

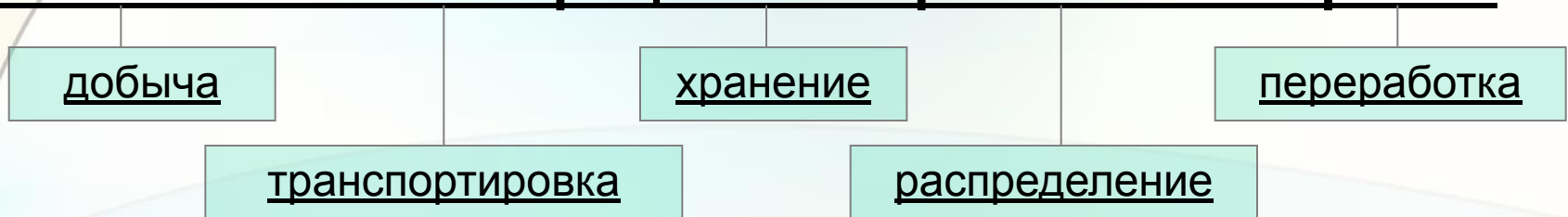
Интегрированные автоматизированные системы управления

Введение

проф., д.т.н. Л.И. Григорьев

Характеристика нефтегазовой отрасли

Технологические процессы нефтегазовой отрасли



Особенности:

- Непрерывность газодинамических режимов
- Территориальная распределенность
- Сложность (ЕСГ)
- Экологическая привлекательность
- Технологическая опасность процессов

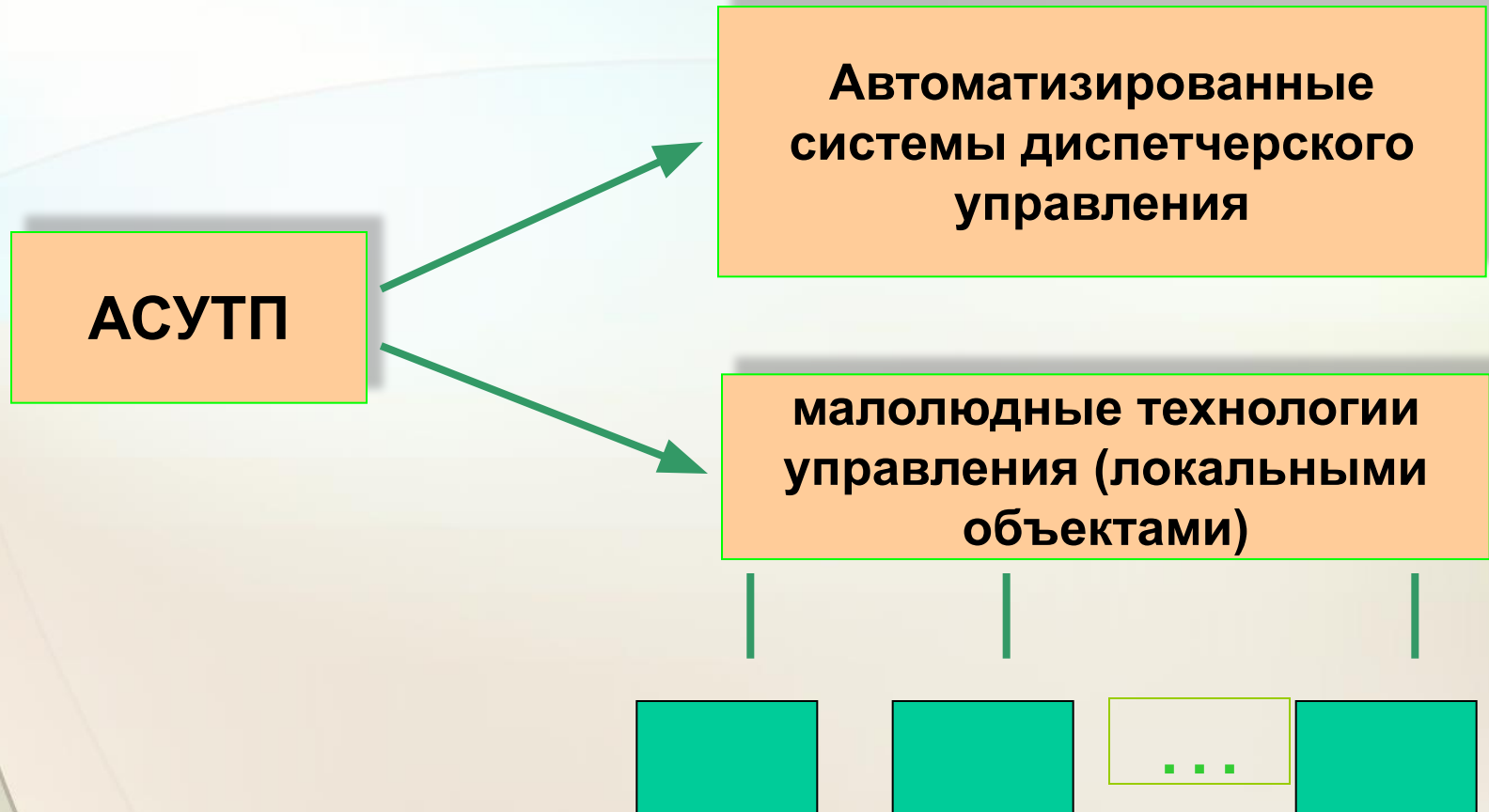
Особенность управления:

иерархия оперативно-диспетчерских служб

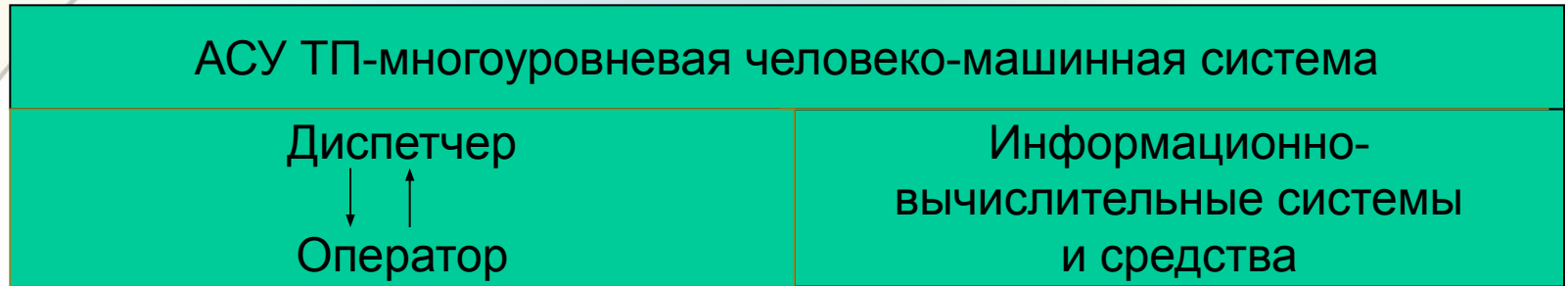
«Образование - это то, что остается, когда все выученное забыто»

Б.Ф.Скиннер (XX век)

Тенденции развития АСУТП



Тенденции развития АСУ ТП



1. Удаление ЛПР от объекта управления

2. Интеграция кибернетических и информационных процессов

3. Расширение спектра задач на верхнем

уровне за счет

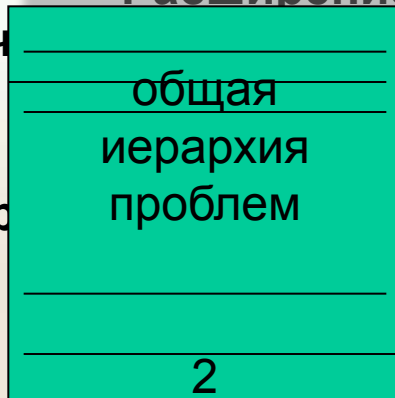
визуализуемых

задач

автоматизация задач нижнего уровня

автоматическое

автоматизированное управление



4. Расширение спектра функций диспетчера в человеко-машинной системе управления (учет технологического риска и др.)

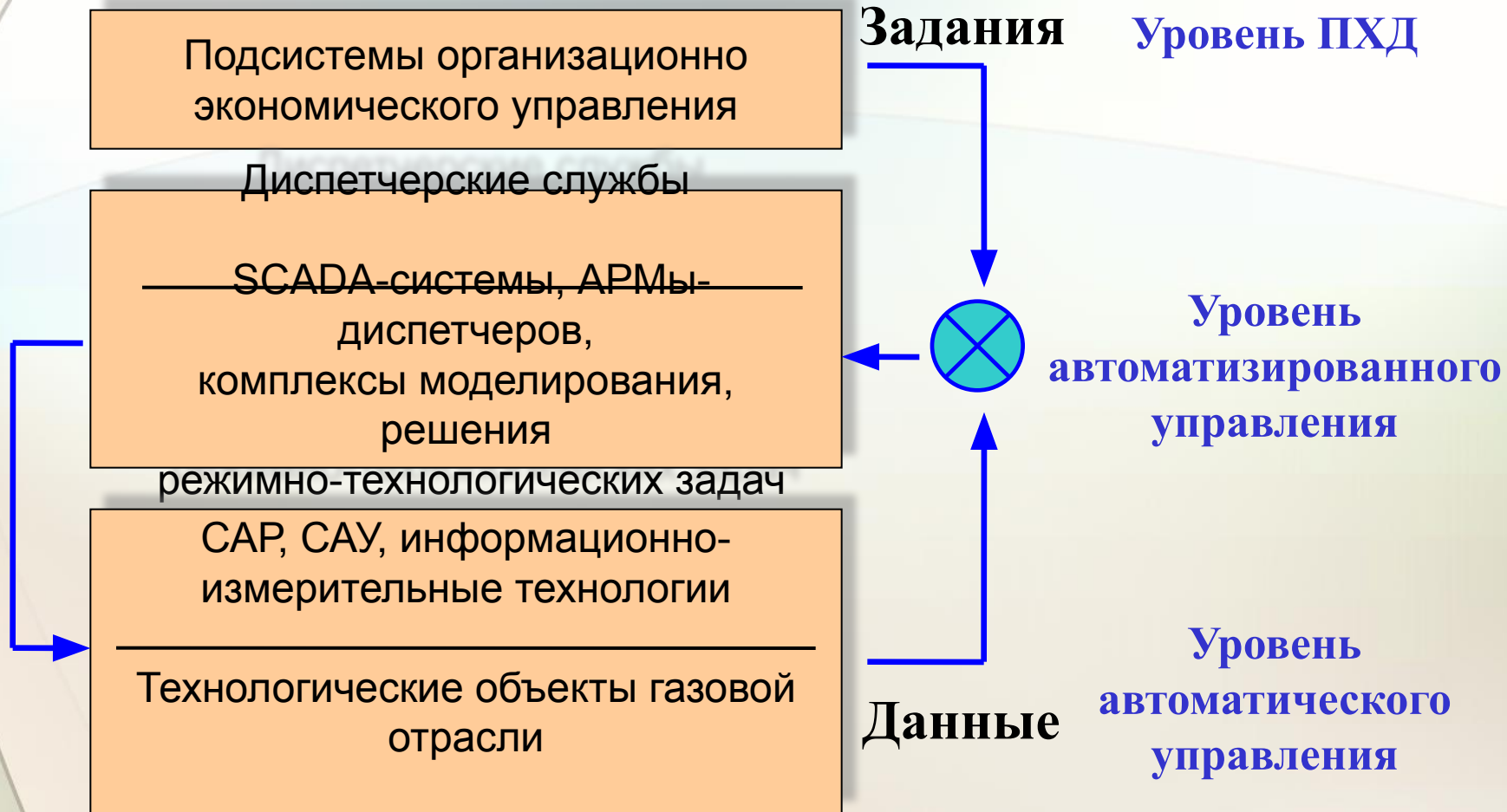
АСДУ - гетерогенная система.

На уровне ОДУ осуществляются два важных для АСУТП процесса: интеграция (информации) и централизация (управления).

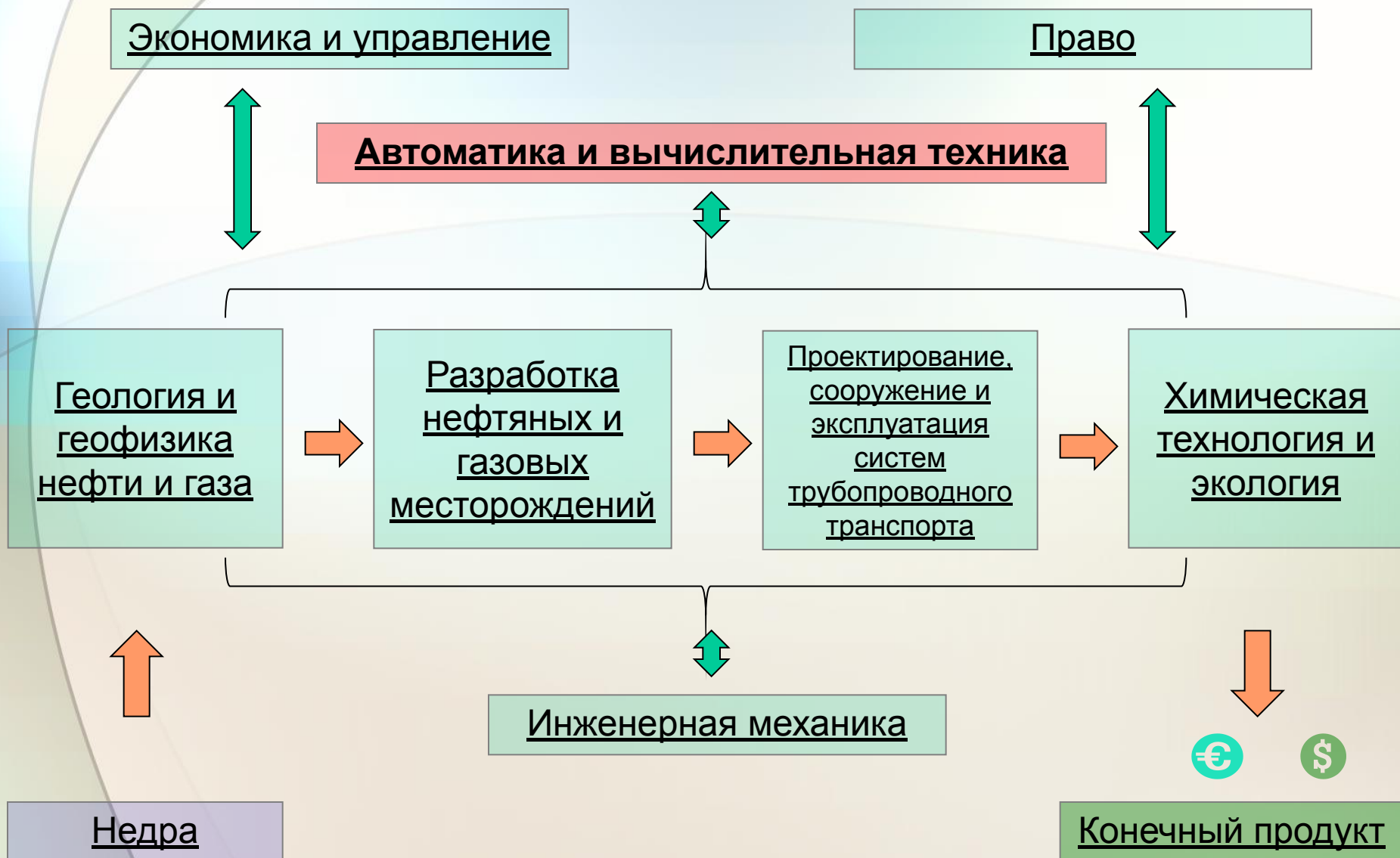
“**АСДУ** – это неоднородная (человеко-машинная) система управления технологическим процессом, интегрирующая на АРМе диспетчера профессиональные знания диспетчера с информационно-управляющей системой (ИУС), обеспечивающей автоматический сбор, передачу и отображение информации, а также автоматизирующей все требуемые расчетные процедуры и выполнение управляющих воздействий для достижения поставленной цели в соответствии с заданными критериями “.

Уровни управления

У
п
р
а
в
л
е
н
и
е

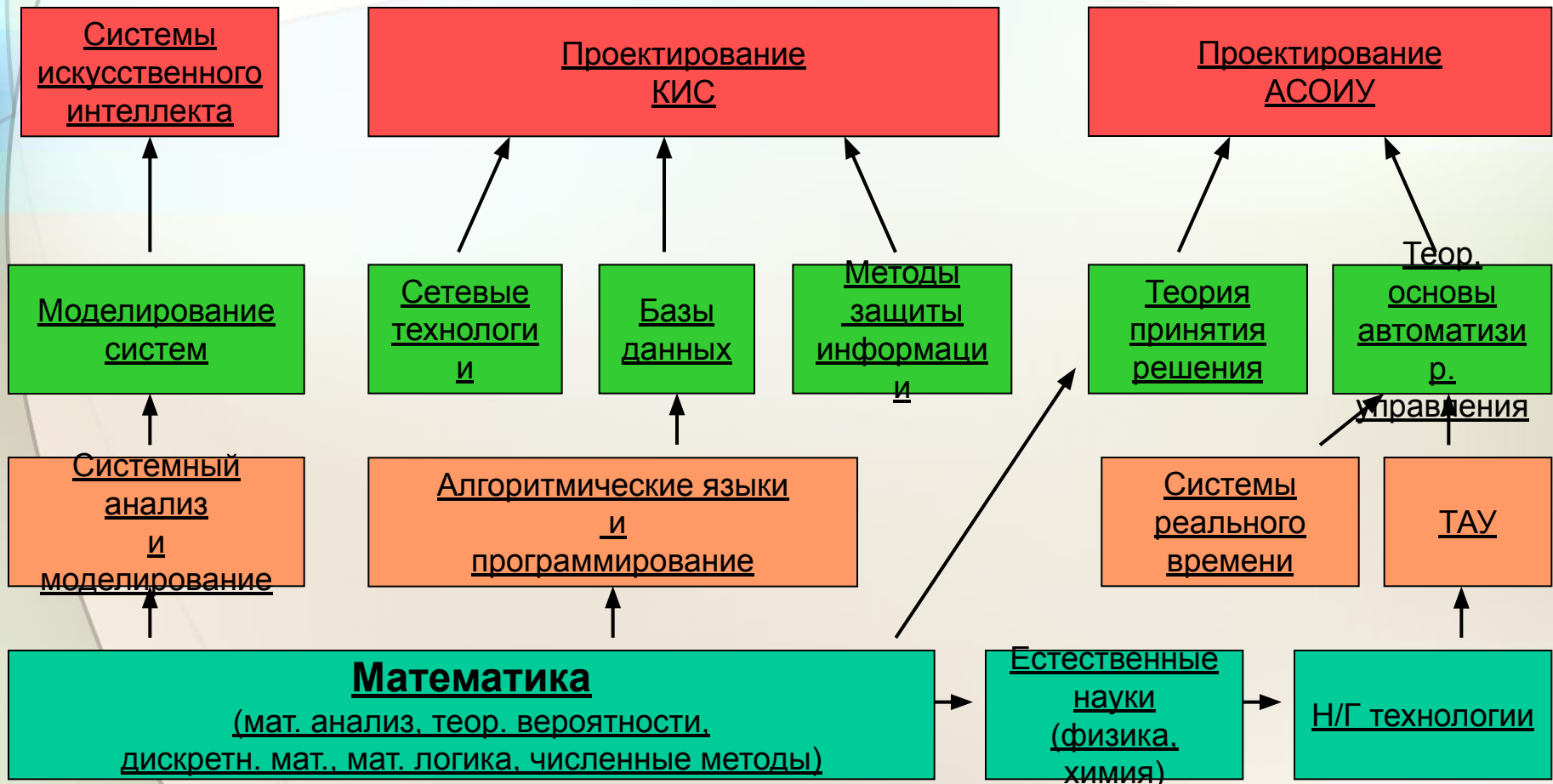


Структура учебных факультетов РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина



Учебный план

Я - специалист
АСУ!



Определение понятия интеграции

Интеграция (лат. *Integratio* - «соединение») — процесс объединения частей в целое; классификация и определения в зависимости от контекста.

Интеграция данных — объединение данных, находящихся в различных источниках и предоставление данных пользователям в унифицированном виде.

Философское. Интеграция – сторона процесса развития, связанная с объединением в целое ранее разрозненных частей и элементов.

С позиций управления. Ведет к повышению уровня целостности и организованности как в рамках уже сложившейся системы, так и при возникновении новой системы из ранее несвязанных элементов.

В ходе процессов интеграции:

- увеличивается объем информации;
- повышается интенсивность взаимосвязей и взаимодействий;
- надстраиваются новые элементы управления.

Математическое. Связано с понятием интеграла, который представляет собой объединение по какому-то или каким-то признакам. Результат – новое структурное образование.

Экономическая (политическая, социальная и др. виды) интеграция.

Интеграционный процесс –основа развития, эволюции.

Характеристики объектов и процесса интеграции

- *Интеграционные процессы имеют место во всех областях человеческой деятельности, так как деятельность человека направлена на прогресс (развитие).*
- Интеграция – свойство человеческого мозга, явно проявляющееся при формировании разума.
- **Процесс интеграции** можно охарактеризовать как:

динамический, длительный; нелинейный; с возвратом; инновационный; со скрытыми негативными последствиями; многофакторный; плохо формализуемый...

Математический аналог процесса интеграции – многомерный интеграл, где под интегралом нелинейная функция от значительного числа факторов из различных предметных областей, причем структура нелинейной функции – многоуровневая с большим числом явных и неявных обратных связей (как положительных, так и отрицательных).

Примеры.

Научные направления (кибернетика, синергетика, робототехника, системный анализ, интеллектуальные системы), творческая деятельность человека, Интернет, рабочая область,

Информационные технологии искусственного интеллекта (ИИ)

ИИ-программная система, имитирующая на компьютере мышление человека.

Объект исследования ИИ:

- “все то, что еще не сделано в информатике”;
- решение плохо формализуемых задач.

Характерные особенности:

- **использование информации в символьной форме** (буквы, слова, знаки, рисунки), что отличает от традиционного представления данных в числовой форме;
- **наличие выбора, т.е. недетерминизма.**

Недетерминизм отражает свободу действия, т.е. существенную составляющую интеллекта. Наличие недетерминизма носит фундаментальный характер, так как отражает реальную ситуацию выбора между многими вариантами в условиях неопределенности.

Примеры областей применения ИИ

математика и автоматическое
доказательство теорем

восприятие и распознавание образов

игры

решение повседневных задач
(например, представленных в
символьной форме и робототехника)

понимание естественного языка.

ИИ синтезирует знания
многих научных дисциплин:

психологии (в первую очередь в связи с тем человеческий мозг
остается обязательным объектом исследования в ИИ):

-логики;

-лингвистики;

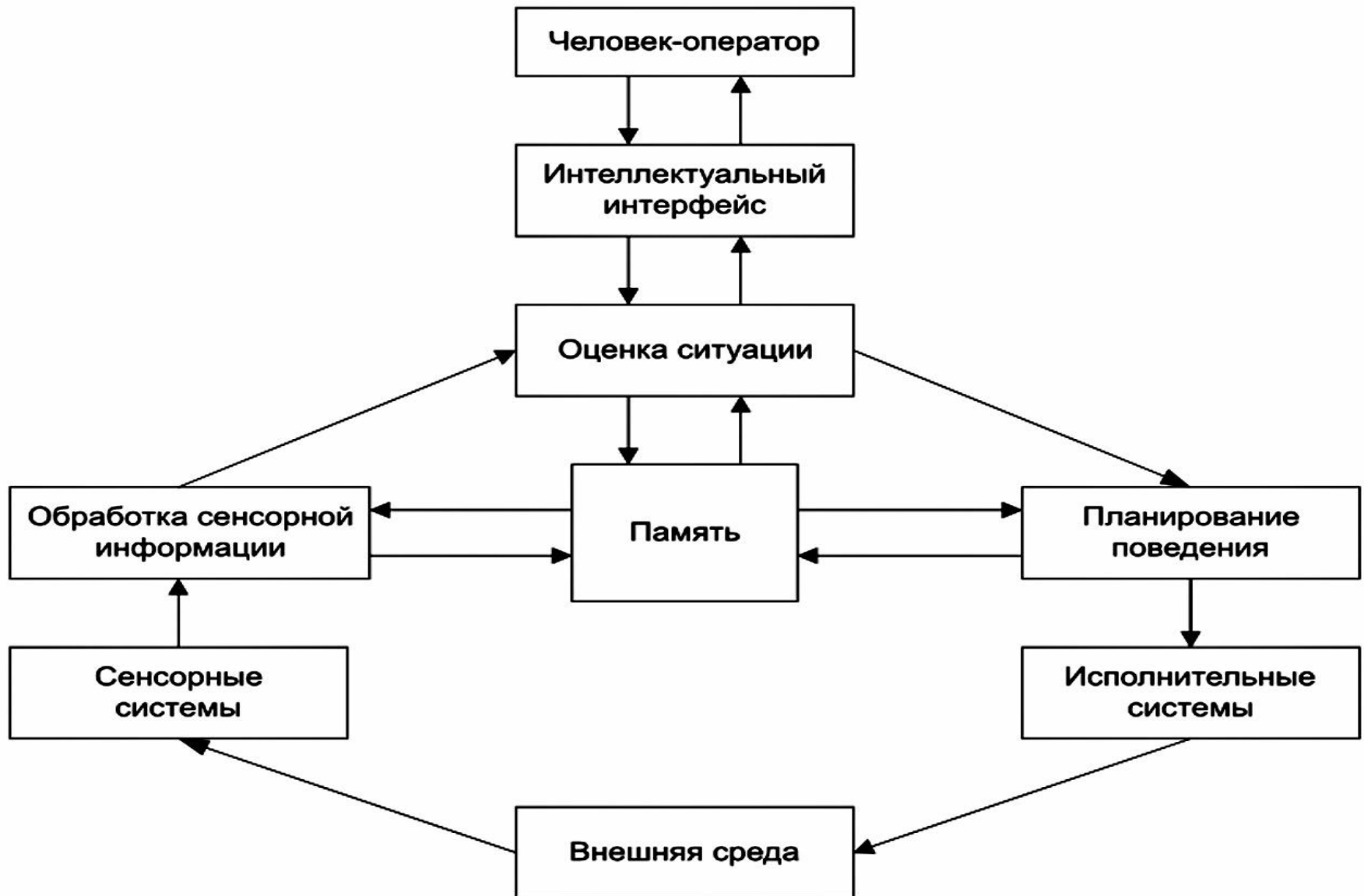
-биологии (модели передачи информации с помощью генов);

-информатики (самоорганизующиеся системы, поиск в базах
данных, автоматическое программирование);

-медицины (помощь в диагностике);

-теории образования и обучении.

Робототехника

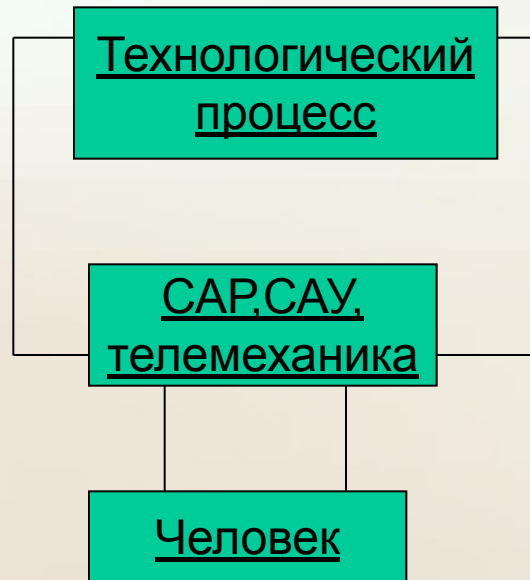


Этапы развития автоматизации управления технологическими процессами

а) САР



б) Автоматизация технологических объектов (без ЭВМ)



в) Автоматизированные системы управления (АСУ ТП)



δ -функция

- **δ -функция** — есть сингулярная обобщенная функция. Введена английским физиком Дираком.

Позволяет записать пространственную плотность физической величины (масса, заряд, интенсивность источника тепла, сила и т. п.), сосредоточенной или приложенной в одной точке. Например, плотность точечной массы 1, находящейся в точке a евклидова пространства \mathbb{R}^n . Записывается с помощью δ -функции в виде $\delta(x-a)$.

- δ -функция не является функцией в классическом смысле. Она определяется как обобщенная функция, т. е. как непрерывный линейный функционал на пространстве дифференцируемых функций

Определение

δ -функция определяется формальным соотношением для любой непрерывной функции $f(x)$.

$$\int_{\mathbb{R}^n} \delta(x-a) f(x) dx = f(a)$$

Сингулярность в философии - единичность существа, события, явления. Математическая сингулярность (особенность) — точка, в которой математическая функция стремится к бесконечности или имеет какие-либо иные нерегулярности поведения.

*Понятие **обобщённой функции** даёт возможность выразить в математически корректной форме такие идеализированные понятия, как плотность материальной точки, точечного заряда, точечного диполя, (пространственную) плотность простого или двойного слоя, интенсивность мгновенного источника и т. д.*

Информационные технологии

Пакеты прикладных программ (ППП).

Базы данных.

Текстовые редакторы.

Настольные издательские системы.

Электронные таблицы.

Мультимедиа-технологии.

Case-технологии

Технологии искусственного интеллекта (ИИ) и, в частности, экспертные системы (ЭС).

Электронный документооборот (корпоративные системы технического документооборота).

Глобальные и локальные сети.

Виртуальная реальность.

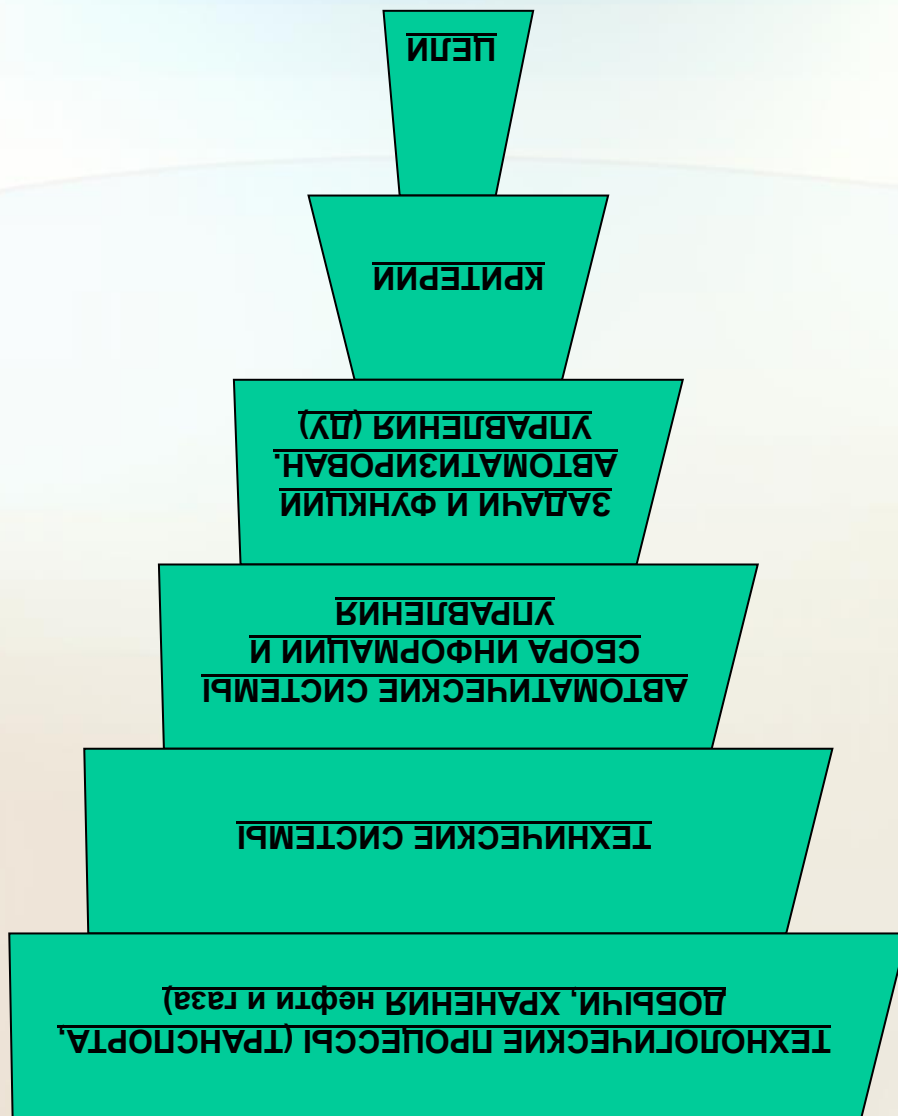
Телекоммуникационные технологии.

Технологи «клиент-сервер».

Компьютерное обучение.

SCADA и др.

Иерархия основных компонентов системы «ДУ-технологический процесс»



Особенность современных научных проблем и условий; их решения.

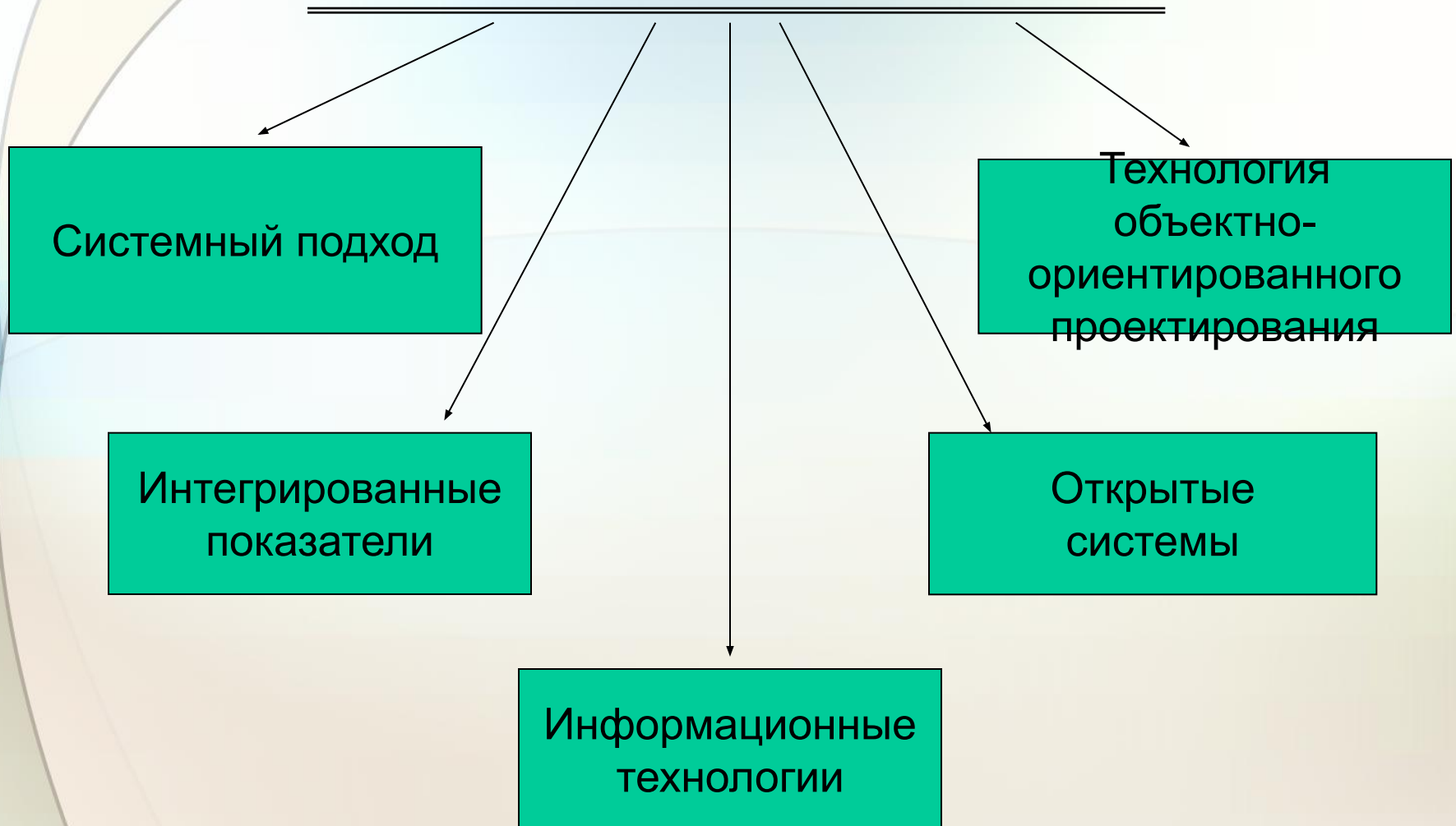
Интеграционные процессы
– суть эволюции. и др.

**Переход к инновационному подходу
при внедрении достижений НТП.**

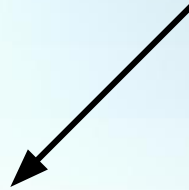
**Качественно новые возможности, предоставляемые ИТ,
в том числе и на моделирование (модель+программа).**

**Проблемы носят интегральный характер и
требуют для своего решения объединения знаний
различных предметных областей.**

Основы системной интеграции



Открытые системы



Open Computing
System OCS-
модель открытых
компьютерных систем

Совместимость
масштабируемость
переносимость
взаимодействие

Open System
Interconnection OSI-
модель взаимосвязи
открытых систем

Application-уровень приложений

Presentation-уровень

представлений

Session-уровень соединений

Transport-транспортный уровень

Network-сетевой уровень

Data Link-логический канал

MAC-доступ к среде

Physical-физический уровень

Протоколы и Интерфейсы

Классификация по уровням модели ISO/OSI

Прикладные

Транспортные

Сетевые

Протоколы и интерфейсы нижних уровней модели OSI

Промышленные
Fieldbus-сети

Прочие

Признаки:
наименовани

е

разработчик

стек

функции

область

применения

примечание

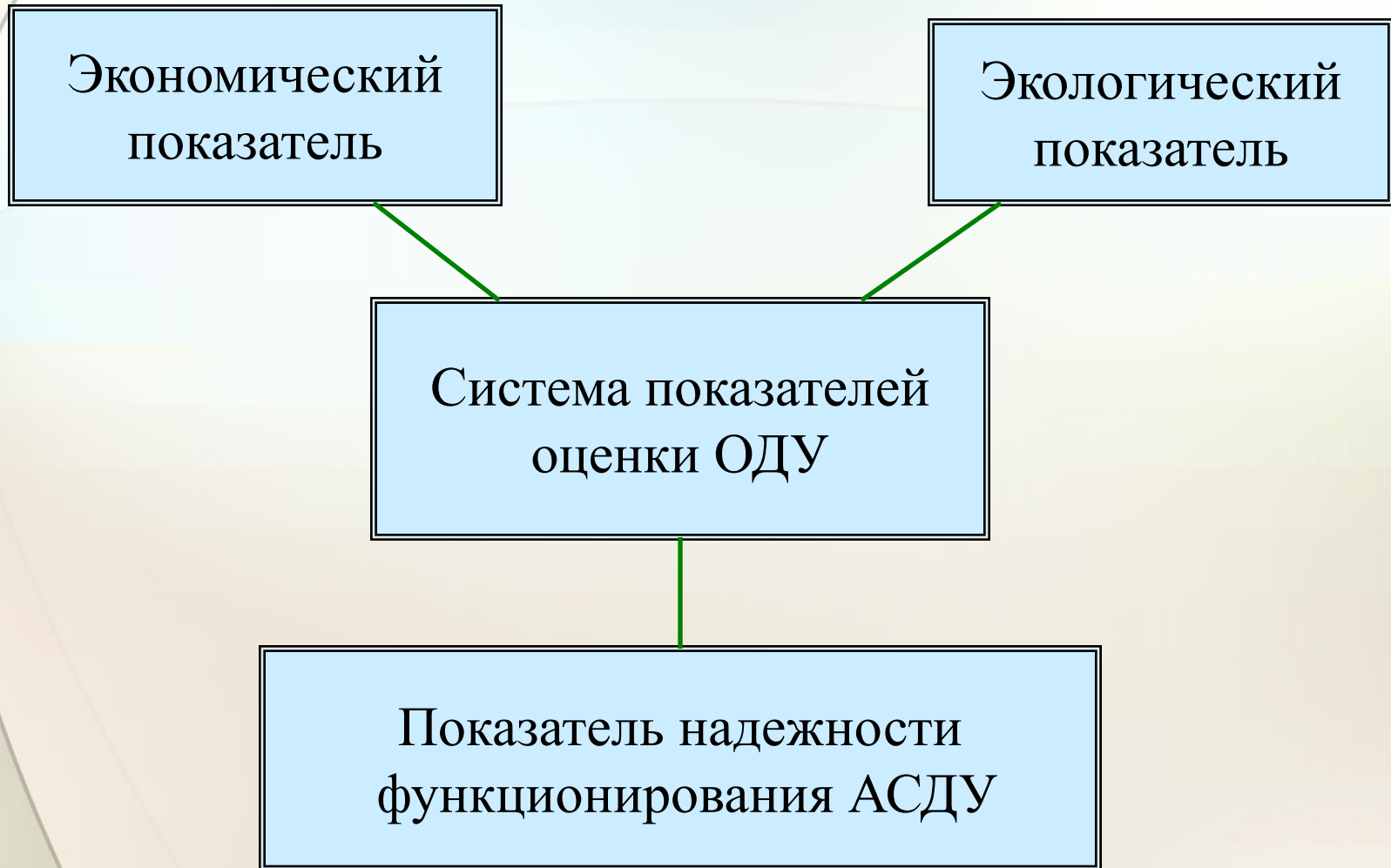
основных протоколов:

Novell, SNA, DEC, TCP/IP

Apple Talk, OSI,

Banyan VINES

Система показателей оценки диспетчерского управления



Надежность-фактор безопасности

опасность-свойство, характеризующееся способностью наносить ущерб

безопасность-свойство, характеризующееся способностью объекта препятствовать нанесению ущерба или ограничивать его величину

«приемлемый ущерб» -ущерб, превышение которого приводит к снижению уровня качества объекта ниже приемлемого значения

Риск (R)-вероятность наступления заранее определенных нежелательных последствий, например, аварий с четко оговоренным ущербом. $R = \text{Вер}\{\text{ущерб} > \text{допустимый ущерб}\}$.

ISO-9000

ИСО 9004-4-93 «общее руководство качества и элементы системы качества. Часть 4:руководящие указания по улучшению качества»

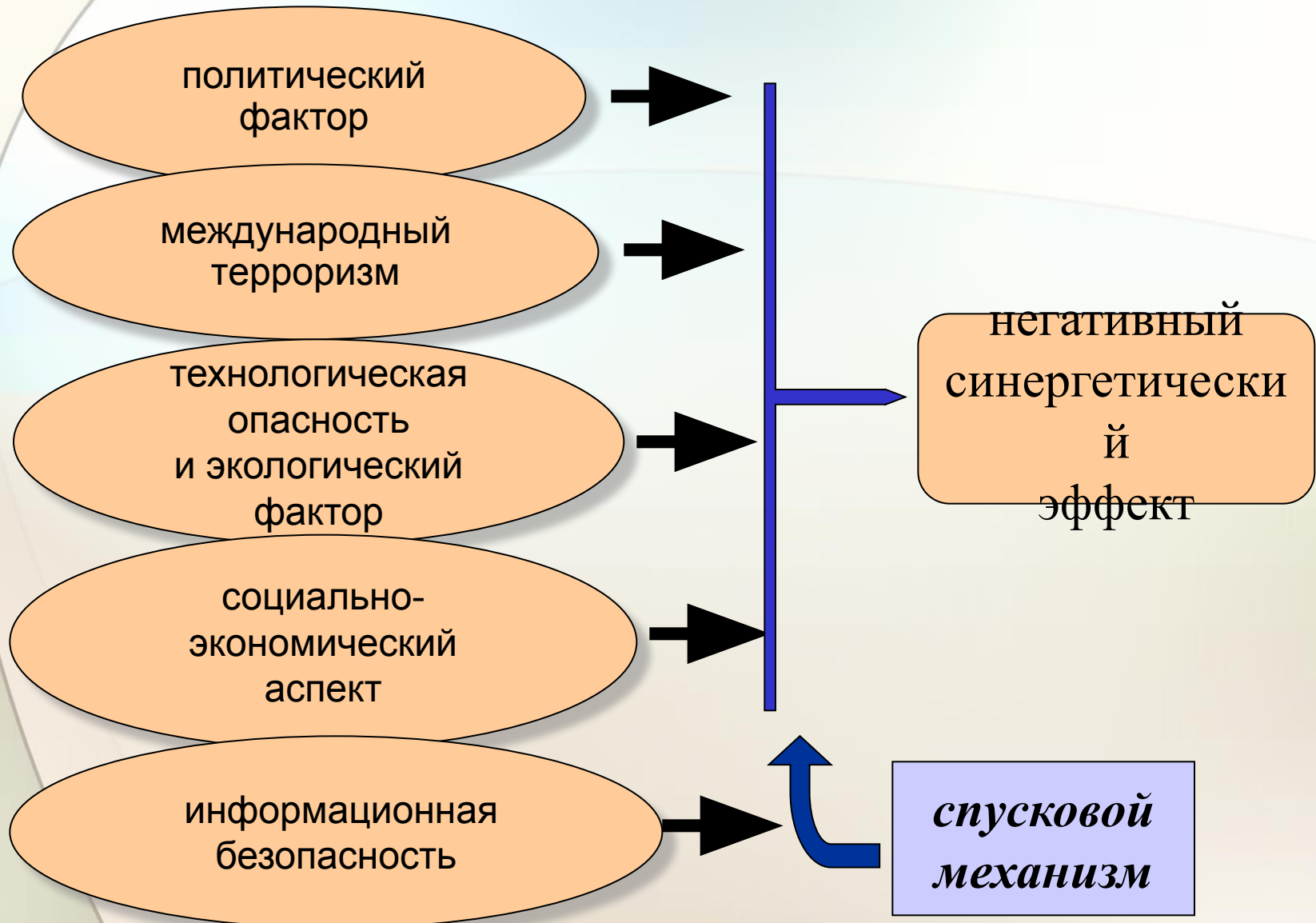
Модели для оценки качества функционирования человека в информационно-управляющей системе (комплекс оценки качества – КОК).

Типовые процессы стандарта ISO/IEC 15288 “Системная инженерия – процессы жизненного цикла систем” получили свое математическое описание (100 математических моделей).

Программный комплекс “Человеческий фактор” используют следующие модели:

- **“Анализ риска ошибок при контроле “;**
- **“Анализ корректности выполнения функций обработки “;**
- **“Анализ возможностей по мониторингу “;**
- **“Анализ комплексного функционирования “.**

Многоаспектный характер национальной безопасности



Направления научно-исследовательских работ

- системный анализ в управлении технологическими процессами и организационно-экономическими системами;
- разработка комплексов моделирования и оптимизации в транспорте газа;
- создание компьютерных тренажеров для повышения квалификации диспетчерского персонала в трубопроводных системах транспорта нефти и газа;
- моделирование и оптимизация процессов добычи и разработки нефтяных и газовых месторождений;
- модели, методы и технологии построения корпоративных информационных систем (как для предприятий нефтегазовой отрасли, так для управления вузом);
- теоретические основы диспетчерского управления;
- синергетический анализ;
- системы принятия решений (на основе технологий искусственного интеллекта) для задач планирования и управления в нефтегазовой отрасли;
- оценка качества и сертификация автоматизированных информационных систем;
- информационная безопасность и др.

«Науку часто смешивают со знанием. Это грубое недоразумение. Наука есть не только знание, но и сознание, т.е. умение пользоваться знанием как следует»

В.А. Ключевский

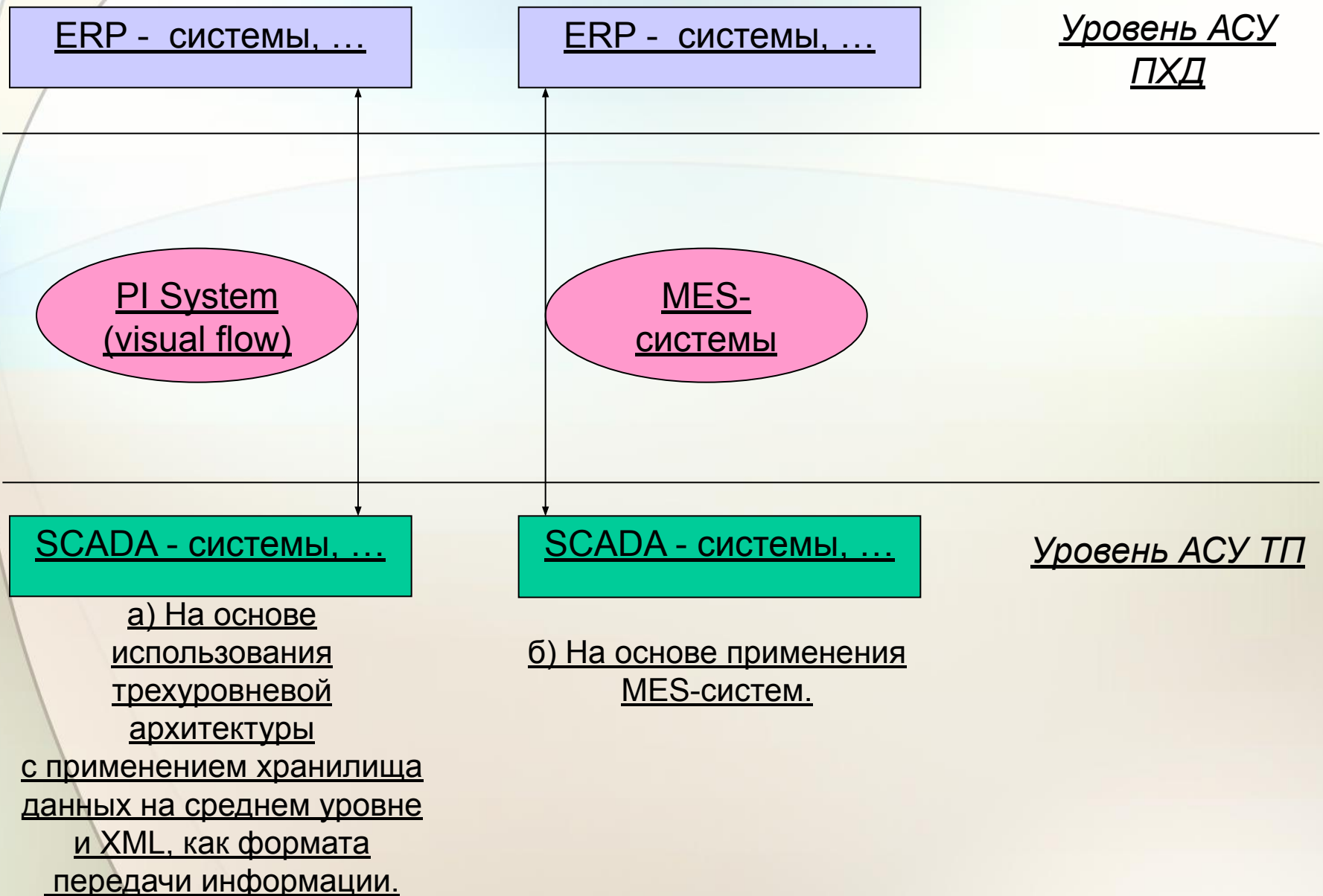
Тенденции в построении АСУ ПХД

- создание единого информационного пространства
- разработка моделей и технологии принятия решений на основе интеллектуального анализа корпоративных данных (Data Mining и др.)
- оценка качества функционирования на основе стандарта ISO-15288
- задачи интеграции

Средства:

- корпоративные стандарты (руководящие документы) и действующие ГОСТ;
- единое информационное пространство;
- ОБД (ОБД следует трактовать не только как распределенное хранилище данных, но и как средство поддержки в актуальном состоянии оперативного корпоративного пространства обмена данными различных ИУС друг с другом);
- единая терминология, классификаторы, НСИ.

Пути интеграции АСУ ТП и АСУ ПХД



Компьютерное обучение и тренажёры

1687 г. - открытие в Москве Славяно-греко-латинской Академии, первого в России высшего общеобразовательного учебного заведения;

1724 г. - основана Петербургская Академия наук (с 1917 г. Российская Академия наук, с 1925 г. - АН СССР).

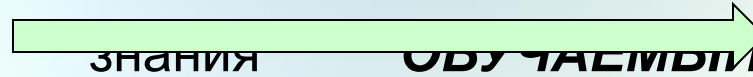
“...альфой и омегой нашей дидактики да будет изыскание и открытие способа, при котором учащие меньше бы учили, учащиеся же больше учились.”

Ян Амос Каменский
(18 век)

Доклад Римского Клуба.
Начало эры компьютерного обучения.

Процесс обучения

ОБУЧАЮЩИЙ



передача знаний
коллективный характер

восприятие знаний
индивидуальный характер

обучение - управляемый процесс, изучение которого необходимо для организации компьютерной среды

Системный подход

- цели обучения
- характер процесса обучения
- структура процесса
- средства процесса обучения

Синергетический подход

Характеристики процесса обучения

динамический

обобщение,
агрегирование знаний,
потери информации

нелинейный

диссипативный

с обратными связями

внутренняя (у слушателя)

внешняя (через преподавателя)

связана с организацией контроля

итерационный

связан с процессом восприятия

сугубо индивидуальный,
психические процессы

«Ученье без размышления бесполезно, но и размышление без учения опасно»

Конфуций

Система подготовки кадров в нефтегазовой отрасли



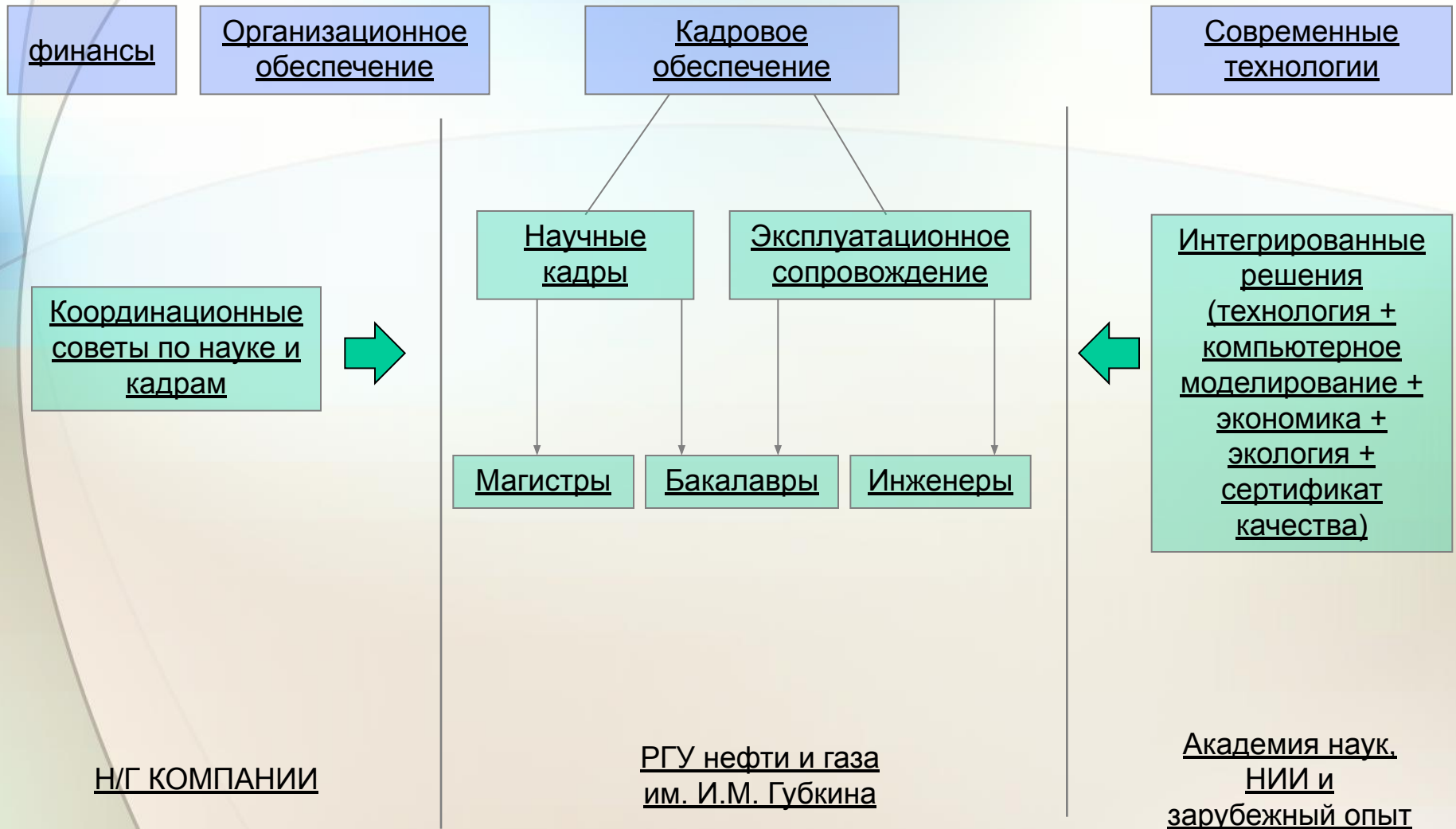
Классификация:

- тренажеры (компьютерные и операторские);
- мультимедийные программы;
- электронные учебники;
- дистанционное обучение;
- экспертные системы;
- АОС;
- контролирующие программы и др.

*«Пределы науки похожи на горизонт:
чем ближе подходят к ним, тем более они отодвигаются»*

П. Бауст

Решение научно-технических проблем нефтегазовой отрасли



Классификация моделей

- **Виды моделей и признаки классификации :**
 - **детерминированные и стохастические модели (по наличию случайного фактора);**
 - **динамические и статические (по фактору времени);**
 - **одномерные и многомерные (по числу переменных);**
 - **аналитические и численные (по характеру решений);**
 - **вычислительные и аналоговые (по характеру используемой ВТ);**
 - **физические и математические модели и др.**

Зависимость



Функциональная

- Функция
- Функционал
- Оператор

Стохастическая

- Регрессия
- Корреляция

Функция

ООФ
ОЗФ

Sx
Sy

x

y



Функционал

совокупности функций ставит в соответствие совокупность чисел

$$\int f(x) dx : \begin{array}{l} \sin x \\ \cos x \\ f(x) = \sqrt{x} \\ \dots \end{array} \left. \vphantom{\int f(x) dx} \right\}$$

Оператор

Если заданы два произвольных множества S_x и S_y и дан закон, в соответствии с которым любому x будет соответствовать вполне определенный y , то говорят, что задан оператор.

Функция, Функционал и Оператор – отражают действие причинно-следственной связи.

Стохастическая связь - это такая зависимость, при которой определенному значению x будет соответствовать множество y .

$$x \quad (y_1, y_2, y_3, \dots, y_n)$$

Логические уровни моделирования

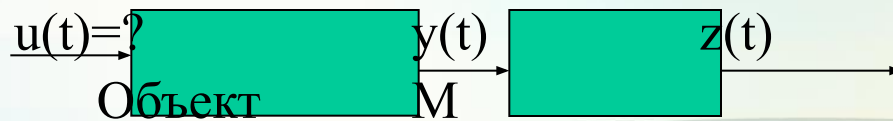
- X – “Сократ-человек”
 - $F(x)$ - “Все люди-смертны”
 - $Y=F(x)$ - “Сократ-смертен”
-
- Если неизвестен y , то *дедукция*.
 - Если неизвестна $F(x)$, то *индукция*.
 - Если неизвестен x , то *абдукция*.

История моделирования

- *Подобие и моделирование.*
- *Детерминированные системы (аналитические методы, линейные модели).*
- *Уравнения математической физики.*
- *Модели САР.*
- *Метод Монте-Карло.*
- *Статистические модели.*
- *Численные методы и модели вычислительной математики.*
- *Модели оптимального управления.*
- *Детерминированные многомерные модели.*
- *Модели математического программирования.*
- *Имитационное моделирование.*
- *Модели искусственного интеллекта.*
- *Модели детерминированного хаоса и фракталы.*

Классификация задач управления.

1. Задачи детерминированного управления.



М - измерительное устройство

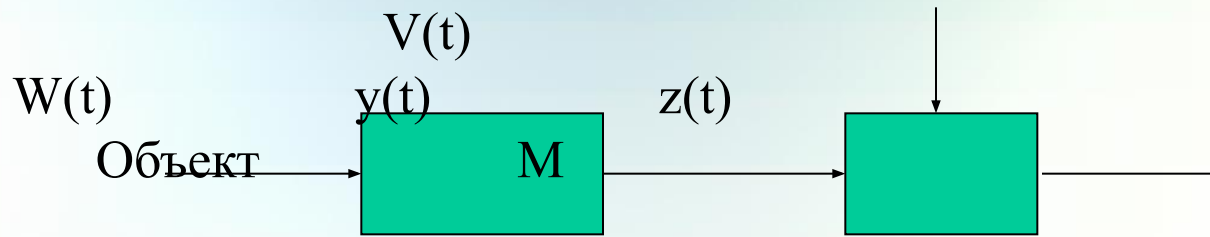
Дано

Соотношения между $z(t)$ и $y(t)$ и между $y(t)$ и $u(t)$.

Цель

Найти такое управление $u(t)$, чтобы $y(t)$ или $z(t)$ были бы как можно ближе к желаемому.

2. Задачи оценки.



$W(t)$ - вектор действующих на систему шумов.

$V(t)$ - вектор шумов измерений.

Дано

Соотношения между $z(t)$ и $y(t)$, $V(t)$
 $y(t)$ и $W(t)$;

Статистическое описание $V(t)$ и $W(t)$.

Проводятся замеры на некотором интервале времени T .

t - текущее время;

$t = T$ - задача фильтрации;

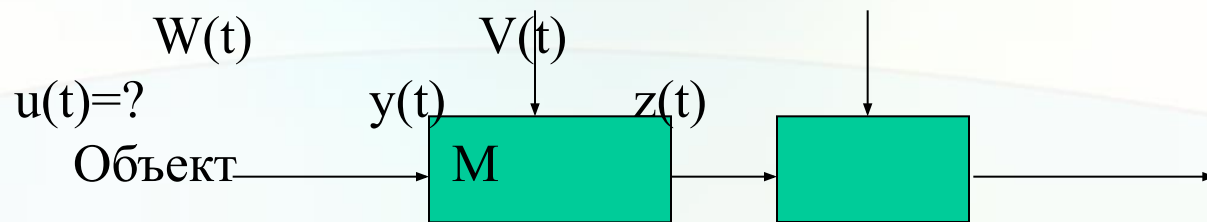
$t > T$ - задача предсказания или прогнозирования;

$t < T$ - задача сглаживания;

Цель

Найти такие оценки $(t|T)$, которые являются лучшими в некотором смысле.

3. Задача стохастического управления.



Дано

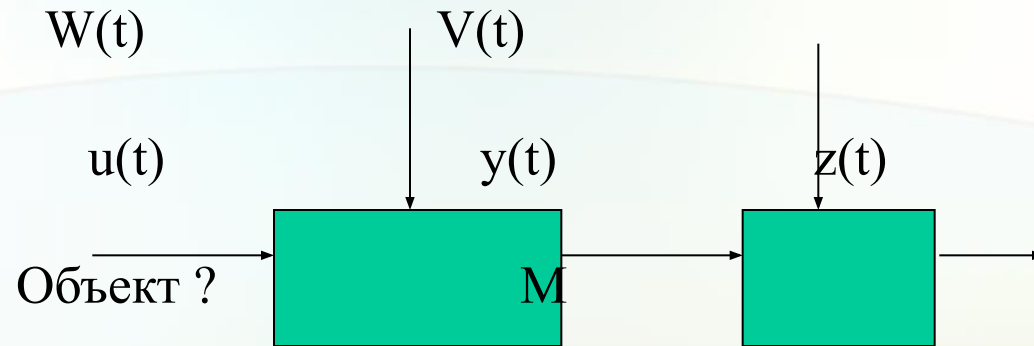
Соотношения между $z(t)$ и $y(t)$, $V(t)$
 $y(t)$ и $u(t)$, $W(t)$;
Статистическое описание $V(t)$ и $W(t)$.

Цель

такое управление $u(t)$, чтобы некоторая оценка
желаемому.

Найти
 $\hat{z}(t)$ была близка к

4. Задача идентификации.

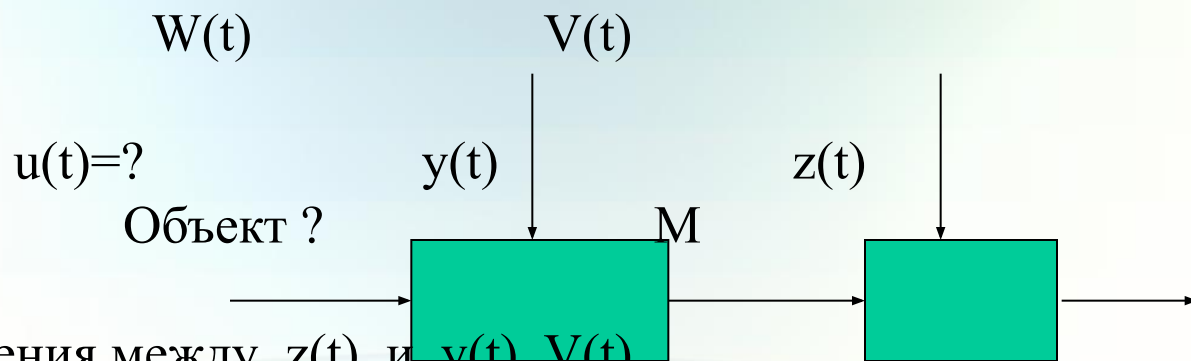


Дано

Соотношения между $z(t)$ и $y(t)$, $V(t)$
Статистическое описание $V(t)$ и $W(t)$.
Измеряются $z(t)$ и $u(t)$

Цель

Определить лучшую в некотором смысле модель объекта.



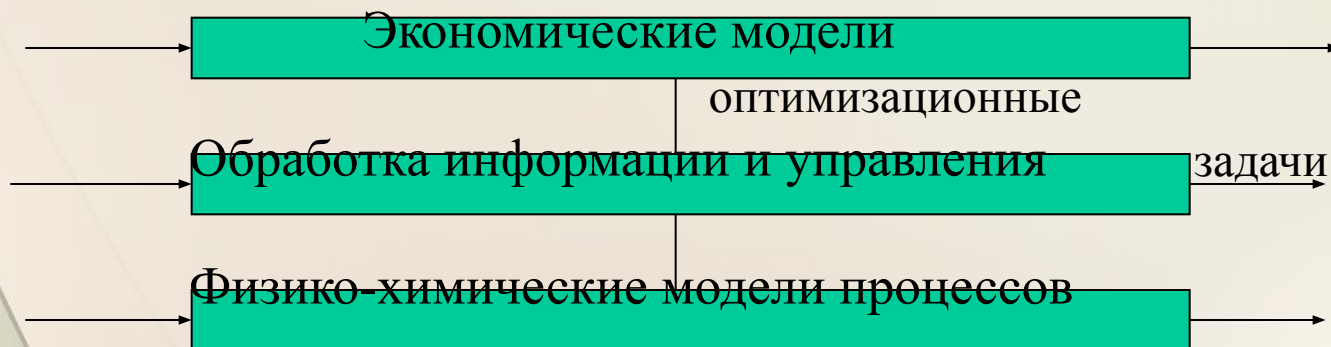
Дано

Соотношения между $z(t)$ и $y(t), V(t)$
Статистическое описание $V(t)$ и $W(t)$.
Измеряются $z(t)$ и $u(t)$

Цель

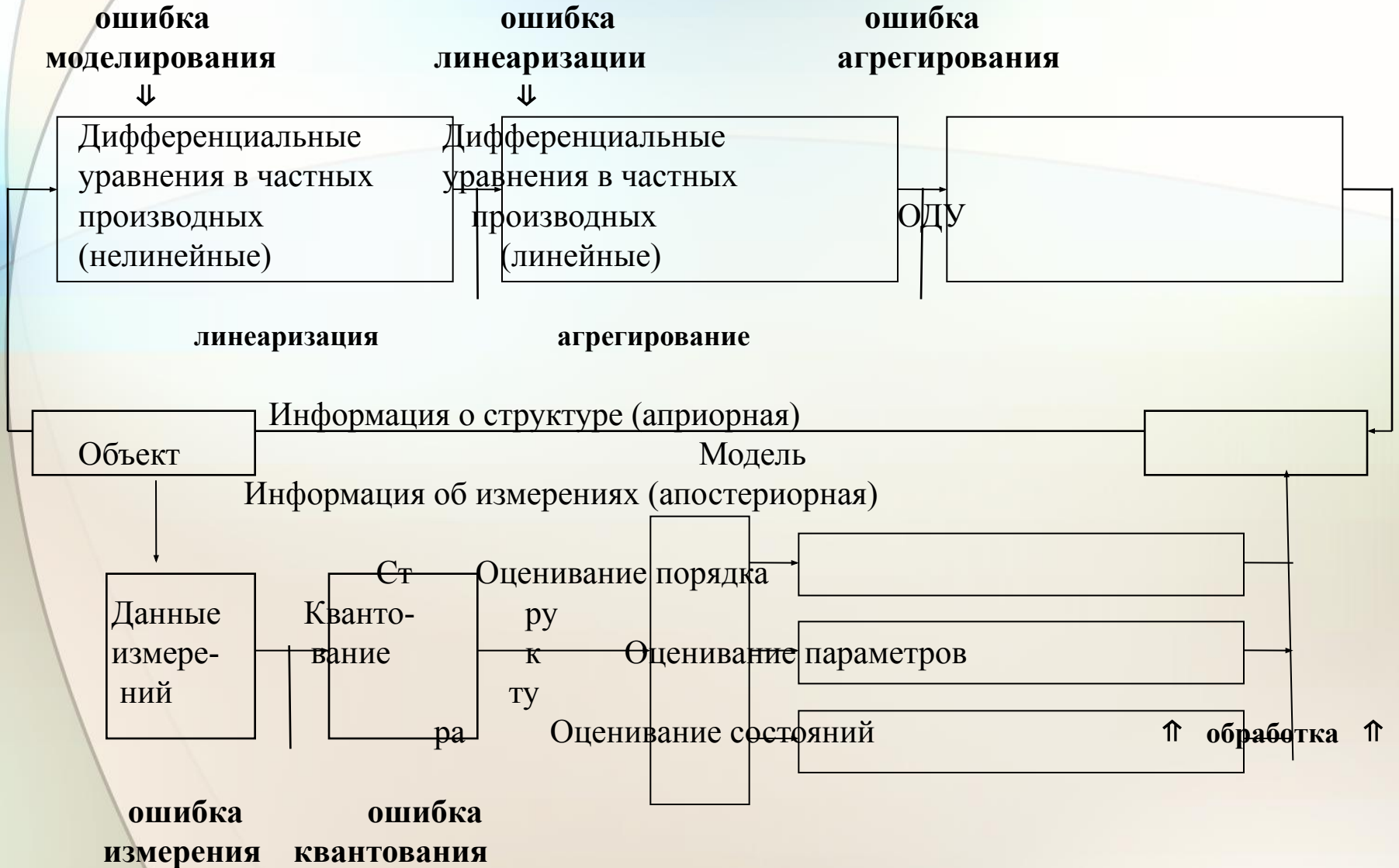
Определить $u(t)$, для которого некоторая оценка $y(t)$ была бы близка к желаемому.

Иерархия моделей.



Методология построения детерминированных моделей

Структура



Математические схемы описания сложных систем.

Проблема: сложная система реально представляется в виде совокупности разнородных математических моделей. Для оценки глобального поведения всей системы нужен единый подход к моделированию.

Существующие математические схемы.

1. Непрерывные детерминированные модели.

D-схема (Dynamic)

Примером могут служить дифференциальные уравнения.

2. Дискретные детерминированные модели

F-схема (Finita)

Примером могут служить конечные автоматы (автоматы Мура)

3. Дискретные вероятностные модели

P-схема (Probability)

Примером могут служить вероятностные автоматы

4. Непрерывные вероятностные модели

Q-схема (Queue)

Системы массового обслуживания, системы управления запасами, теория очередей.

5. Агрегативные модели

A-схема (Aggregate)

Показано, что в терминах агрегативных моделей можно описать все остальные схемы.

АКАДЕМИЧЕСКАЯ
НАУКА



+

-



ВЫСШАЯ ШКОЛА

НЕФТЕГАЗОВЫЕ
КОМПАНИИ



НТЦ

«Жизнь ставит цели науке, наука освещает путь жизни»

Н.К. Михайловский