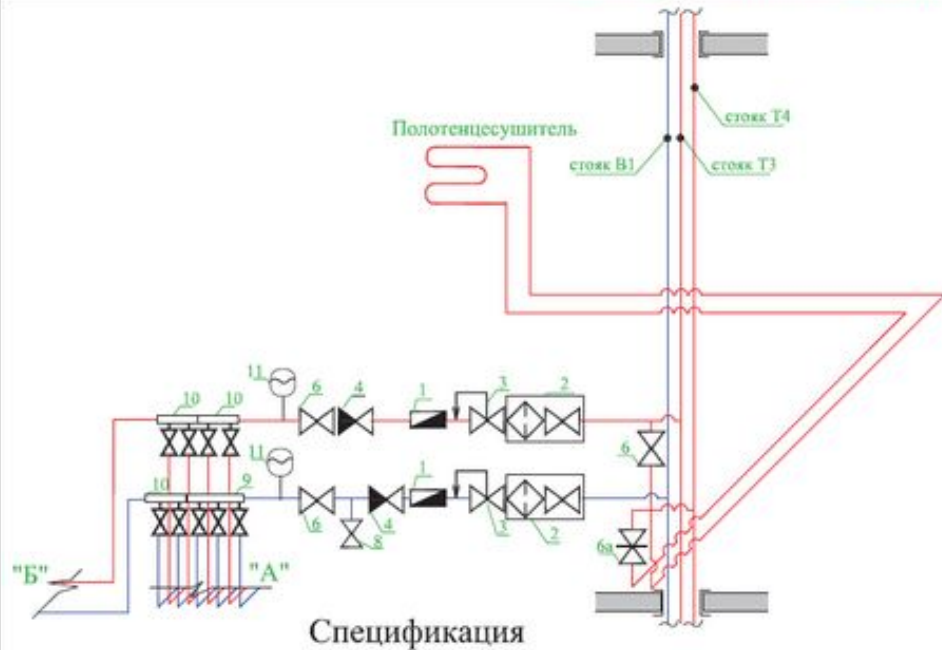




# Знаковая (символьная) независимая модель

## АКСОМЕТРИЧЕСКАЯ СХЕМА ВОДОСНАБЖЕНИЯ САУЗЛА №2 КОЛЛЕКТОРНАЯ РАЗВОДКА

## ВОДОПРОВОД



№ поз.	Наименование	Артикул	Изготовитель	Ед. изм.	Кол-во
1	Водосчетчик			шт.	4
2	Кран с фильтром			шт.	4
3	Редуктор давления			шт.	4
4	Клапан обратный			шт.	4
5	Группа безопасности бойлера			шт.	2

№ поз.	Наименование	Артикул	Изготовитель	Ед. изм.	Кол-во
7	Кран шаровой			шт.	4
7a	Кран вентиляционный			шт.	2
7b	Кран слива бойлера			шт.	2
8	Кран дренажный			шт.	2
9,10	Коллекторы с шаровыми кранами			шт.	10

# Математическая независимая модель

## Математическая модель поведения бетона и железобетона в условиях ударно-волнового нагружения

Система уравнений, описывающих движение пористой упругопластической среды [1–3], имеет вид

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt} \int_V \rho dV = 0, \quad \frac{d}{dt} \int_V \rho \mathbf{u} dV = \int_S \mathbf{n} \cdot \boldsymbol{\sigma} dS, \quad (1) \\ \frac{d}{dt} \int_V \rho E dV = \int_S \mathbf{n} \cdot \boldsymbol{\sigma} \cdot \mathbf{u} dS, \quad \mathbf{e} = \frac{\mathbf{s}^J}{2\mu} + \lambda \mathbf{s}, \\ \mathbf{s} : \mathbf{s} = \frac{2}{3} \sigma_T^2, \quad p = \frac{1}{\alpha} \left[ \frac{c_0^2 \rho_0 (1 - \gamma_0 \eta / 2) \eta}{(1 - s_0 \eta)^2} + \rho_0 \gamma_0 \varepsilon \right], \end{aligned}$$

где  $t$  – время;  $V$  – объем интегрирования;  $S$  – его поверхность;  $\mathbf{n}$  – единичный вектор внешней нормали;  $\rho$  – плотность;  $\boldsymbol{\sigma} = -p \mathbf{g} + \mathbf{s}$  – тензор напряжений;  $\mathbf{s}$  – его девиатор;  $p$  – давление;  $\mathbf{g}$  – метрический тензор;  $\mathbf{u}$  – вектор скорости;  $E = \varepsilon + \mathbf{u} \cdot \mathbf{u} / 2$  – удельная полная энергия;  $\varepsilon$  – удельная внутренняя энергия;  $\mathbf{e} = \mathbf{d} - (\mathbf{d} : \mathbf{g}) \mathbf{g} / 3$  – девиатор тензора скоростей деформаций;  $\mathbf{d} = (\nabla \mathbf{u} + \nabla \mathbf{u}^T) / 2$  – тензор скоростей деформаций;  $\mathbf{s}^J = \dot{\mathbf{s}} + \mathbf{s} \cdot \boldsymbol{\omega} - \boldsymbol{\omega} \cdot \mathbf{s}$  – производная девиатора тензора напряжений в смысле Яуманна – Нолла;  $\mu = \mu_0 (1 - \xi) [1 - (6\rho_0 c_0^2 + 12\mu_0) \xi / (9\rho_0 c_0^2 + 8\mu_0)]$ ,  $\sigma_T = Y_0 / \alpha + kp$  – эффективные модуль сдвига и предел текучести;  $\boldsymbol{\omega} = (\nabla \mathbf{u}^T - \nabla \mathbf{u}) / 2$  – тензор вихря;  $\rho_0, c_0, \mu_0, Y_0, k, s_0$  – константы материала матрицы;  $\eta = 1 - \rho_0 \nu / \alpha$ . Параметр  $\lambda$  исключается с помощью условия текучести.

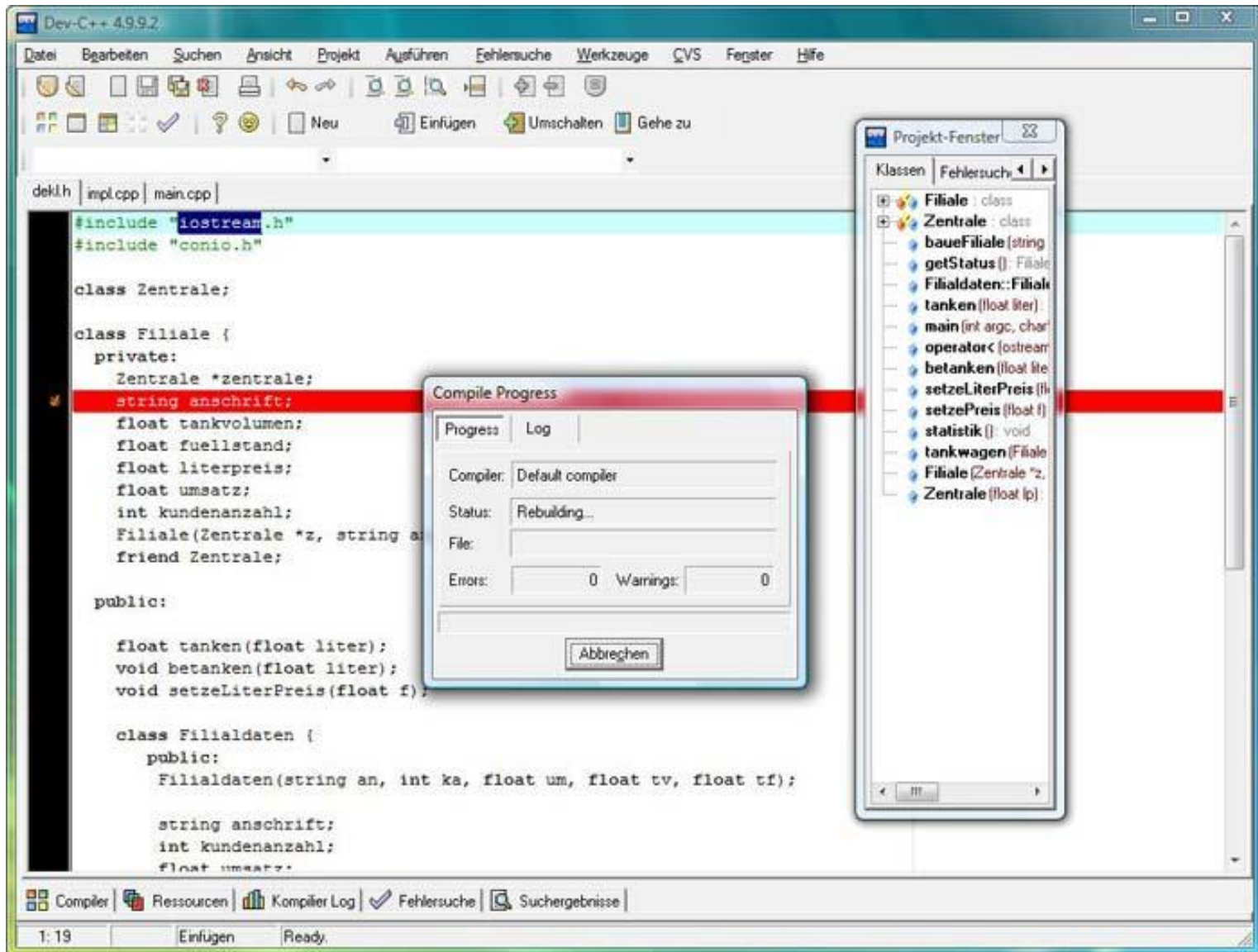
## Формальное определение математической модели

Любая математическая модель позволяет по заданным исходным данным найти значения интересующих исследователя параметров моделируемого объекта, т.е. суть моделирования заключается в отображении некоторого заданного допустимого множества значений  $\Omega_X$  входных параметров  $X$  на допустимое множество значений  $\Omega_Y$  выходных параметров  $Y$ , тогда математическая модель – это есть некоторый математический оператор:

$$A: X \rightarrow Y, X \in \Omega_X, Y \in \Omega_Y$$

В зависимости от природы моделируемого объекта элементами множеств  $\Omega_X$  и  $\Omega_Y$  могут быть: числа, векторы, функции, функционалы, множества и др.

# Компьютерная независимая модель



## Информационная модель

**Информационная модель** – это исторически сложившееся название особого класса **компьютерных моделей** (по сути все модели несут в себе образ объекта-оригинала, то есть информацию и, поэтому все модели так или иначе можно называть информационными). Тем не менее, информационная модель – это, по существу, автоматизированный справочник, реализованный с помощью систем управления базами данных (СУБД).

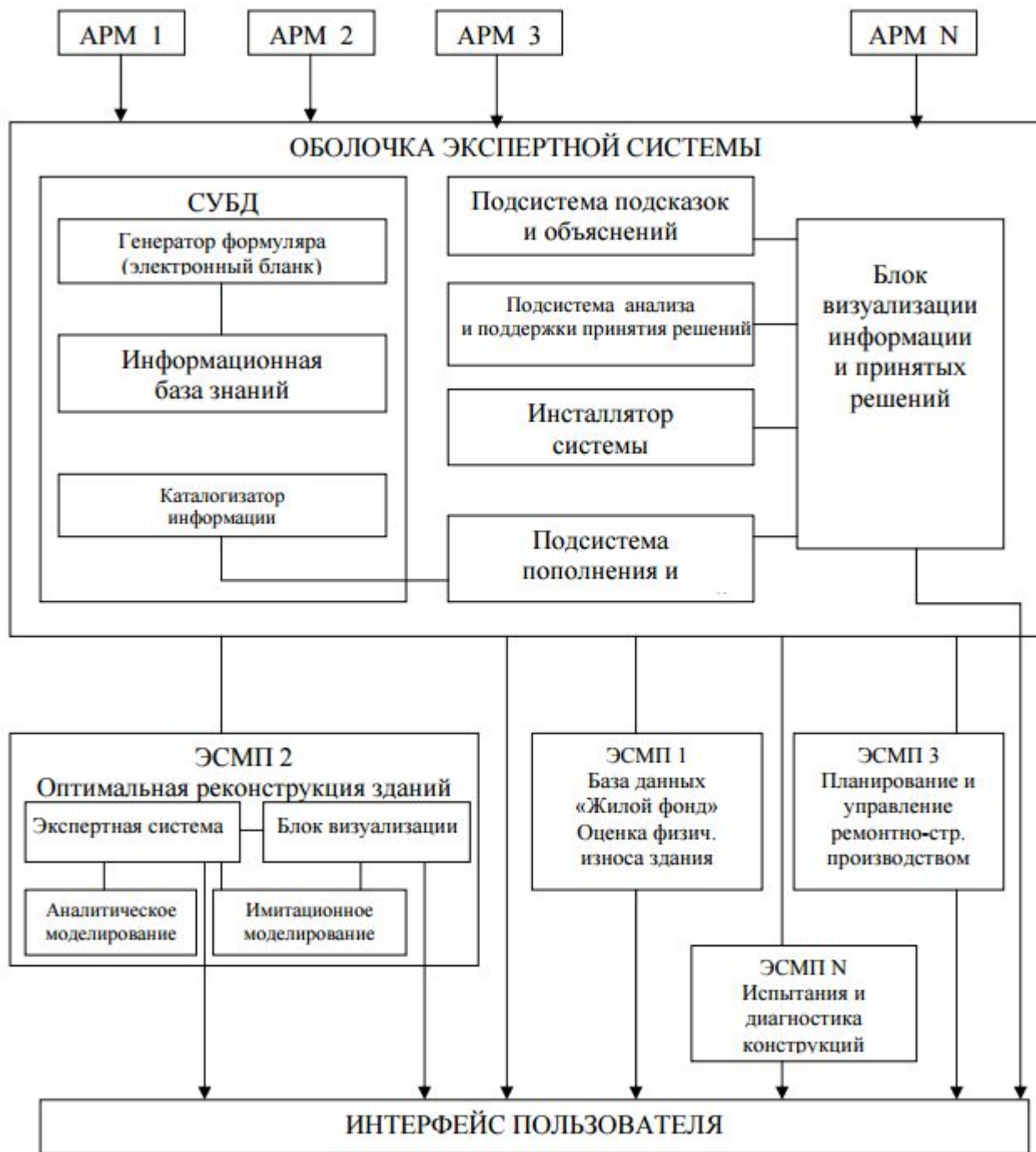
По формальному запросу эти модели позволяют найти любую, имеющуюся в базе данных (БД) информацию, однако они не могут генерировать **новое знание, отсутствующее в БД.** Для это в информационную модель необходимо ввести специальные математические алгоритмы – операторы типа

$$A: X \rightarrow Y, X \in \Omega_x, Y \in \Omega_y$$

тогда информационная модель перейдёт в разряд **экспертной системы.**

# Экспертная система

- **Экспертная система** (ЭС, [англ. expert system](#)) — компьютерная система, способная частично заменить специалиста-эксперта в разрешении проблемной ситуации. Современные экспертные системы начали разрабатываться исследователями [ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА](#)) — компьютерная система, способная частично заменить специалиста-эксперта в разрешении проблемной ситуации. Современные экспертные системы начали разрабатываться исследователями искусственного интеллекта в 1970-х годах, а в 1980-х получили коммерческое подкрепление. Предшественники экспертных систем были предложены в [1832 году](#)) — компьютерная система, способная частично заменить специалиста-эксперта в разрешении проблемной ситуации. Современные экспертные системы начали разрабатываться исследователями искусственного интеллекта в 1970-х годах, а в 1980-х получили коммерческое подкрепление. Предшественники экспертных систем были предложены в 1832 году [С. Н. Корсаковым](#), создавшим механические устройства, так называемые «интеллектуальные машины», позволявшие находить решения по заданным условиям, например определять наиболее подходящие лекарства по наблюдаемым у пациента симптомам заболевания.
- В [информатике](#) В информатике экспертные системы рассматриваются совместно с [базами знаний](#) В информатике экспертные системы рассматриваются совместно с базами знаний как модели поведения [экспертов](#) В информатике экспертные



Структурная схема экспертной системы диагностики и ремонта (реконструкции) зданий (ЭС "Реконструкция зданий")

## Целостная информационная модель изделия



Основной принцип работы «APS-Предприятие» – построение единой информационной модели производства изделия. Система позволяет организовать параллельную работу производственных, планово-экономических, конструкторских и технологических подразделений предприятия в едином информационном пространстве.

«APS-предприятие» – это автоматизированная система комплексной подготовки, планирования и диспетчирования, нацеленная на улучшение качества процесса производства продукции.



# CALS-технологии

- **CALS-технологии** ([англ. Continuous Acquisition and Life cycle Support](#) — непрерывная информационная поддержка поставок и жизненного цикла) — современный подход к проектированию и производству высокотехнологичной и наукоёмкой продукции, заключающийся в использовании компьютерной техники и современных информационных технологий на всех стадиях [жизненного цикла изделия](#), обеспечивающая единообразные способы управления процессами и взаимодействия всех участников этого цикла: заказчиков продукции, поставщиков/производителей продукции, эксплуатационного и ремонтного персонала, реализованная в соответствии с требованиями системы [международных стандартов](#), регламентирующих правила указанного взаимодействия преимущественно посредством электронного обмена данными.
- **CALS-технологии** – это унификация и стандартизация спецификаций промышленной продукции на всех этапах ее жизненного цикла. Одна из наиболее известных реализаций **CALS-технологии** разработана фирмой Computervision – технология EPD (Electronic Product Definition) и ориентирована на поддержку процессов проектирования и эксплуатации изделий машиностроения.

## **Технологию EPD реализуют:**

**CAD (Computer Aided Design)** – система автоматизированного проектирования;

**CAM (Computer Aided Manufacturing)** – автоматизированная система технологической подготовки производства;

**CAE (Computer Aided Engineering)**– система моделирования и расчетов;

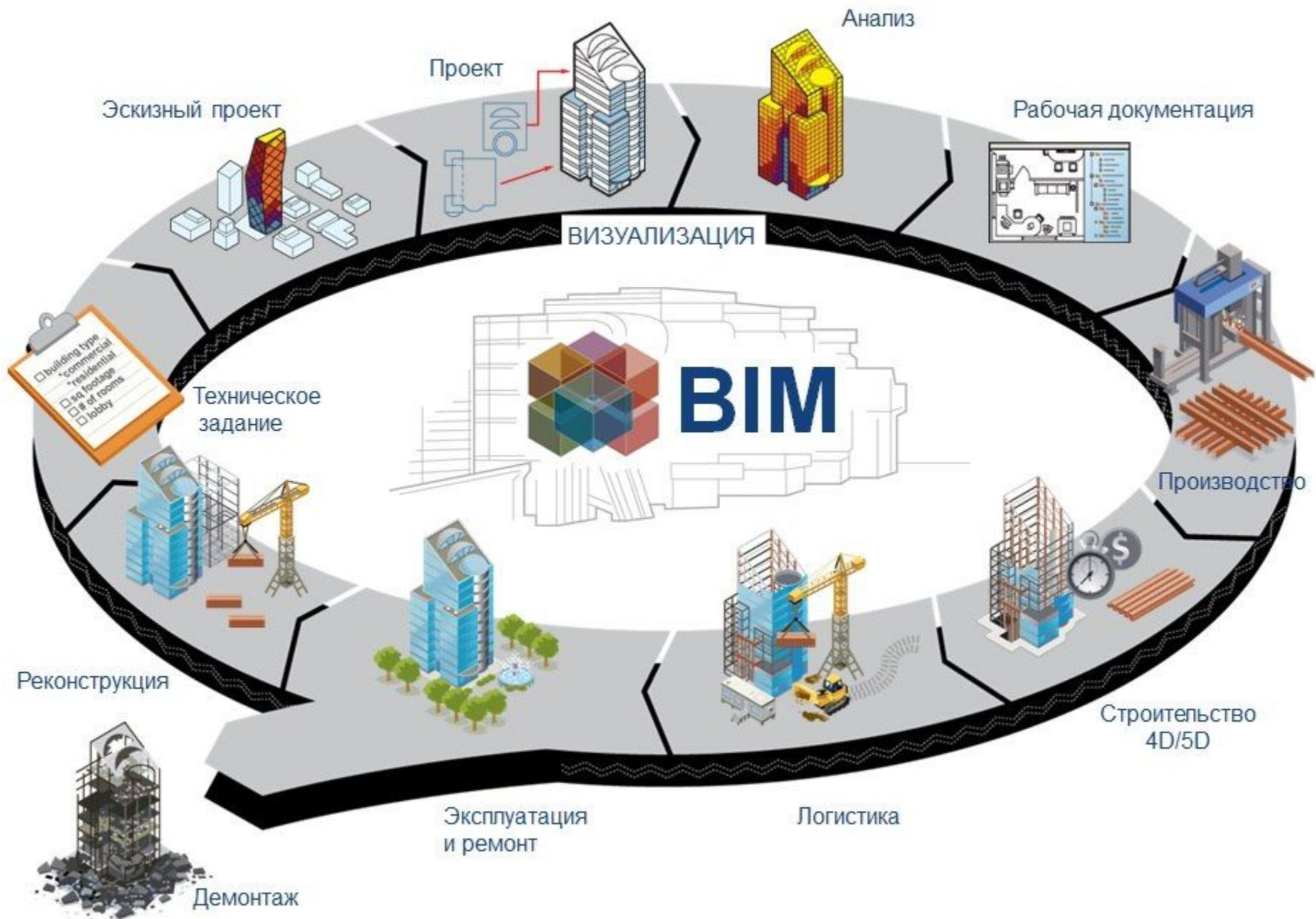
**CAPE (Concurrent Art-to-Product engineering)**– система поддержки параллельного проектирования;

**PDM (Product Data Manager)**– система управления проектными данными, представляющая собой специализированную СУБД (DBMS – Data Base Management System);

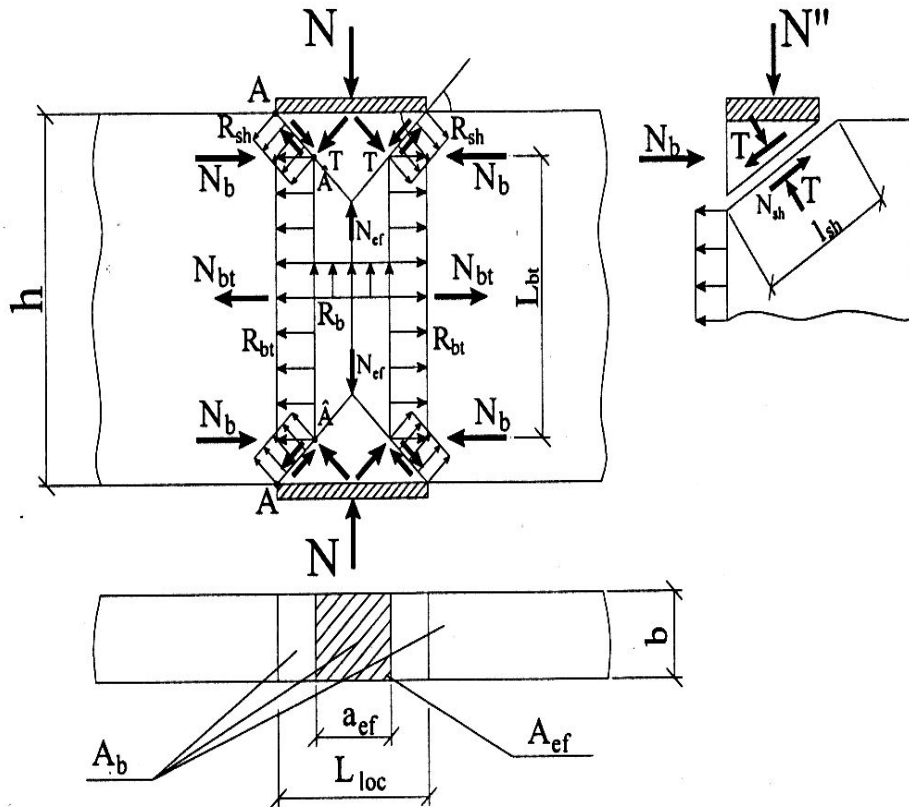
**3D Viewer** – система трехмерной визуализации;

**CADD (Computer Aided Design Documents)**– система документирования;

**CASE (Computer Aided Software (System) Engineering)** – система разработки и сопровождения программного обеспечения; методики обследования и анализа функционирования предприятия;



# Смешанная независимая модель



$$N \leq N_{ult} = (R_{bt} b L_{bt} \cos \alpha + 2 R_{sh} b L_{sh}) / \sin \alpha + R_b b a_{ef}$$

# КЛАССИФИКАЦИЯ ВИДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ

Моделирование систем

Детерминированное

Стохастическое

Статическое

Динамическое

Дискретное

Дискретно-непрерывное

Непрерывное

Мысленное

Реальное

Наглядное

Символич.

Математич.

Натурное

Физическое

Гипотетическое

Аналоговое

Макетирование

Языковое

Знаковое

Аналитическое

Комбинированное

Имитационное

Научно –  
эксперим.

Комплекс.испыт.

Произв.эксперим.

В реальном  
масштабе времени

В нереальном  
масштабе времени

# Замкнутая система



# Замкнутая система



# Задачи управления

1

## Задача управления

Мы хотим управлять объектом сами

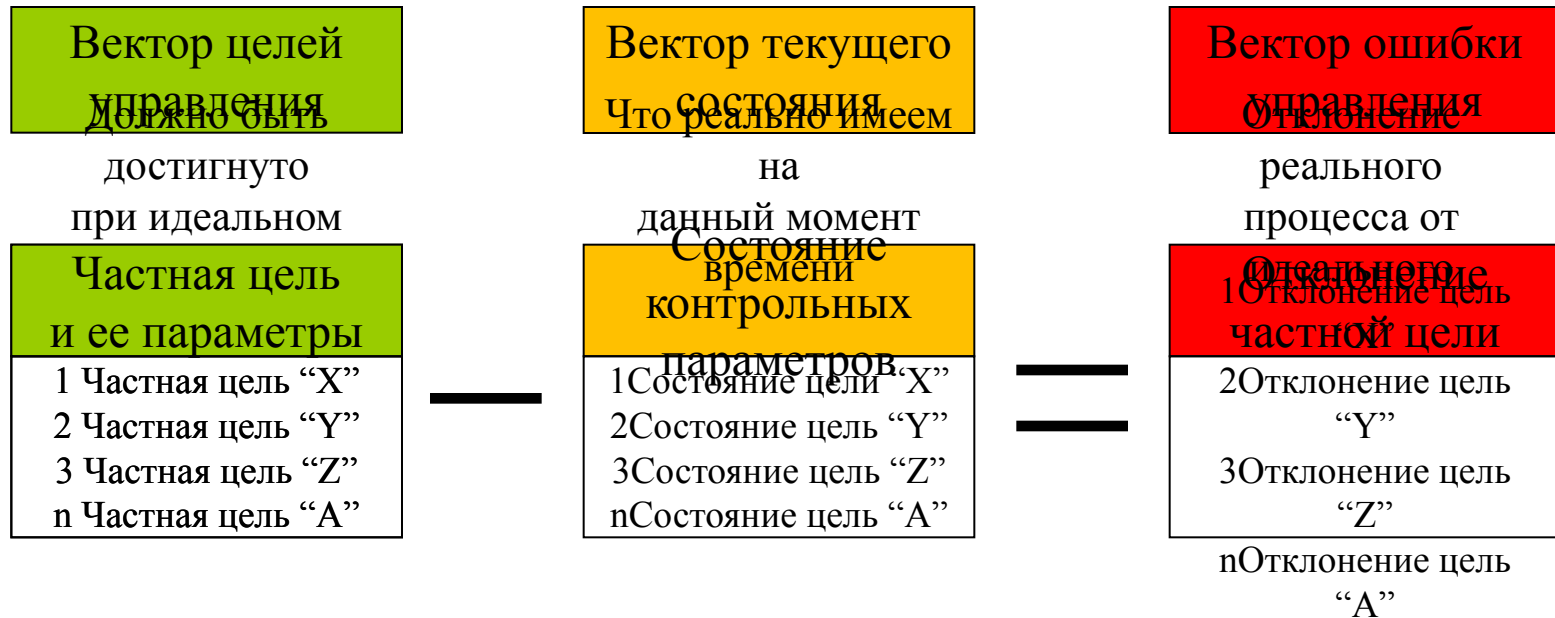
2

## Задача самоуправления

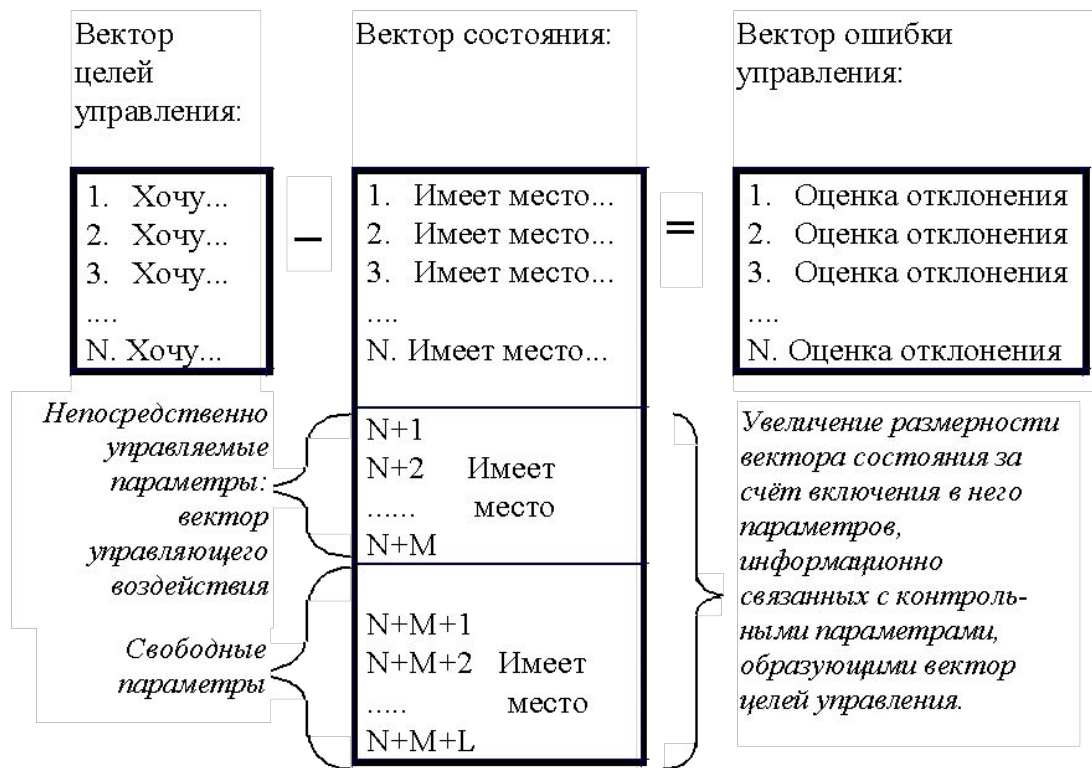
Мы хотим чтобы объект управлялся в нужном нам режиме без нашего непосредственного вмешательства

## Три вектора управления

Для обеих задач нужны 3 набора информации







1, ... , N — Контрольные параметры объекта управления (процесса) в порядке, обратном вынужденному отказу от осуществления избранных *определённых* целей;

N+1, ... , N+M+L — Параметры, связанные с контрольными в матрице возможных состояний;

N+1, ... , N+M — Непосредственно управляемые параметры (вектор управляющего воздействия); также возможен частный случай, когда все или некоторые непосредственно управляемые параметры имеют индексы не превосходящие N.

N+M+1, ... , N+M+L — Свободные параметры, все объективно возможные значения которых признаются допустимыми.

1. **Обследование объекта моделирования и формулировка технического задания на разработку модели**  
*(содержательная постановка задачи)*

2. **Концептуальная и математическая постановка задачи**

3. **Качественный анализ и проверка корректности модели**

4. **Выбор и обоснование выбора методов решения задачи**

5а. **Поиск решения**  
**(аналитические методы)**

5б. **Разработка алгоритма решения и исследование его свойств, реализация алгоритма на ЭВМ**

6. **Проверка адекватности модели**

7. **Практическое использование построенной модели**



## **Контрольный опрос №1**

- 1. Какие задачи , стоящих перед строительной отраслью, на Ваш взгляд, являются самыми важными? Назовите хотя бы две.**
- 2. Охарактеризуйте модель того объекта, что Вы исследуете в рамках магистерской диссертации, согласно приведённым в учебном курсе классификациям (можно принять произвольный объект, но в русле специализации).**
- 3. Любой вопрос лектору.**

## Тема 5

# Теория подобия в моделировании

Основа моделирования – **ТЕОРИЯ ПОДОБИЯ** - учение об условиях **подобия** физических явлений. Опирается на учение о размерности физических величин.

*Подобие* – взаимно однозначное соответствие между двумя объектами – оригиналом (натурой) и его моделью, при котором функции перехода от параметров, характеризующих один из объектов, к параметрам другого объекта, известны, а математические описания этих объектов могут быть преобразованы в тождественные.

$$\frac{P_i}{P'_i} = k_i$$

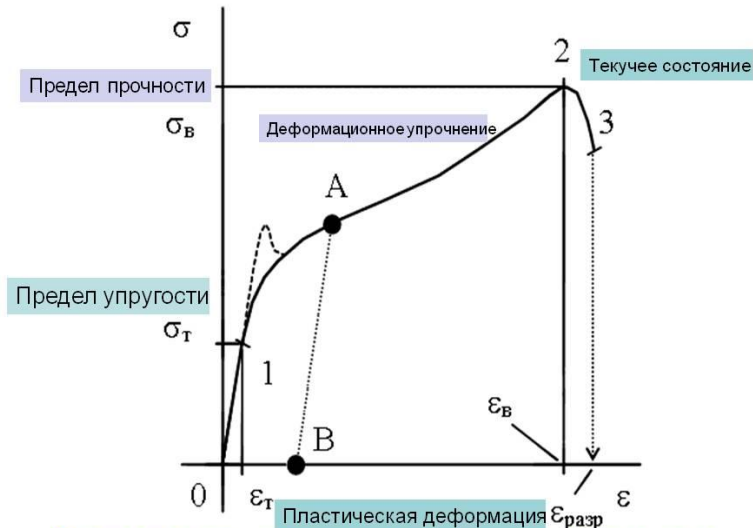
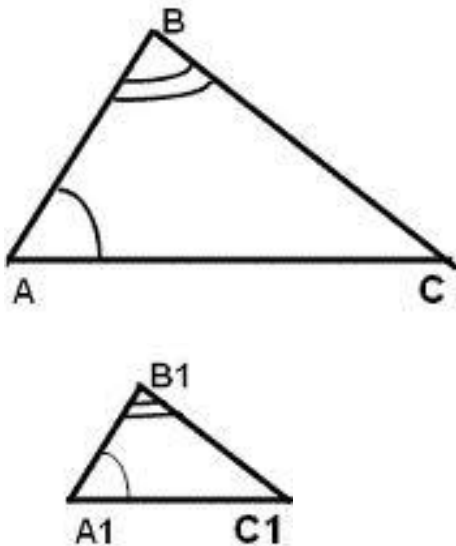
# Величины (частные меры)

Размерные

Безразмерные

Размерные: длина, время, сила, момент силы и т.д.

Безразмерные: углы, отношение двух длин, отношение квадрата длины к площади, отношение энергии к моменту силы, относительные деформации конструкции и т.д.



Зависимость напряжения от относительного удлинения при растяжении образца





В физике

– длина, [м], время, [с], и масса [кг]

В механике удобнее принять

– длину, [м], время, [с], и силу [Н].

С 1 января 1963 года в СССР введена единая международная система единиц СИ (SI, ГОСТ 9867).

# Основные единицы СИ

Единица	Обозн.	Величина	Определение <sup>1</sup>
<u>Метр</u>	м	<u>Длина</u>	Метр есть длина пути, проходимого светом в вакууме за интервал времени $1/299\,792\,458$ секунды
<u>Килограмм</u>	кг	<u>Масса</u>	Килограмм есть единица массы, равная массе международного прототипа килограмма
<u>Секунда</u>	с	<u>Время</u>	Секунда есть время, равное $9\,192\,631\,770$ периодам <u>излучения</u> , соответствующего переходу между двумя сверхтонкими уровнями основного состояния атома <u>цезия-133</u>
<u>Ампер</u>	А	<u>Сила электрического тока</u>	Ампер есть сила не изменяющегося тока, который при прохождении по двум параллельным прямолинейным проводникам бесконечной длины и ничтожно малой площади кругового поперечного сечения, расположенным в <u>вакууме</u> на расстоянии 1 м один от другого, вызвал бы на каждом участке проводника длиной 1 м силу взаимодействия, равную $2 \cdot 10^{-7}$ <u>НЬЮТОНОВ</u>
<u>Кельвин</u>	К	<u>Температура</u>	Кельвин есть единица термодинамической температуры, равная $1/273,16$ части <u>термодинамической температуры тройной точки воды</u>
<u>Моль</u>	моль	<u>Количество вещества</u>	Моль есть количество вещества системы, содержащей столько же структурных элементов, сколько содержится атомов в углероде-12 массой 0,012 кг
<u>Кандела</u>	кд	<u>Сила света</u>	Кандела есть <u>сила света</u> в заданном направлении источника, испускающего монохроматическое излучение частотой $540 \cdot 10^{12}$ <u>герц</u> , <u>энергетическая сила света</u> которого в этом направлении составляет $(1/683)$ <u>Вт/ср</u> .



# Размерности

Основные величины:

L – символ длины;  
M – массы;  
T – времени;  
K – силы.

Производные величины:

$L^2$  – размерность площади;  
 $L/T$  – размерность скорости;  
 $ML/T^2$  – размерность силы в  
физике (технике – K).

Общая формула размерности для всех физических величин

$$X = L^l M^m T^t$$

# **ВИДЫ ПОДОБИЯ при физическом моделировании**

**Геометрическое**

**Электродинамическое**

**Кинематическое**

**Тепловых  
процессов**

**Динамическое**

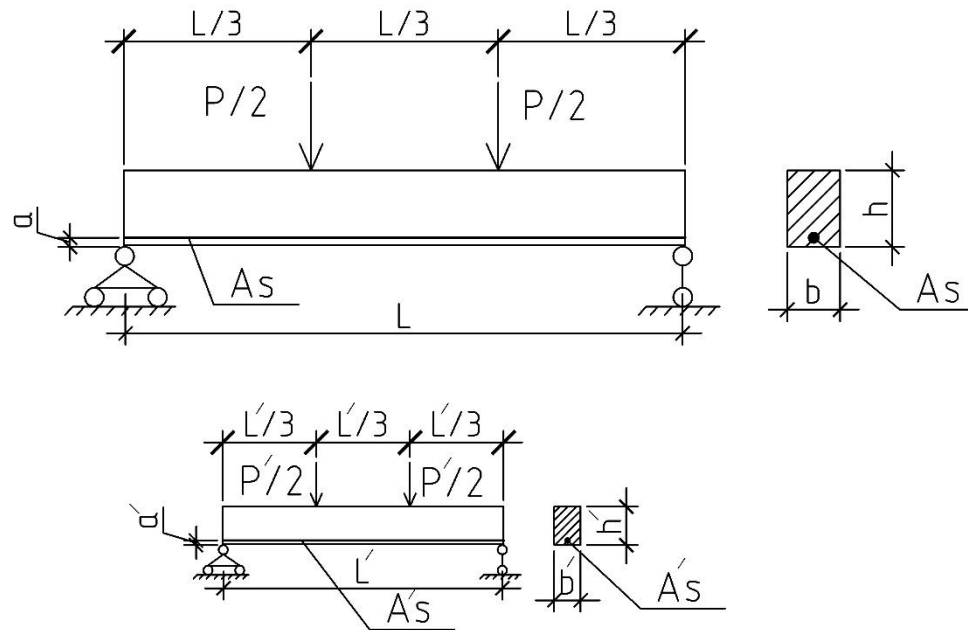
**Механическое**

## **УСЛОВИЯ выполнения физического подобия**

- модель и объект-оригинал должны быть геометрически подобны;
- действующие на модель нагрузки должны быть подобны нагрузкам, действующим на объект-оригинал;
- безразмерные величины (коэффициент Пуассона, коэффициент трения, относительные деформации и т.п.) для модели и объекта-оригинала должны быть одинаковыми;
- материал модели и объекта-оригинала может быть разным (аналогичная модель), но в исследуемой области связь напряжений и деформаций должны следовать линейному закону Гука (если материал проявляет нелинейные свойства, то необходимо рассматривать несколько различных дискретных состояний модели и объекта-оригинала, в границах каждого из которых выполняется линейный закон).

# ПРИМЕР

## механического подобия



- $L = k_L L'$ ,  $b = k_L b'$ ,  $h = k_L h'$ ,  $a = k_L a'$ ;  $A_S = k_L^2 A'_S$
- $P = k_F P'$
- $\nu = \nu'$ ,  $\varepsilon_b = \varepsilon'_b$ ,  $\varepsilon_{bt} = \varepsilon'_{bt}$ ,  $\varepsilon_s = \varepsilon'_s$
- $E_b = k_E E'_b$ ,  $E_s = k_E E'_s$ ,  $G_b = k_E G'_b$ ,  $G_s = k_E G'_s$  ( $\sigma'_b = \varepsilon'_b E'_b$ ,  $\sigma_b = \varepsilon_{bt} E_b$  и т.д.)

# ВИДЫ механического подобия

Простое

$$k_L = k_F = k_E$$

Расширенное

$$k_L \neq k_F \neq k_E$$

## Методика определения коэффициентов подобия:

**Основные величины:**  
(задают произвольно)

$L = k_L L'$  – длина  
 $K = k_F K'$  – сила  
 $(M = k_M M'$  – масса)  
 $T = k_T T'$  – время

**Производные величины:**  
(вычисляют)

$$k_V = \frac{v}{v'}, k_L = \frac{l}{l'}, k_T = \frac{t}{t'} \Rightarrow k_V = \frac{k_L}{k_T} \left( v = \frac{l}{t} \right)$$

$$k_F = \frac{F}{F'}, k_L = \frac{l}{l'}, k_T = \frac{t}{t'}, k_M = \frac{m}{m'} \Rightarrow k_F = \frac{k_L}{k_T} \left( F = ma = m \frac{v}{t} \right)$$

## Статическое моделирование НДС строительной конструкции

1.  $k_L = \frac{l}{l'} \longrightarrow k_E = \frac{E_b}{E'_b} \longrightarrow k_F = k_E k_L^2$

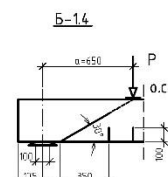
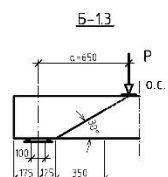
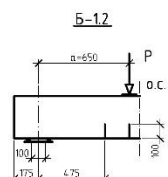
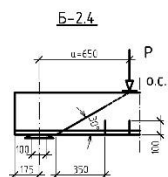
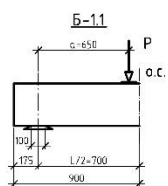
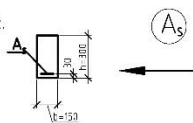
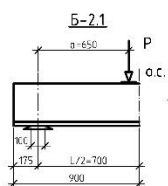
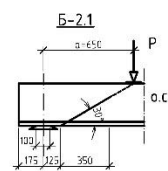
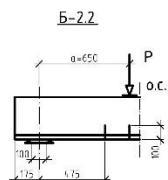
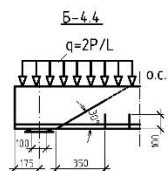
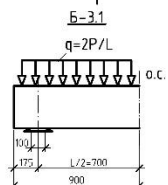
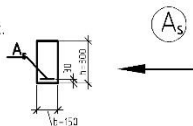
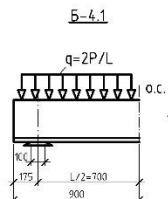
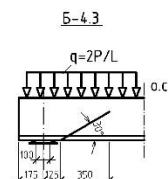
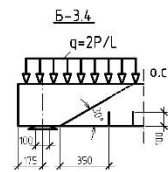
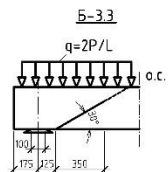
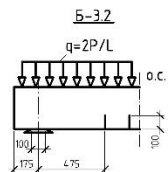
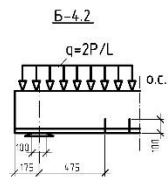
2.  $k_F = \frac{F}{F'} \longrightarrow k_E = \frac{E_b}{E'_b} \longrightarrow k_L = \sqrt{\frac{k_F}{k_E}}$

$$k_\Gamma = \frac{k_E}{k_L}$$

$$k_q = k_E k_L$$

$$k_\sigma = k_E$$

$$k_\varepsilon = 1$$



# Программа эксперимента

1 – вид нагрузки

2 – наличие или отсутствие продольной арматуры в растянутой зоне

3 – наличие или отсутствие нормальной трещины в средней части балки, где действуют максимальные изгибающие моменты

4 – наличие или отсутствие наклонной трещины в опорной части балки (с углом наклона  $\alpha=30^0$ )

## Физические критерии подобия

В механике число  
Ньютона:

$$F = ma = m \frac{l}{t^2} \longrightarrow Ne = \frac{Ft^2}{ml}$$

В теории упругости  
коэффициент Пуассона:

$$\nu = \frac{\varepsilon}{\varepsilon'} \quad \text{и числа:} \quad \frac{\rho gl}{E} \quad \frac{F}{El^2}$$

В гидромеханике число  
Рейнольдса:

$$Re = \frac{\rho vl}{\eta}$$

Для теплопереноса:

число Фурье

$$Fo = \frac{a}{l^2}$$

число Био

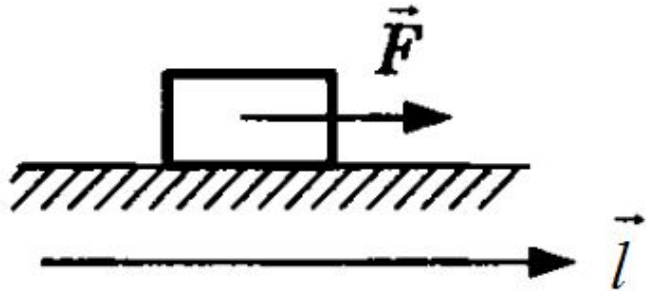
$$Bi = \frac{\alpha l}{\lambda}$$

число Кирпичникова

$$Ki = \frac{ql}{\lambda \Delta T}$$



**В механике число Ньютона:**

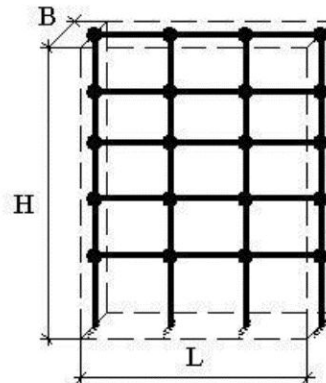
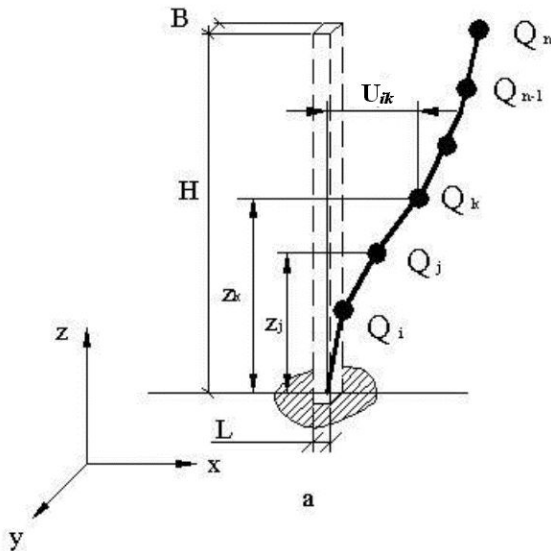


$$Ne = \frac{Ft^2}{ml} = \frac{A}{E_k} \quad A = F \cdot l \quad E_k = \frac{mv^2}{2}$$

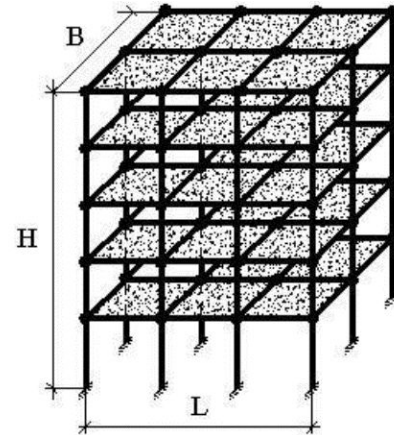
$$m_1 = k_M m_2, k_M > 1 \quad t_1 = k_T t_2, k_T = 1$$

$$\frac{F_1 t_1^2}{m_1 l_1} = \frac{F_2 t_2^2}{m_2 l_2} \longrightarrow \frac{F_2}{l_2} = \frac{k_T^2 F_1}{k_M l_1} \longrightarrow F_2 l_1 = \frac{k_T^2}{k_M} F_1 l_2$$

$$l_1 = k_L l_2, k_L > 1 \longrightarrow F_2 = \frac{k_T^2}{k_M k_L} F_1$$

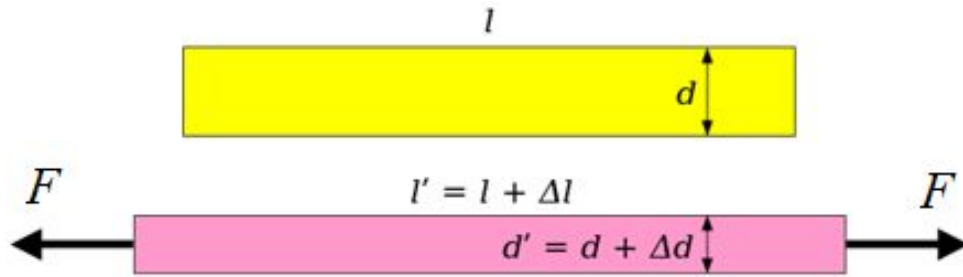


б



в

## В теории упругости коэффициент Пуассона:



$$\nu = \frac{\varepsilon}{\varepsilon'} \quad \varepsilon = \frac{\Delta l}{l} \quad \varepsilon' = \frac{\Delta d}{d}$$

$$l_1 = k_L l_2, k_L > 1 \quad \Delta l_1 = k_L \Delta l_2$$

$$d_1 = k_L d_2 \quad \Delta d_1 = k_L \Delta d_2$$

$$\nu_1 = \nu_2 \quad \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon'_1} = \frac{\varepsilon_2}{\varepsilon'_2} \longrightarrow \frac{\Delta l_1 d_1}{\Delta d_1 l_1} = \frac{\Delta l_2 d_2}{\Delta d_2 l_2} \longrightarrow \frac{\Delta l_1 d_1}{\Delta d_1 l_1} \equiv \frac{k_L^2}{k_L^2} \frac{\Delta l_1 d_1}{\Delta d_1 l_1}$$

$$F_1 = k_F F_2 \quad \sigma_1 = \frac{F_1}{S_1} \longrightarrow \sigma_2 = \frac{F_2}{S_2} = \frac{k_F}{k_L^2} \frac{F_1}{S_1} = \frac{k_F}{k_L^2} \sigma_1 \quad S_1 = k_L^2 S_2$$

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_2 \quad E_1 = k_E E_2 \longrightarrow \sigma_2 = \frac{k_F}{k_L^2} \sigma_1 = \frac{k_F}{k_L^2} E_1 \varepsilon_1 = \frac{k_F}{k_E k_L^2} E_2 \varepsilon_2 = \frac{k_F}{k_E k_L^2} \sigma_2 \longrightarrow k_F = k_E k_L^2$$

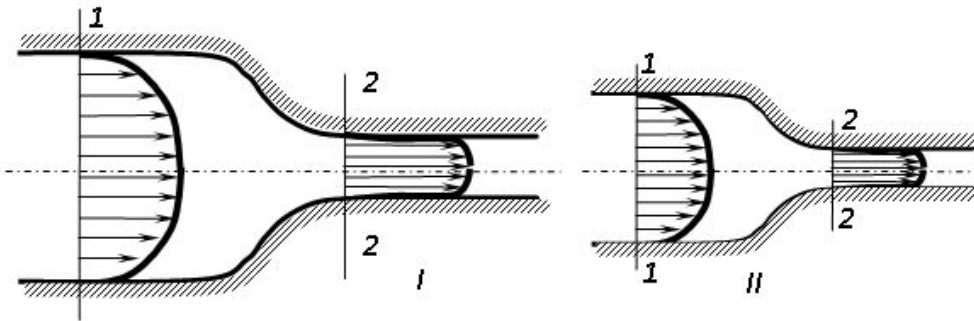
$$\sigma_1 = \sigma_2 \longrightarrow k_F = k_L^2$$

# Теоремы теории подобия

**1. Первая теорема подобия** устанавливает необходимые условия подобия: если физические явления подобны, то критерии подобия равны между собой.

$$\Pi_1 = \Pi_2 = \dots = \Pi_n = idem$$

$$Re_1 = \frac{\rho_1 v_1 l_1}{\eta_1}$$

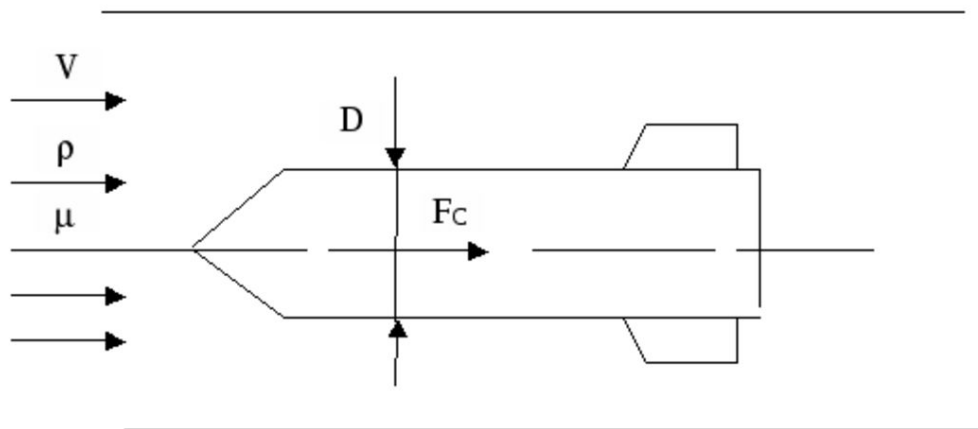


$$Re_2 = \frac{\rho_2 v_2 l_2}{\eta_2}$$

$$\frac{\rho_1 v_1 l_1}{\eta_1} = \frac{\rho_2 v_2 l_2}{\eta_2}$$

$$l_1 = k_L l_2, k_L > 1$$

**2. Вторая теорема подобия** устанавливает математическую структуру уравнений, описывающих физические явления: функциональная зависимость между величинами, характеризующими явление, может быть выражена в виде зависимости между критериями подобия, составленными из этих величин.



$$F_c = f(V, D, \rho, \mu)$$

$$\phi(V^a, D^b, \rho^c, \mu^d) = F_c$$

Наименование переменной	Обозначение	Размерность
Скорость жидкости	$V$	$LT^{-1}$
Характеристический размер	$D$	$L$
Плотность жидкости	$\rho$	$ML^{-3}$
Вязкость жидкости	$\mu$	$MT^{-1}L^{-1}$
Сила сопротивления	$F_c$	$LMT^{-2}$

$$\phi[(LT^{-1})^a, L^b, (ML^{-3})^c, (MT^{-1}L^{-1})^d] = MLT^{-2}$$

Условия однородности:

для M:  $c+d = 1$ ,

для L:  $a+b-3c-d = 1$ ,

для T:  $-a-d = -2$ .

Выразим все степенные коэффициенты через один:

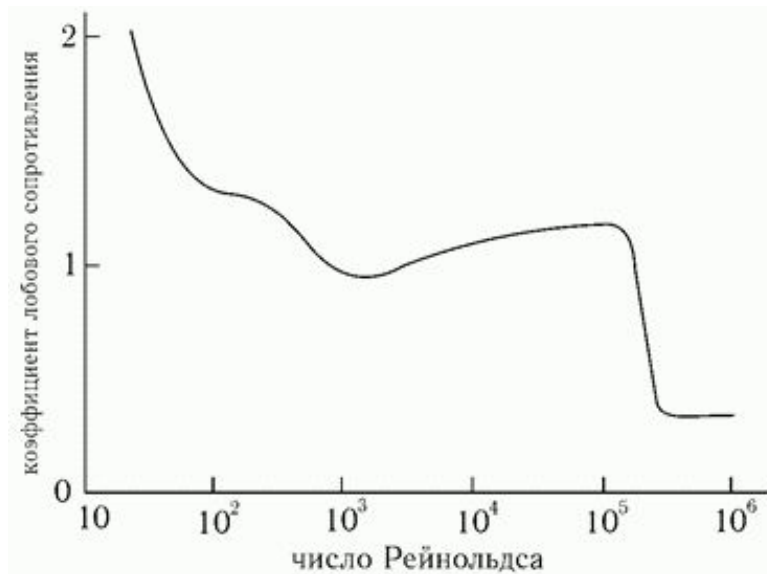
$$c = -d+1; b = 2-d; a = 2-d.$$

$$\phi(V^{2-d}, D^{2-d}, \rho^{1-d}, \mu^d) = F_c$$

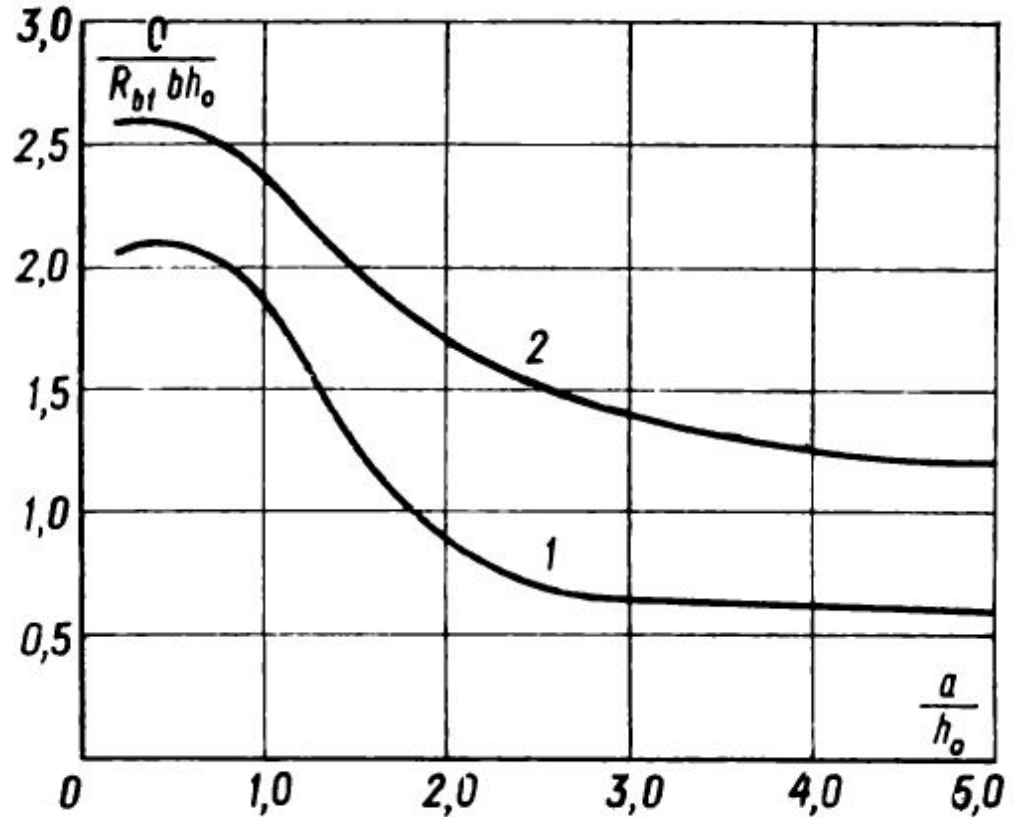
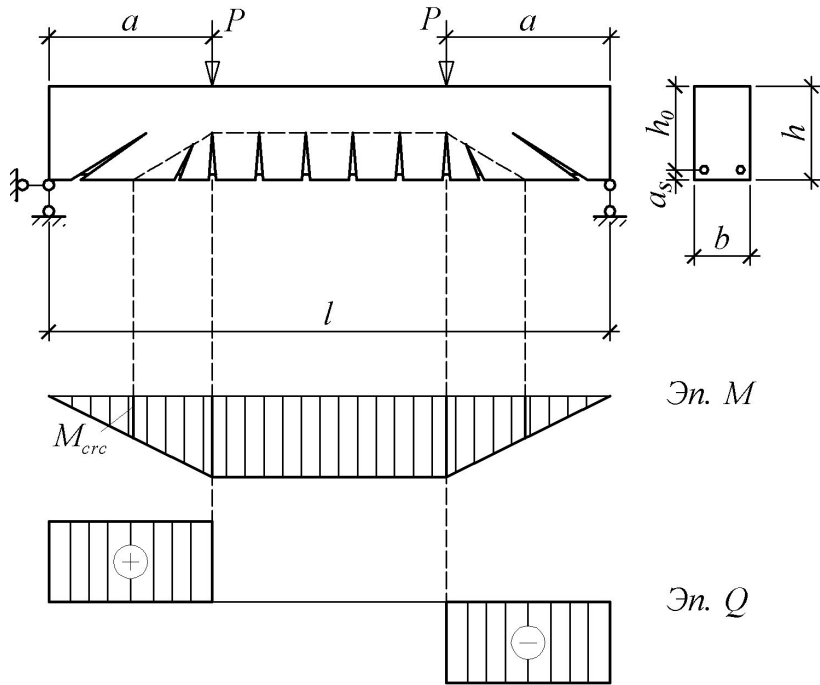
$$\phi(V^2/V^d, D^2/D^d, \rho/\rho^d, \mu^d) = F_c \longrightarrow \frac{F_c}{\rho V^2 D^2} = \phi'\left(\frac{\mu}{VD\rho}\right)$$

$$C_X = \phi'\left(\frac{1}{Re}\right)$$

$$Re = \frac{VD\rho}{\mu}$$



# Сопротивление железобетонных балок разрушению по наклонному сечению (действию перерезывающей силы $Q$ )

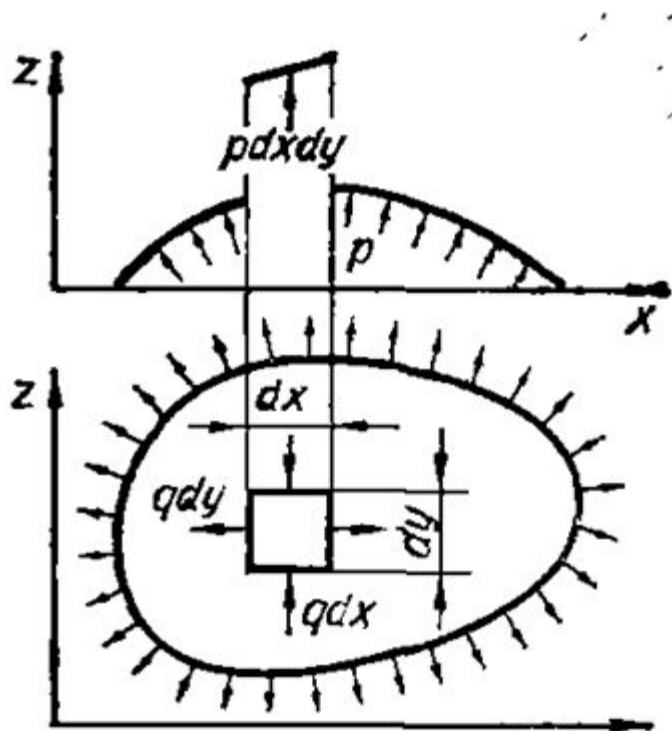


Зависимость несущей способности балок без поперечной (1) и с поперечной (2) арматурой от длины пролета среза.

$$\theta_{ult} = \frac{Q_{ult}}{R_{bt} b h_0} \quad \alpha_{sh} = \frac{a}{h_0}$$

**3. Третья теорема подобия** указывает достаточные условия подобия: два физических явления подобны, если они описываются одной и той же системой уравнений и имеют подобные граничные условия однозначности, а их определяющие критерии подобия численно равны.

## Моделирование явлений, описываемых уравнением Пуассона



$$\frac{\partial^2 z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 z}{\partial y^2} + \frac{p}{q} = 0$$

- НДС в сечении скручиваемых стержней;
- установившееся тепловое состояние тел, излучаемых или поглощающих теплоту;
- электрические, магнитные и другие поля при наличии в них внутренних источников выделения или поглощения энергии и др.

Схема к «мембранной аналогии (метод Прандтля)» – условный аналог

# Теория подобия при моделировании экономических систем

## Продуктообмен и стоимостной баланс

	<p style="text-align: center;"><b>Столбцы (<math>j=1 \rightarrow \dots \rightarrow N</math>):</b> потребление отраслью <math>j</math> производственных ресурсов (<i>строки:</i> <math>i= 1, \dots, N</math>) в процессе её собственного производства (расходы отрасли <math>j</math>)</p>	Отдача	Валовые (полные) мощности отраслей
<b>Строки (<math>N \leftarrow \dots \leftarrow i=1</math>):</b> распределение ресурсов, произво- димых отраслью $i$ (её доходы)	$a_{11}x_1 \quad a_{12}x_2 \quad \dots \quad a_{1j}x_j \quad \dots \quad a_{1N}x_N$ $a_{21}x_1 \quad a_{22}x_2 \quad \dots \quad a_{2j}x_j \quad \dots \quad a_{2N}x_N$ <p style="text-align: center;">..... <b>Блок «А»:</b> .....</p> <p style="text-align: center;">..... Производственный ..... ..... продуктообмен .....</p> $a_{i1}x_1 \quad a_{i2}x_2 \quad \dots \quad a_{ij}x_j \quad \dots \quad a_{iN}x_N$ <p style="text-align: center;">.....</p> $a_{N1}x_1 \quad a_{N2}x_2 \quad \dots \quad a_{Nj}x_j \quad \dots \quad a_{NN}x_N$	$f_1$ $f_2$ ... ... $f_i$ ... $f_N$	$x_1$ $x_2$  <b>Блок «Б»:</b> Управление производством  $x_i$ ... $x_N$
«Добавленная стоимость»	$v_1 \quad v_2 \quad \dots \quad v_j \quad \dots \quad v_N$  <b>Блок «В»:</b> Управление потреблением		

При **организационно-технологическом** подходе макроэкономическая система, рассматриваемая как объект управления, в процессе своего функционирования описывается хронологически преемственной последовательностью **межотраслевых и межрегиональных балансов** продуктообмена и финансового обмена.



**Блок «А»** содержит коэффициенты прямых затрат  $a_{ij}$  и характеризует производственный, организационно-технологически обусловленный продуктообмен, исходя из предположения, что закупки отраслью  $j$  продукции отрасли  $i$  пропорциональны валовому выпуску продукции отраслью  $j$ , т.е. пропорциональны величине  $x_j$ ;  $x_i$  — валовая (полная) мощность соответствующей отрасли  $i$  (количество продукции, произведённой ею в течение определённого срока времени, для которого составляется баланс);  $f_i$  — производимый ею конечный продукт, ради получения которого и ведётся производство.

$$\sum_{j=1}^N a_{ij} x_j + f_i = x_i$$

Т.е. валовая мощность отрасли равна производимому ею конечному продукту плюс поставки промежуточных продуктов другим отраслям, пропорциональные валовым мощностям каждой из них. В состав конечного продукта, кроме продукта, потребляемого в домашних хозяйствах, государством и иными общественными институтами, также включают средства производства (**инвестиционные продукты**), предназначенные для создания производственных мощностей, которые будут работать на последующих производственных циклах. Инвестиционные продукты в составе вектора  $f$  выпуска конечного продукта представляют собой управляющее воздействие в отношении производства на последующих циклах, что и отмечено в названии **блока «Б»**.

**Блок «В»** характеризует управление потреблением в пределах общества и опосредованно - управление производством, поскольку структура добавленной стоимости  $v_j$  — это функционально обусловленные расходы предприятий отраслей. При этом для баланса в целом выполняется соотношение:

$$\sum_{j=1}^N v_j = \sum_{i=1}^N f_i$$

Т.е. сумма добавленной стоимости  $v_j$  всех отраслей ( $j = 1 \div N$ ) равна суммарной стоимости конечного продукта  $f_i$ , произведённого всеми отраслями ( $i = 1 \div N$ ). И потому одна из задач управления макроуровня — согласование управления производством и управления потреблением, т.е. обеспечение взаимного соответствия структуры векторов  $v$  и  $f$ , а также — и соответствия им структуры реального (эффективного) платёжеспособного спроса на конечный продукт.

Отрасль	Уголь	Сталь
Уголь	0	3
Сталь	0.1	0

$$\begin{cases} x_1 - 3x_2 & = 2 \cdot 10^5 \\ -0,1x_1 + x_2 & = 5 \cdot 10^4 \end{cases}$$

Решение: 500 000 т угля и 100 000 т стали.

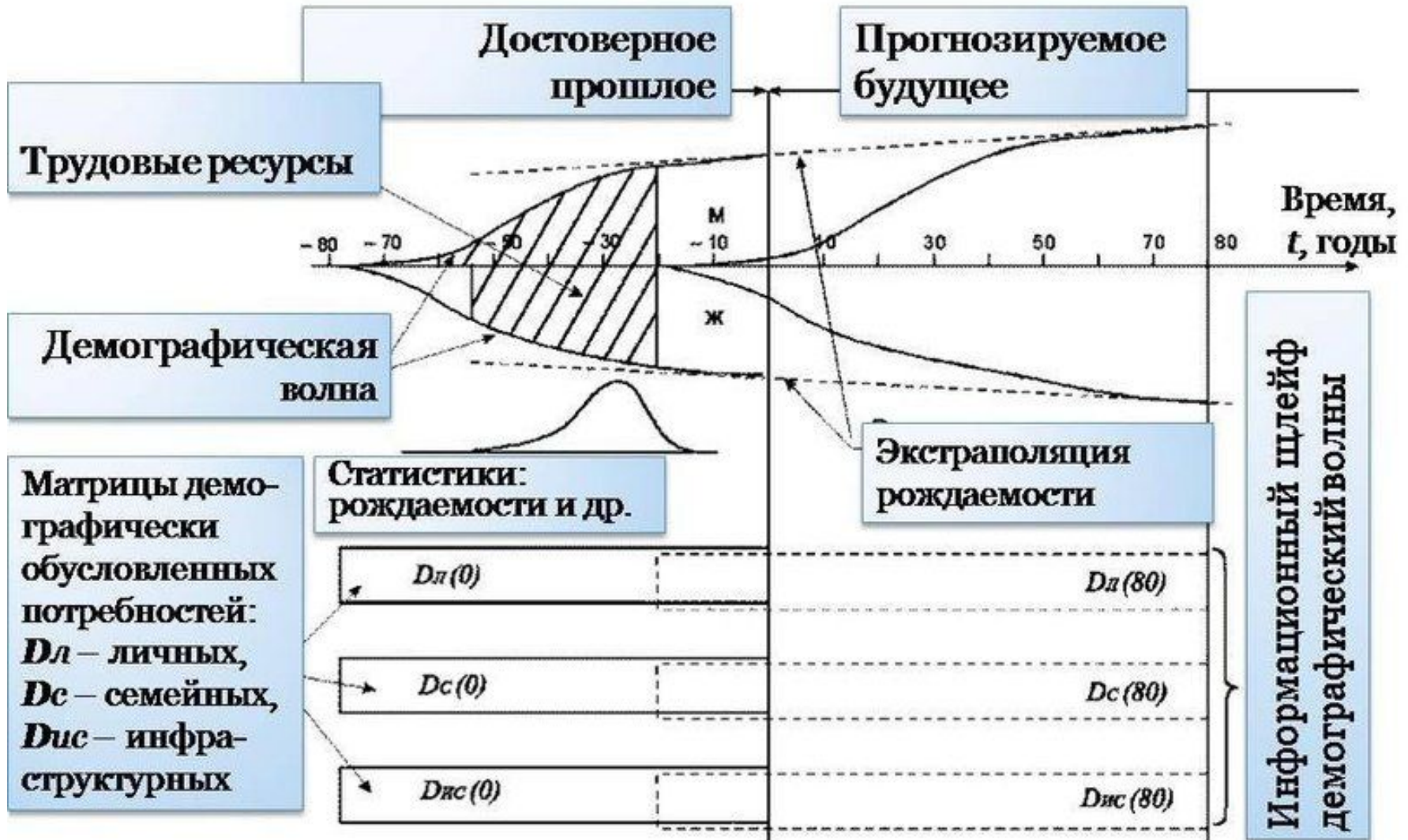
# Потребности

Демографически  
обусловленные

Деградационно-  
паразитические

Приоритет	Группы демографически обусловленных потребностей	Характер потребностей
1	Улучшение возможностей получения образования и воспитания подрастающими поколениями и прочие потребности обеспечения безопасности жизни общества и развития его культуры, включая и улучшение среды обитания.	<p><b>Потребности коллективного - общественного характера, удовлетворение которых (с точки зрения личности) выражается в предоставлении разнородных благ посторонним людям, государственным институтам и общественным организациям.</b></p> <p><b>Потребности личностного и семейного характера, удовлетворение которых выражается в потреблении разнородных благ самим человеком и членами его семьи.</b></p>
2	Пища.	
3	Одежда.	
4	Жилище для семьи и её развития.	
5	Социальные услуги — то, что человек (или семья) не может сделать сам — либо вообще, либо не может сам сделать быстро и хорошо, вследствие чего это для него делают другие.	
6	<b>Свободное времяпрепровождение и разнородные средства для обеспечения личностного развития.</b>	

# Прогноз демографически обусловленных потребностей



Для перехода к обезразмеренной кредитно-финансовой системе поделим все денежные суммы в их номинальном выражении на величину  $S+K$ , где:  $S$  — объём эмитированной денежной массы;  $K$  — текущий объём задолженности по кредитам без учёта процентов. Тогда совокупная мгновенная кажущаяся платёжеспособность общества:

$$\begin{aligned} (S+K)/(S+K) &\equiv 1, \\ (S_i+K_i)/(S+K) &< 1, \\ \Sigma(S_i+K_i)/(S+K) &= 1 \end{aligned}$$

а всякая денежная сумма — некоторая доля от этой единицы.

В такой обезразмеренной системе возможно только перераспределение долей единичной совокупной платёжеспособности общества между участниками рынка в процессе осуществления ими тех или иных финансовых операций. Эмиссия, приведённого тождества не нарушает, но порождает волну перераспределения удельных платёжеспособностей между пользователями кредитно-финансовой системы, которая в ряде случаев может стать разрушающими экономику финансовым цунами.

$$t=t_0: S=S; K=0$$

$$t=t_1: K=K$$

$$t=t_2: K=K+\Delta K\%$$

$S-\Delta K\%/S < 1$  - совокупная платёжеспособность общества сократится!!!

## Тема 6

# Задачи оптимизации в строительстве

**ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
КОМПЕТЕНТНОСТЬ**

**ТВОРЧЕСКАЯ  
СПОСОБНОСТЬ**

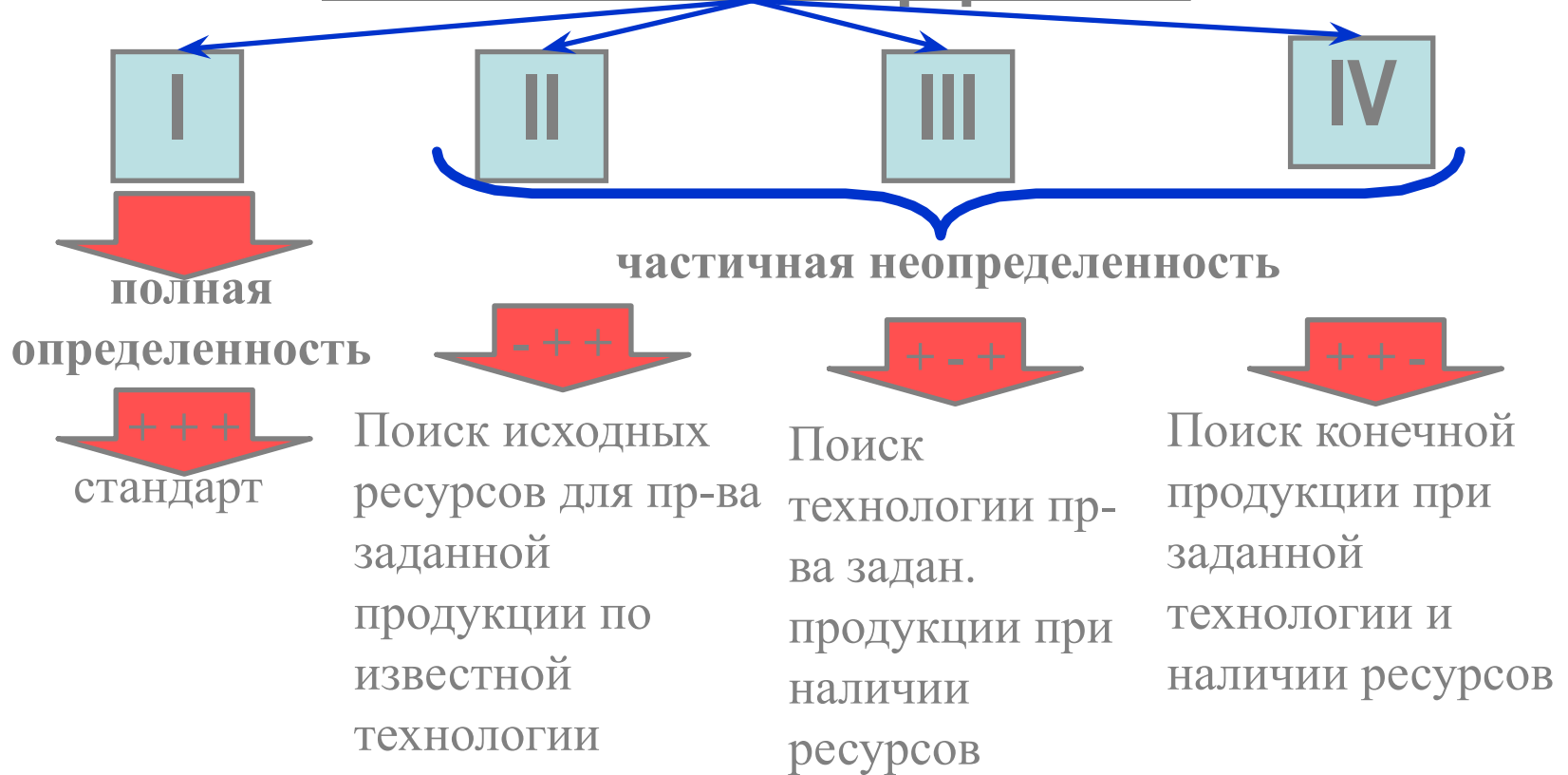
**ТРЕБОВА  
НИЯ К  
ИНЖЕНЕР  
У  
XXI ВЕКА**

**КОММУНИКАЦИОН-  
НАЯ ГОТОВНОСТЬ**

**СОЦИАЛЬНАЯ  
АКТИВНОСТЬ**

**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И  
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ  
ГРАМОТНОСТЬ**

# ТИПЫ ЗАДАЧ



производственные задачи

ВУЗ

Научно-техническая революция



# ТИПЫ ЗАДАЧ

V

VI

VII

VIII

частичная определенность

полная  
неопределенность

-- +

- + -

+ - -

---

Поиск  
неизвестных  
способа и  
ресурсов для пр-  
ва задан.  
продукции

Поиск сферы  
применения  
новой техники  
при неизвест.  
потребителях и  
поставщиках

Поиск  
потребителей и  
технологии нового  
вида ресурсов

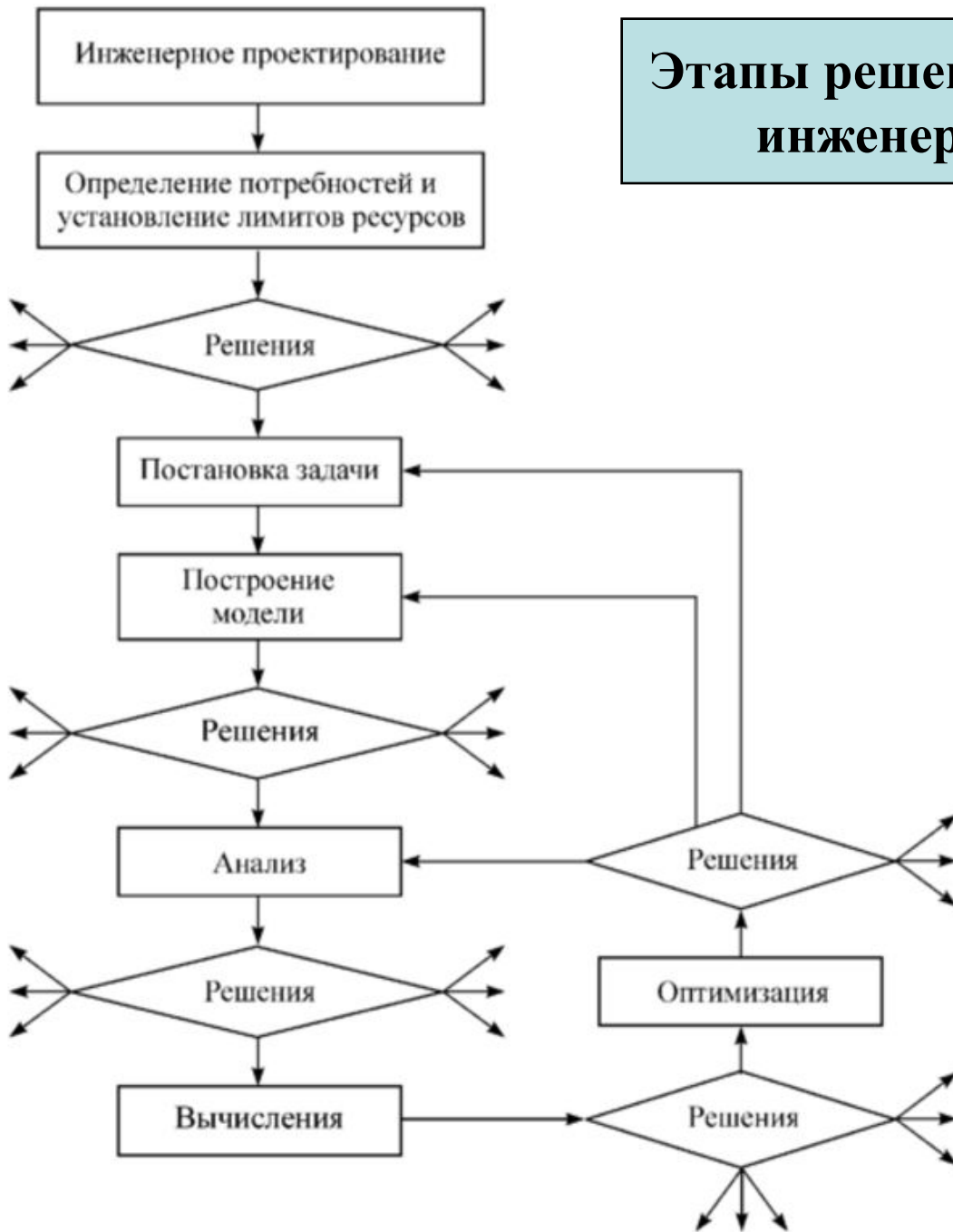
Многомерн.  
Неопределен-  
ный поиск,  
разработка  
комплексных  
планов и  
программ

Проблемные ситуации

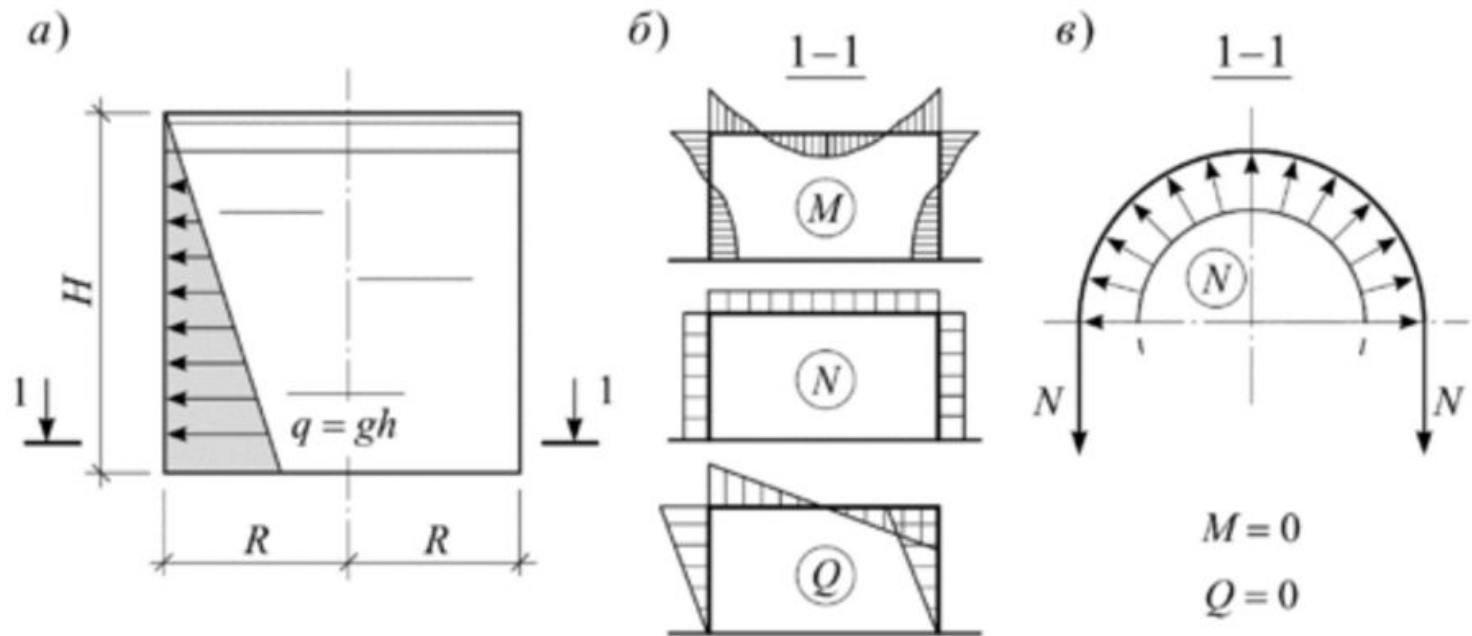
Информационная революция

БУДУЩЕЕ

# Этапы решения НТЗ в строительстве - инженерного проектирования



Шухов В.Г., оптимальная конструкция наземных резервуаров для хранения жидкости, конец XIX в.



К определению оптимального поперечного сечения резервуара:

*a* – гидростатическое давление; *б* – эпюры усилий квадратного в плане резервуара;  
*в* – эпюры усилий круглого в плане резервуара

**Минимальная масса резервуара:**

а) со стенкой постоянной толщины

б) со стенкой переменной толщины

$$P_{\min} \rightarrow (P_{\text{ди}} + P_{\text{покр}}) = 2P_{\text{ст.}}$$

$$P_{\min} \rightarrow (P_{\text{ди}} + P_{\text{покр}}) = P_{\text{ст.}}$$

## Общие требования:

- 1.Безопасность
- 2.Надёжность
- 3.Долговечность
- 4.Технологичность
- 5.Эстетичность
- 6.Экономичность

**Противоречие!!!!**



355. Иванов В.  
Строить быстро, дешево, хорошо! 1950

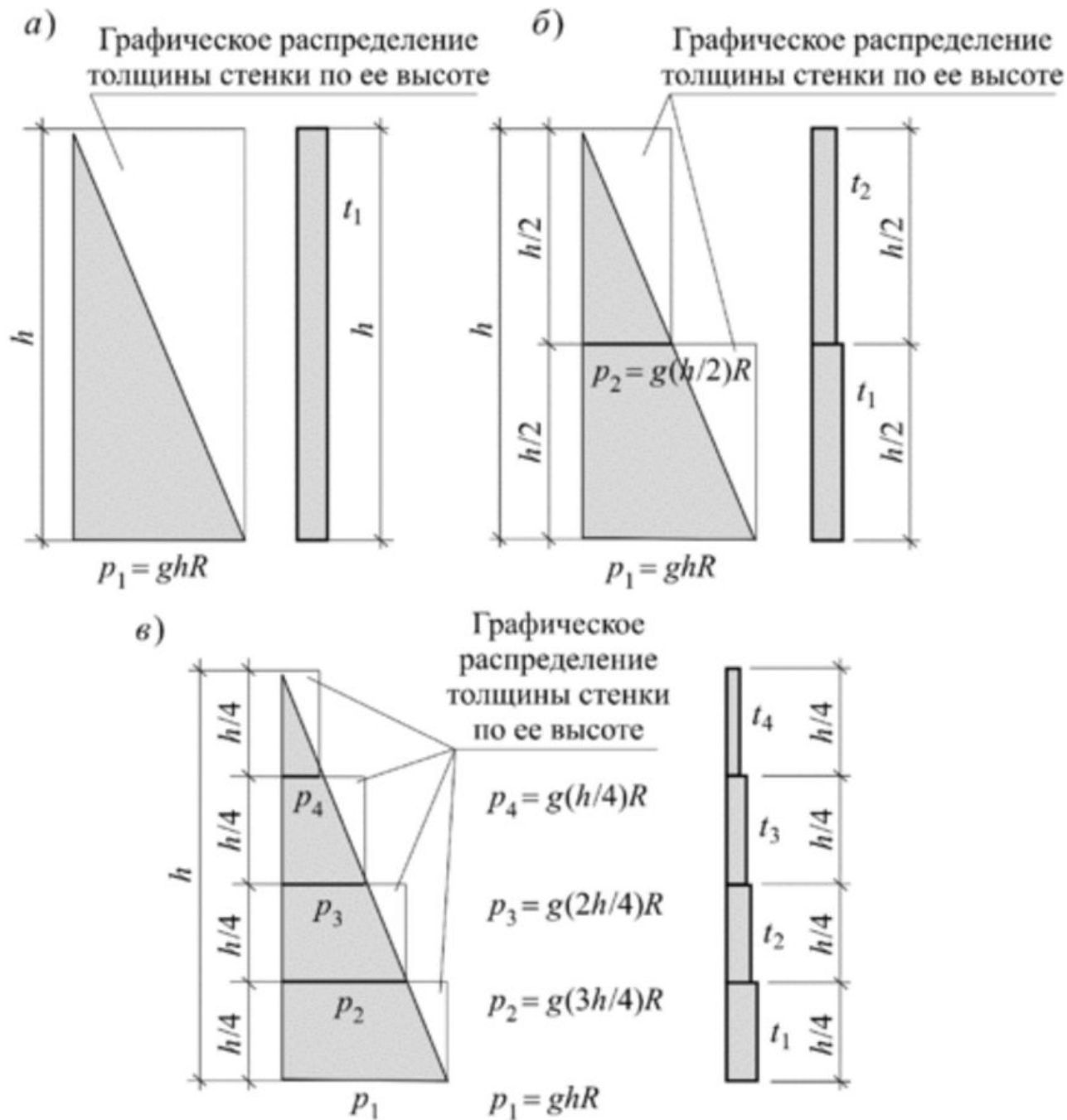
bedimex.org.ua

В основу проектирования строительных конструкций (и любых технических систем) заложены три принципа:

- экономия материала,
- снижение трудоемкости изготовления;
- сокращение сроков монтажа.

Схема уменьшения массы стенки резервуара  
в зависимости от количества поясов:

*a* – один пояс; *б* – два пояса; *в* – три пояса



## Затраты на изготовление:

для первого варианта:

- расход стали  $P_1 = 2\pi R \cdot h \cdot t_1 \cdot \rho$ ;
- длина кольцевых сварных швов  $L_{ш} = 0$ ;

для второго варианта:

- расход стали  $P_2 = 2\pi R \cdot (t_1 \cdot h/2 + t_2 \cdot h/2) \rho$ ;
- длина кольцевых сварных швов  $L_{ш} = 2\pi R$ ;

для третьего варианта:

- расход стали  $P_3 = 2\pi R \cdot (t_1 \cdot h/4 + t_2 \cdot h/4 + t_3 \cdot h/4 + t_4 \cdot h/4) \rho$ ;
- длина кольцевых сварных швов  $L_{ш} = 6\pi R$ .

### Сравнение вариантов конструкции стенки

Вариант	Расход стали	Расход сварочной проволоки	Трудоемкость
<i>а</i>	$P_{\max}$	$S_{\min}$	$T_{\min}$
<i>б</i>	$P < P_{\max}$	$S > S_{\min}$	$T > T_{\min}$
<i>в</i>	$P_{\min}$	$S_{\max}$	$T_{\max}$

**Многопараметрическая задача оптимизации!**

## Математическая модель принятия решений

$$F = \sum_{r=1}^k \alpha_r f_r(x_1, \dots, x_i, \dots, x_n; c_1, \dots, c_i, \dots, c_m),$$

$$g_s(x_1, \dots, x_i, \dots, x_n; c_1, \dots, c_i, \dots, c_m) = 0; (s = 1, 2, \dots, p);$$

$$y_t(x_1, \dots, x_i, \dots, x_n; c_1, \dots, c_i, \dots, c_m) \geq 0; (t = 1, 2, \dots, q),$$

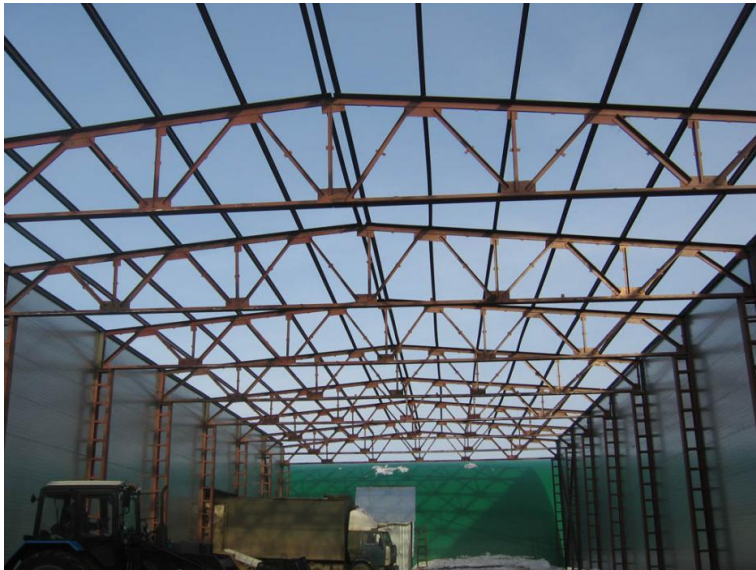
где  $\alpha_r$  – весовые коэффициенты или множители значимости, позволяющие объединить в один комплексный показатель  $P$  несколько разнородных показателей  $f_r$  с учетом их размерности и приведением к одной измерительной шкале, обычно денежной;

$f_r$  – технико-экономические показатели: вес конструкции, стоимость материалов, трудоемкость изготовления, срок изготовления или возведения и т.п.;

$x_i, c_i$  – учитываемые величины при проектировании;

$F$  – критерий функционирования системы – критерий технико-экономической эффективности проектируемой конструкции.

## Целевые функции



**Металлические конструкции:**

$$G = \sum_{i=1}^k \rho_i \cdot A_i \cdot \ell_i = \rho \cdot \sum_{i=1}^k A_i \cdot \ell_i = \sum_{i=1}^k w_i \cdot \ell_i, \text{ кН,}$$



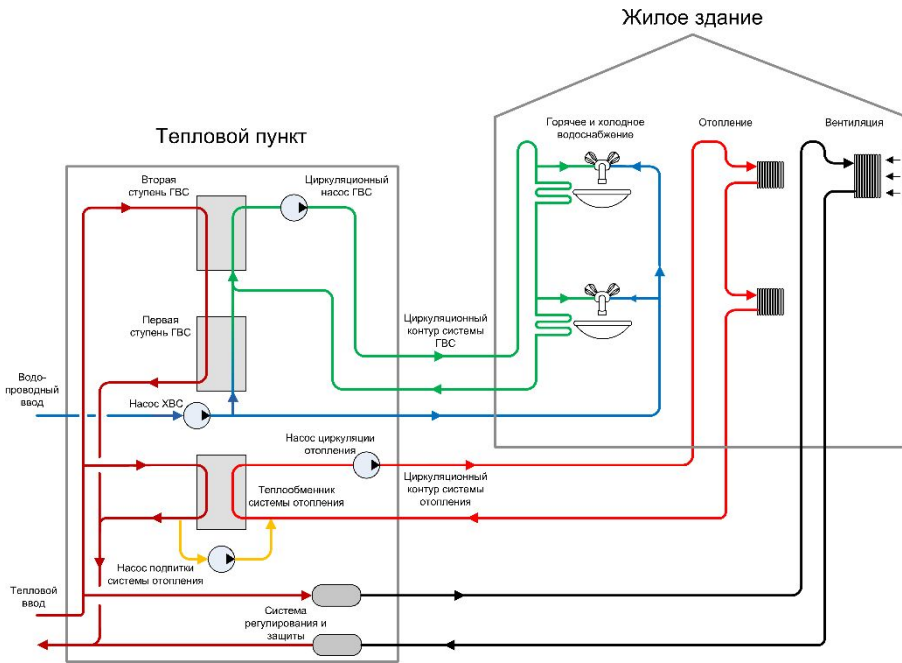
**Железобетонные конструкции:**

$$C = \sum_{i=1}^k (c_b \cdot A_{bi} \cdot \ell_i + c_s \cdot \rho \cdot A_{si} \cdot \ell_i), \text{ кН,}$$

$$C = C_{\text{б}} + C_{\text{а}} + C_{\text{и.а.}} + C_{\text{ф}} + C_{\text{тр}} + C_{\text{м}} + C_{\text{э}} + C_{\text{д}}$$



# Система отопления здания:



$$Q_{\min} = F(a_i)$$

*Централизованная система отопления*

$$E_p = E_{p,in} + E_{p,out} = Q_1 \Delta p_1 + \int_{S_p} J_p ds \rightarrow \min,$$

$$E_b = E_{b,in} + E_{b,out} = Q_2 \Delta p_2 + \int_{S_b} J_b ds \rightarrow \min,$$

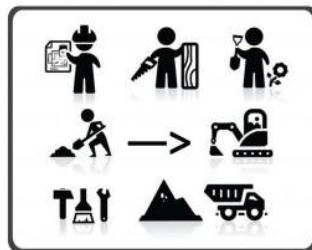
$$f = \left( \frac{\langle T_I \rangle - T_{opt}}{T_{outs}} \right)^2 \rightarrow \min,$$

*Автономная система отопления на СУГ*

$$\begin{aligned} Z_{СОТРЗ} = & \left\{ (E + \varphi_{отр}) f \left[ \sum_{i=1}^i \delta_i, \delta_{yT} \right] + (E + \varphi_{от}) \psi \left[ Q_{тп} (R_0 (\sum_{i=1}^i \delta_i, \delta_{yT})), t_B, t_T \right] + \right. \\ & \left. + (E + \varphi_K) \xi \left[ Q_{тп} (R_0 (\sum_{i=1}^i \delta_i, \delta_{yT})) \right] + c_{СУГ} \sigma \left[ R_0 (\sum_{i=1}^i \delta_i, \delta_{yT}), ГСОП \right] \right\} \end{aligned}$$



**ПОЛЕЗНЫЙ  
РЕЗУЛЬТАТ**  
БЛАГА, ПРОДУКТЫ



**КОЭФФИЦИЕНТ  
ПОЛЕЗНОГО  
ДЕЙСТВИЯ**



**ЭНЕРГИЯ  
ВВЕДЁННАЯ  
В СИСТЕМУ**

**=**

**\***



**ГОДОВОЙ ОБЪЁМ  
ПРОИЗВОДСТВА  
ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ**

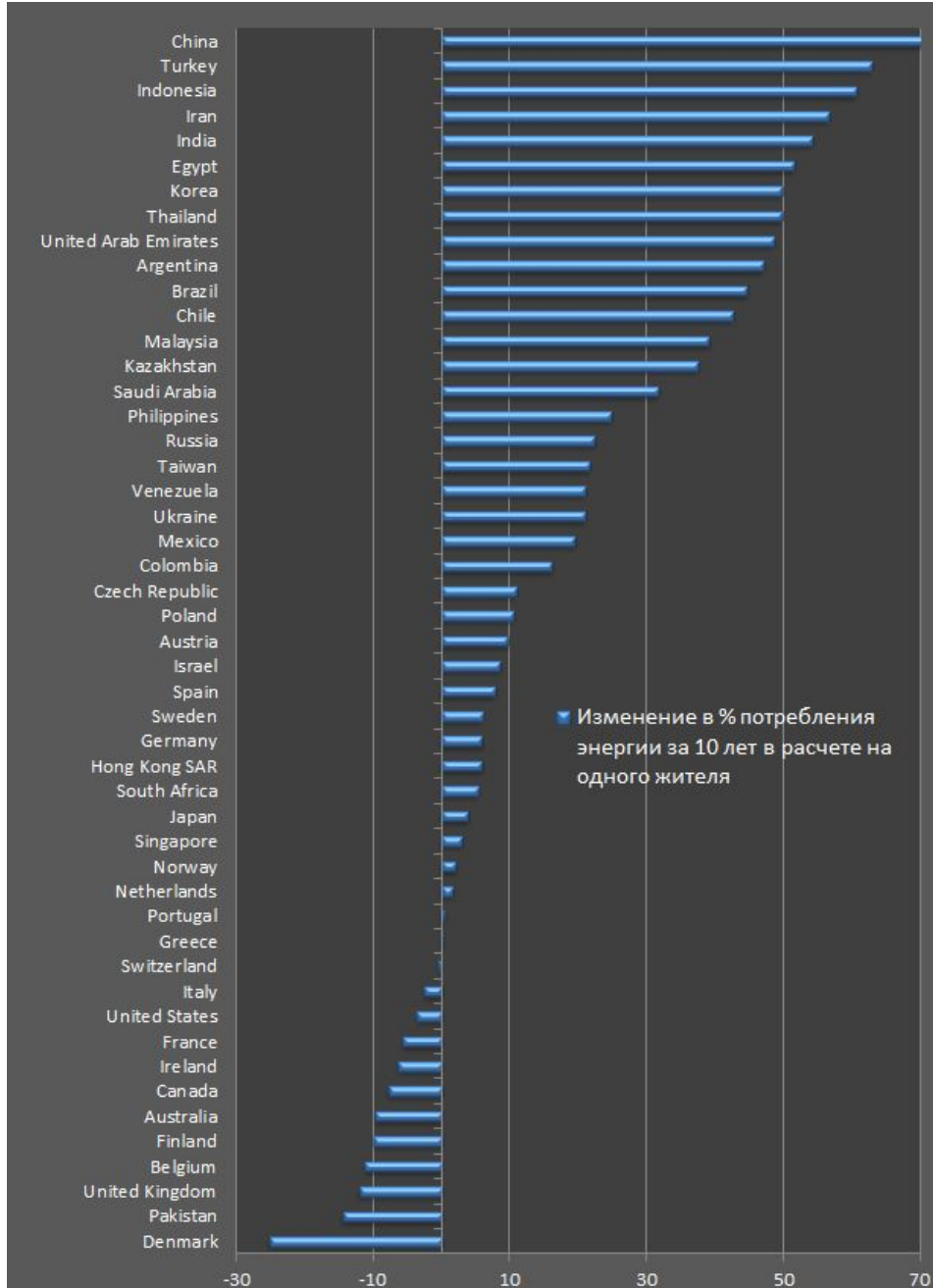
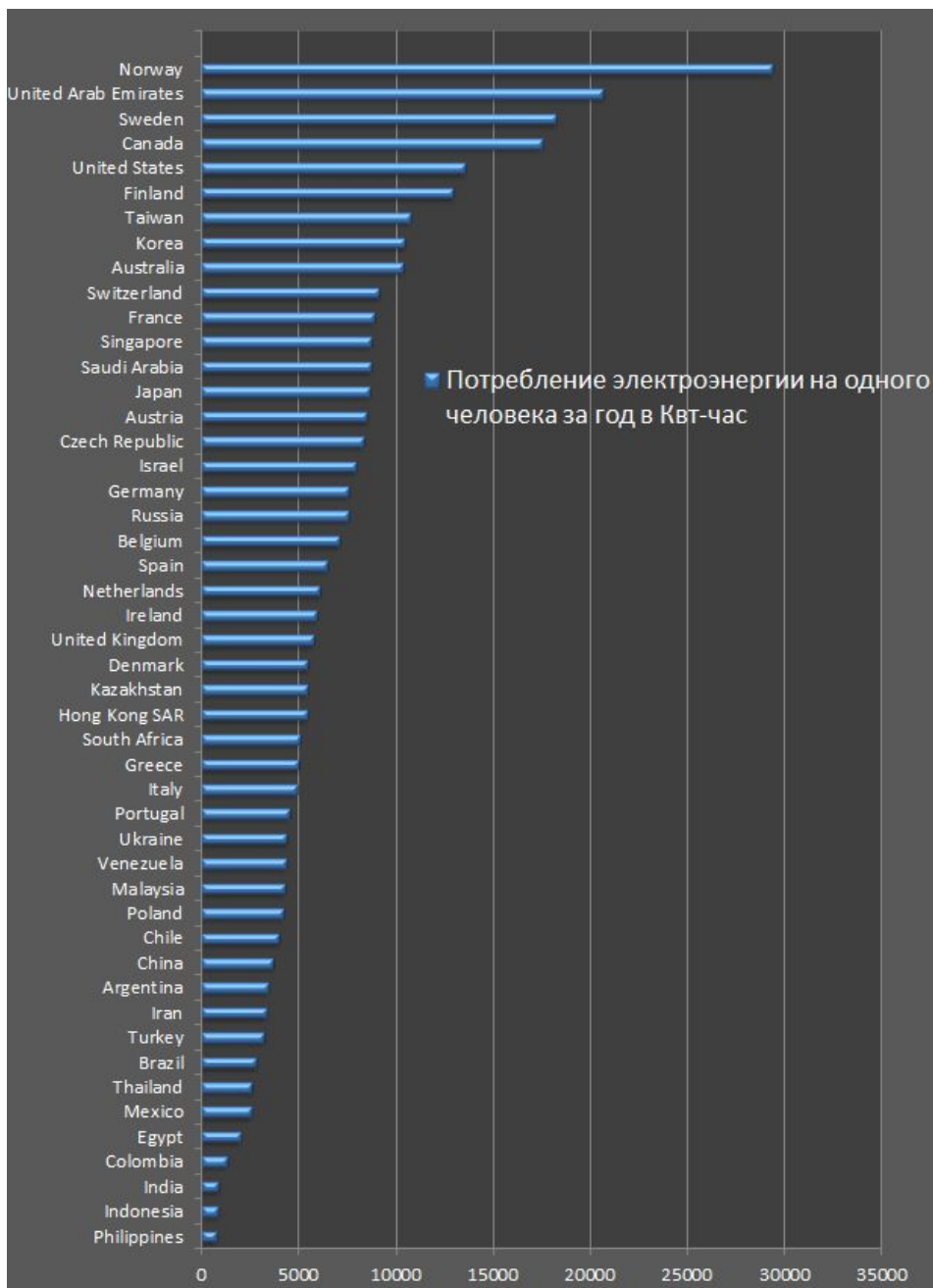


**ОБЪЁМ ДЕНЕЖНЫХ  
СРЕДСТВ  
В ОБРАЩЕНИИ**



**ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ СТАНДАРТ  
ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ПЛАТЁЖНОЙ ЕДИНИЦЫ**

ВАЛЮТА	Количество рублей на единицу валюты по энергоинварианту (производство)	Количество рублей на единицу валюты по энергоинварианту (потребление)	Текущий курс
Армянский драм	0,25	0,19	0,0126
Белорусский рубль	0,01	0,11	0,0052
Болгарский лев	18,16	16,27	37,53
Бразилия	7,77	6,66	21,95
<b>Фунт стерлингов</b>	<b>6,97</b>	<b>8,22</b>	<b>92,88</b>
Венгерский форинт	0,05	0,08	0,23
Датская крона	0,92	1,06	9,86
<b>Евро</b>	<b>9,91</b>	<b>15,33</b>	<b>73,34</b>
Индийская рупия	1,45	1,01	0,94
Казахский тенге	0,29	0,24	0,33
Канадский доллар	14,00	13,75	51
Китайский юань	1,30	0,71	9,59
Латвийский лат	18,55	22,20	64,44
Литовский лит	2,49	6,52	21,26
Норвежская крона	2,01	1,90	8,02
Польский злотый	4,64	4,46	17,38
Новый румынский лей	7,02	7,15	16,41
Сингапурский доллар	2,74	2,33	45,37
<b>Доллар США</b>	<b>10,69</b>	<b>11,24</b>	<b>59,6</b>
Украинская гривня	5,85	5,73	3,77
<b>Швейцарский франк</b>	<b>2,36</b>	<b>2,23</b>	<b>60,92</b>
Южноафриканский рэнд	3,33	3,37	5,16
<b>Японская иена</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>	<b>0,5</b>



## Ограничения

**Металлические конструкции:**

$$\sigma_i = (M_i/W_i) \leq R,$$

$$\sigma_i = \varphi(N_i/A_i) \leq R,$$

$$f_i \leq [f],$$

**Железобетонные конструкции:**

$$M \leq R_b \cdot b \cdot x \cdot (h_0 - 0.5 \cdot d) + R_{sc} \cdot A_s' \cdot (h_0 - a'),$$

$$N \cdot e \leq R_b \cdot b \cdot x \cdot (h_0 - 0.5 \cdot d) + R_s \cdot A_s' \cdot (h_0 - a'),$$

$$f_i \leq [f],$$

$$a_{crc} \leq a_{crc,ult}$$

**Система отопления здания:**

$$17 \leq t_n \leq 23; R_0^{\min} \leq R_0 \leq R_0^{\max}; 2000 \leq \Gamma_{СОП} \leq 12000; c_{\text{сут}}^{\text{т.п}} \leq c_{\text{сут}} \leq c_{\text{сут}}^{\text{м.п}}$$

## Этапы решения задачи оптимального проектирования

### ► *Первый этап решения задачи.*

Для составления математического описания задачи необходимо провести последовательный анализ исследуемых конструкций. Рекомендуем использовать пошаговый способ, который включает следующую последовательность анализа конструкций:

**1 шаг** – определить границы конструкции, отдельного элемента – задать пределы, отделяющие конструкцию, элемент от среды: длину, пролет, высоту, стрелу подъема, способы закрепления на опорах и т.п.;

**2 шаг** – выбрать критерий оптимальности (технико-экономический показатель конструкции, элемента): массу, стоимость, трудоемкость, транспортабельность и т.п.;

**3 шаг** – определить общее число независимых параметров, влияющих на величину критерия оптимальности, провести их ранжирование по степени влияния на величину критерия оптимальности;

**4 шаг** – составить уравнение целевой функции;

**5 шаг** – составить неравенства-ограничения;

**6 шаг** – составить уравнения состояния.

► *Второй этап решения задачи.*

Для решения математической задачи оптимизации ее необходимо рассматривать как задачу математического программирования.

Существует два вида задачи программирования:

- нелинейная;
- линейная.

*Нелинейная* задача (нелинейное программирование) – более общая задача, в которой могут появляться высшие степени любой переменной, произведения или обратные величины переменных.

*Линейная* задача (линейное программирование) – наиболее простая задача, в которой целевая функция является линейной функцией независимых переменных, а условия, определяющие допустимые значения этих переменных, имеют вид линейных уравнений или неравенств.

**7 шаг** – провести анализ целевой функции и неравенств-ограничений для определения вида задачи математического программирования (линейного или нелинейного);

**8 шаг** – выбрать метод решения задачи.





# Методы решения задач оптимизации

## Методы линейного программирования

Методами линейного программирования решаются многие планово-экономические и управленческие задачи в строительстве. Это задача о комплексном использовании сырья и загрузке оборудования, транспортная задача, задача текущего и перспективного планирования в строительстве, задача планирования наилучшего размещения производственной базы и т.п.

*Разновидности:*

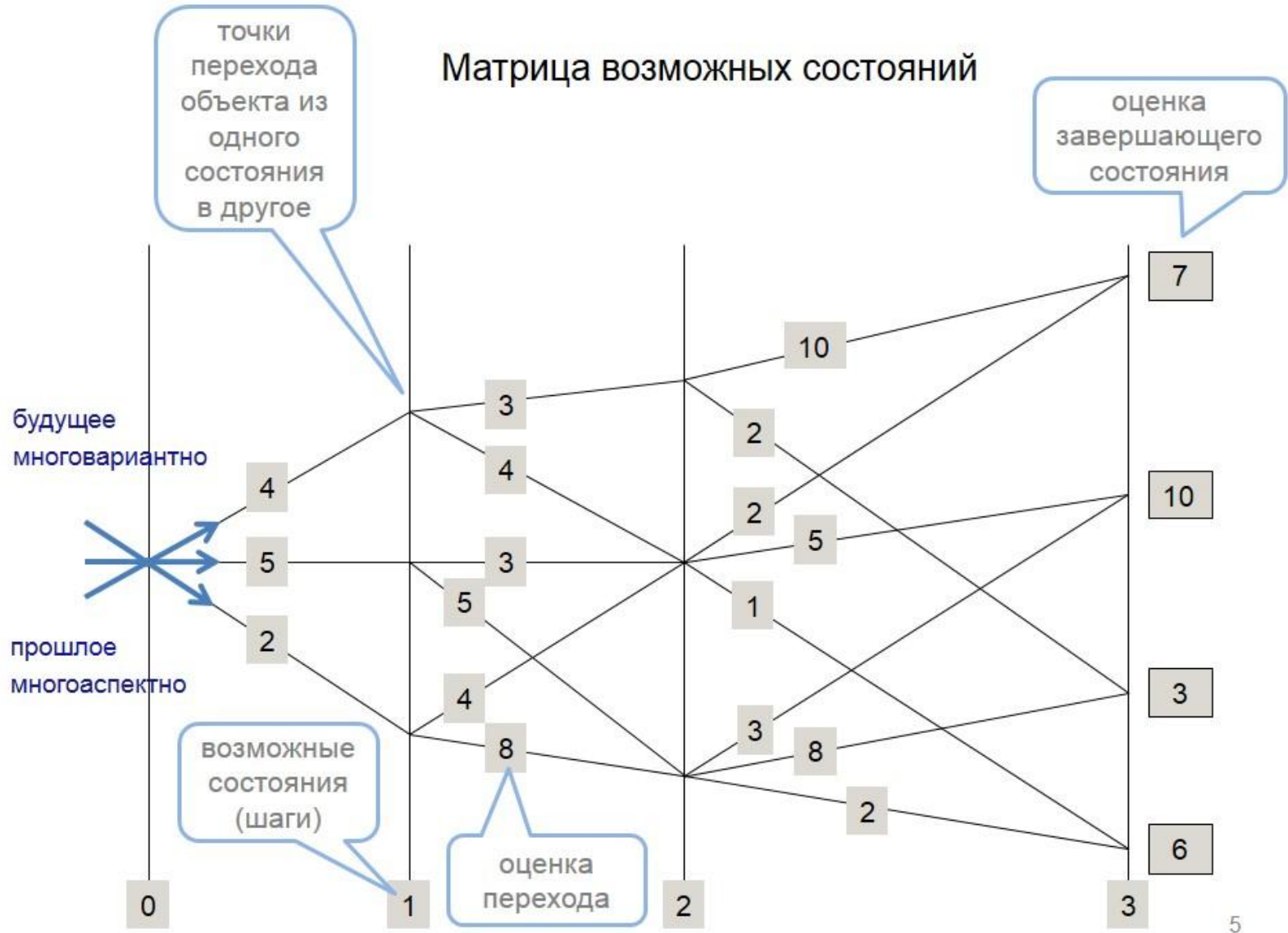
- графический метод (если количество неизвестных не более 3-х);
- симплекс-метод (на первом шаге строится опорный план, затем на следующих шагах он улучшается);
- метод наискорейшего спуска (метод начинается с допустимого решения и продолжается в направлении вектора-градиента целевой функции до достижения границы области допустимых решений)

## Методы нелинейного программирования

*Разновидности:*

- градиентные методы (метод наискорейшего спуска, градиентный метод с постоянным шагом, метод сопряженных градиентов, метод обобщенного градиентного спуска);
- методы поиска;
- методы штрафных функций;
- методы возможных направлений;
- динамическое программирование.

# К методу динамического программирования



## Тема 7

# Биосферно-допустимые технологии в строительстве

## Тема 8

Рекомендации по написанию научной работы  
(НИРС диплома, ВКР, диссертации и т.п.)