

Автоматизированные системы диспетчерского управления технологическими процессами в нефтегазовой отрасли; проблемы и решения.

РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина

проф., д.т.н. Л.И. Григорьев

Диалектика науки и жизни и развитие диалектики

Наука - сфера человеческой деятельности, функцией которой является выработка и теоретическая систематизация объективных знаний о действительности.

Диалектика – методология научного познания.

Основные принципы диалектики – всеобщая связь, становление и развитие – осмысливаются с помощью всей исторически сложившейся системы категорий и законов.

*Пределы науки похожи на горизонт;
чем ближе подходят к ним,
тем более они отодвигаются.*

П. Бауст.

Из истории нефти в России

1597г.- нефть, собранная с реки Ухты, впервые была доставлена в Москву .

1745 г. - Федор Прядунов получил разрешение начать добычу нефти со дна реки Ухты; Прядунов также построил примитивный нефтеперегонный завод и поставлял некоторые продукты в Москву и Санкт-Петербург.

1823г.-братья Дубинины открыли нефтеперерабатывающий завод в Моздоке для переработки нефти, собираемой с близлежащего Вознесенского нефтяного месторождения.

1846г.- пробурена первая нефтяная скважина в мире (на Биби-Айбатском месторождении вблизи Баку); более чем на десятилетие раньше, чем была пробурена первая скважина в США. С этим событием связывают начало современной нефтяной промышленности.

На рубеже 19-20 века - на долю России приходилось более 30% мировой нефтедобычи.

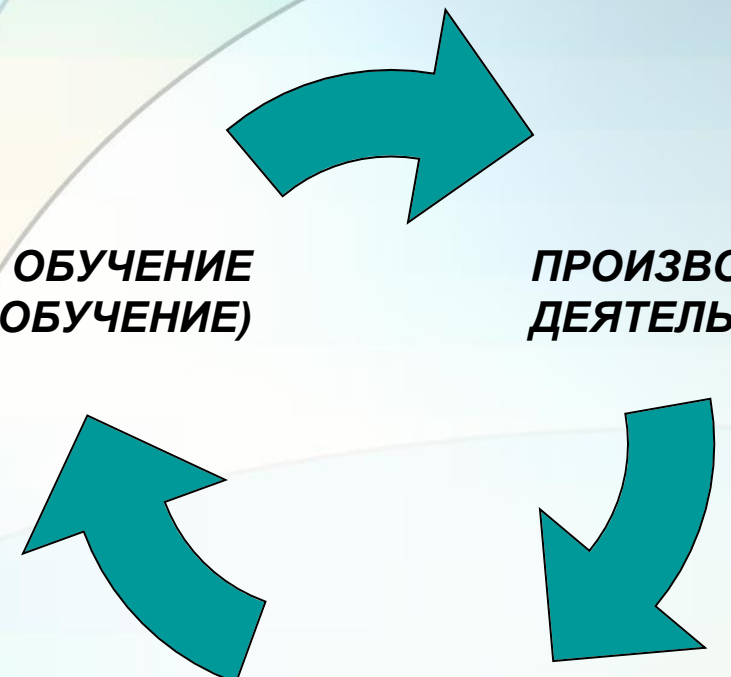
Время - важнейшая координата нашего существования.

Сегодня, 100 лет назад и чуть ранее.

1906г. - саратовский купец Мельников бурит на своем хуторе у села Дергачи артезианский колодец. От случайной искры скважину охватило пламенем, которое с трудом удалось погасить. Сын Мельникова, студент Рижского политехнического института отвез пробу природного газа на анализ, где определили, что это метан. Предприимчивый купец построил на этом месте стекольный и кирпичный завод, используя газ в качестве дарового топлива.

Чуть ранее - **1876г., Д.И.Менделеев** поставил вопрос о широком применении нефтяного попутного газа, справедливо считая, что газ это топливо будущего. Это предсказание успешно претворяется в жизнь, претворяется в жизнь согласно законам диалектики.

2014г. – Место газовой отрасли в экономике РФ и роль ОАО “Газпром “ в мире (без комментариев).



**ОБУЧЕНИЕ
(САМООБУЧЕНИЕ)**

**ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ**

= Φ (знаний)

ИССЛЕДОВАНИЯ

В ЖЦ человека соотношения этих трех видов деятельности функционально связано с уровнем знаний.

Кристаллизация знаний.

Организационное развитие: первые школы и университеты, Академия наук, система высшего образования, система нефтегазового образования.

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.

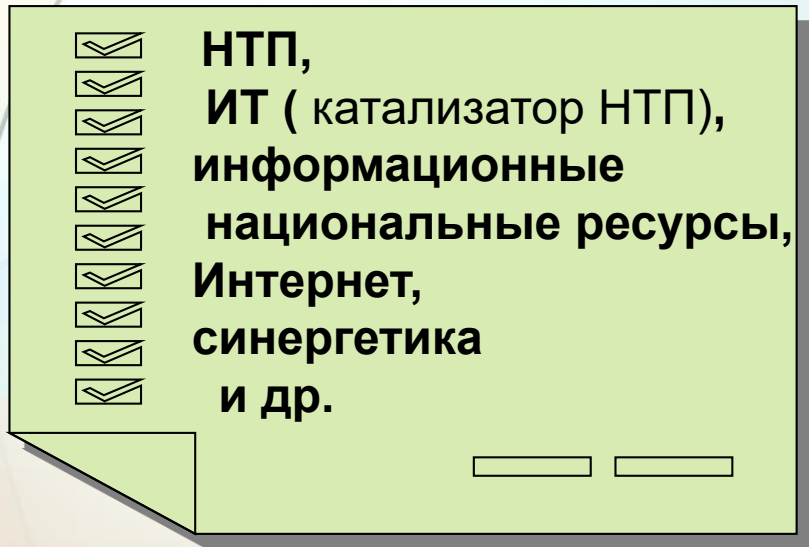
Науку часто смешивают со знанием. Это грубое недоразумение. Наука есть не только знание, но и сознание, т.е. умение пользоваться знанием как следует.

В.А. Ключевский.

Развитие диалектики

*новые научные
направления*

новые термины



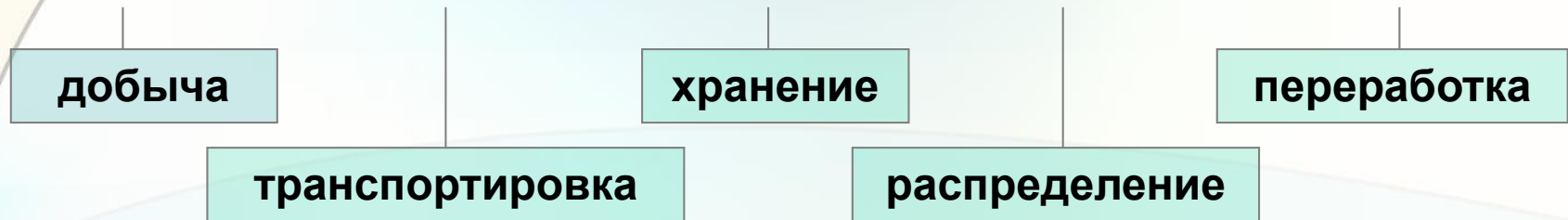
Информация - свойство материи.

Одной из важнейших вех в развития диалектики является **системный анализ.**

*Надо многому учиться,
чтобы осознать, что
знаешь мало.*

М. Монтень.

Технологические процессы нефтегазовой отрасли как объекты автоматизации и управления.



Особенности:

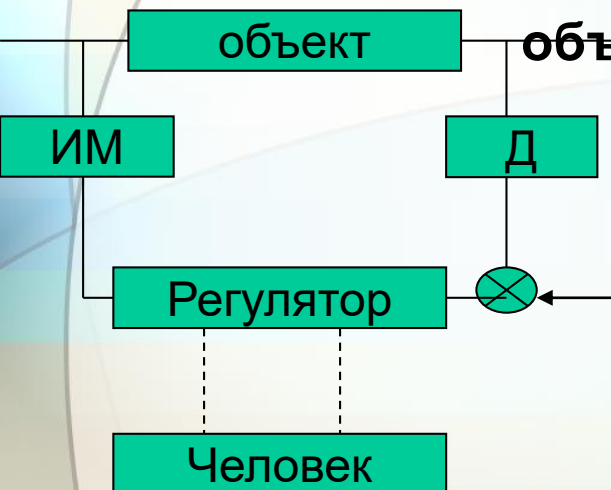
- Непрерывность газогидродинамических режимов
- Территориальная распределенность
- Сложность (ЕСГ)
- Экологические проблемы
- Технологическая опасность процессов

Особенность управления: иерархия оперативно-диспетчерских служб

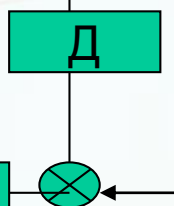
Нефтегазовая отрасль – разнообразная по технологическим объектам и по решаемым задачам предметная область для проведения научных исследований, особенно по проблемам автоматизации и информатизации.

ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

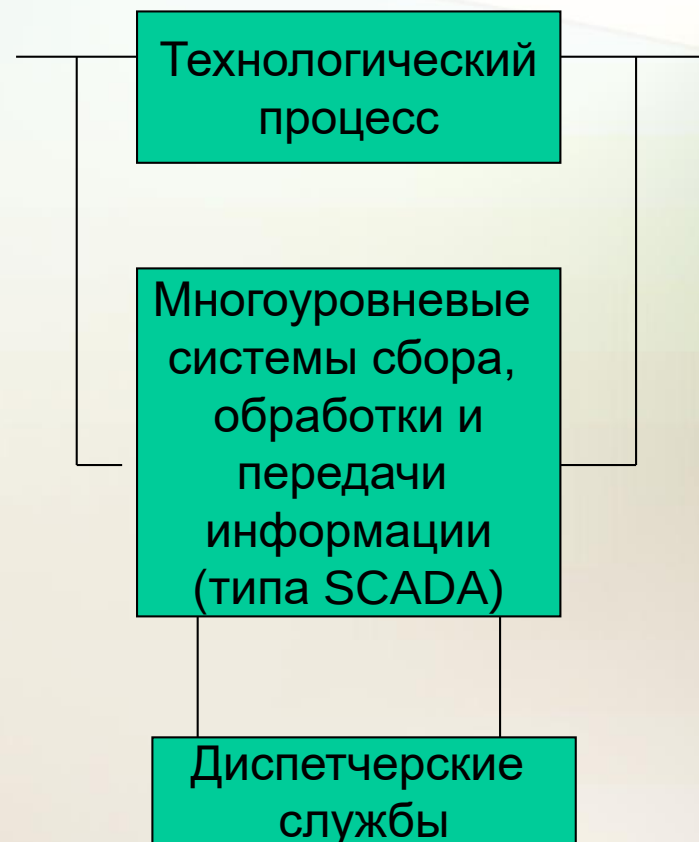
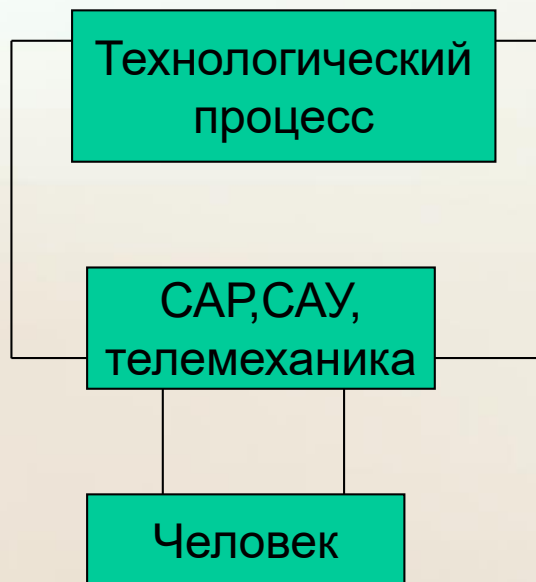
а). САР



б). Автоматизация технологических объектов (без ЭВМ)



в). Автоматизированные системы управления (АСУ ТП)



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.

Технологии «клиент-сервер».

Компьютерное обучение.

SCADA и др.

Системы SCADA

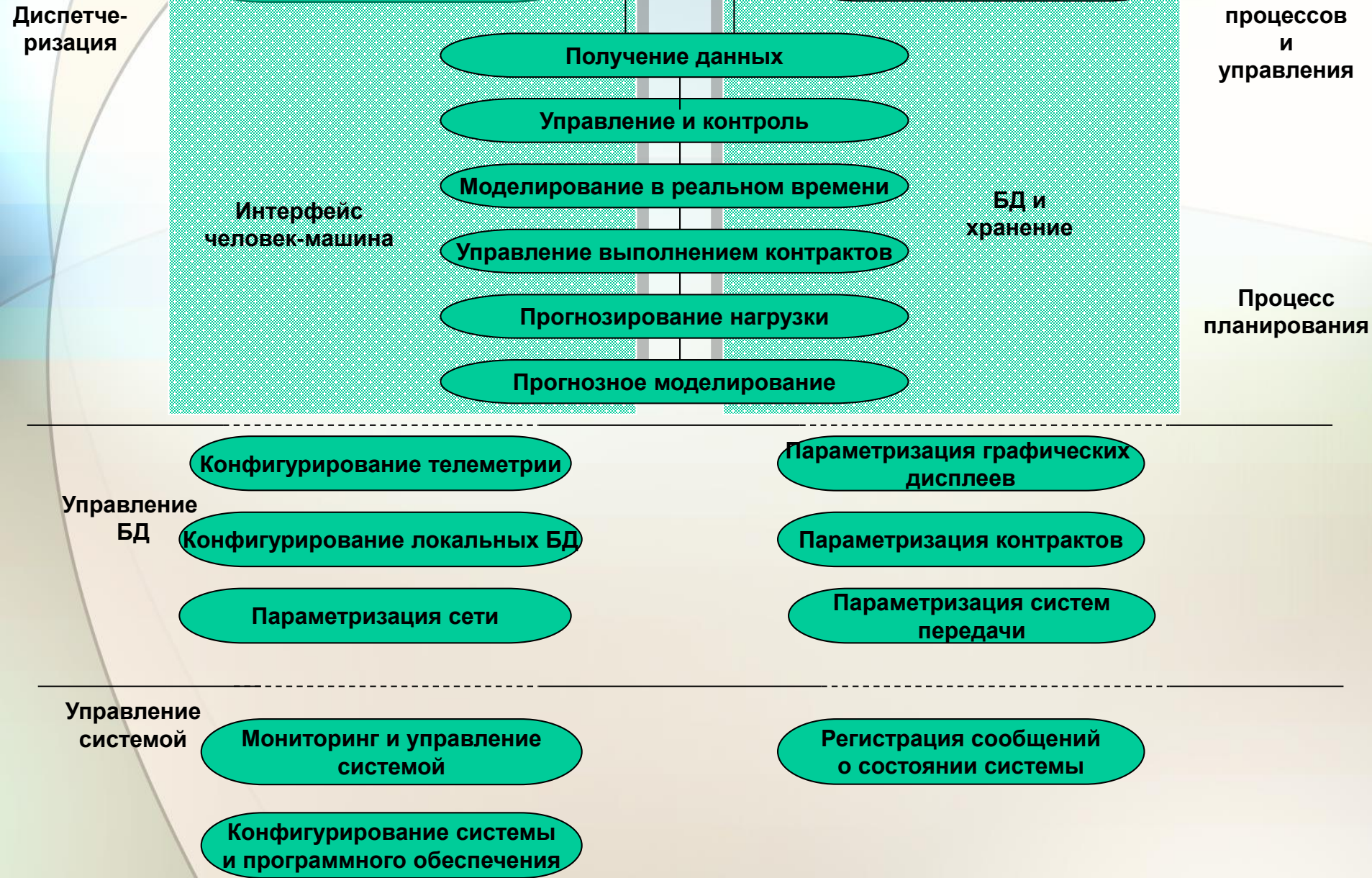
Признаки:

1. Название системы;
2. Фирма-разработчик;
3. Опыт фирмы производителя;
4. Платформа;
5. Человеко-машинный интерфейс;
6. Архитектура системы;
7. Типы контроллеров и удаленных терминалов;
8. Прикладное программное обеспечение;
9. Интерфейсы и протоколы;
10. СУБД;
11. Функции;
12. Поддержка;
13. Параметризация;
14. Время визуализации;
15. Надежность;
16. Открытость;
17. Наращиваемость системы.

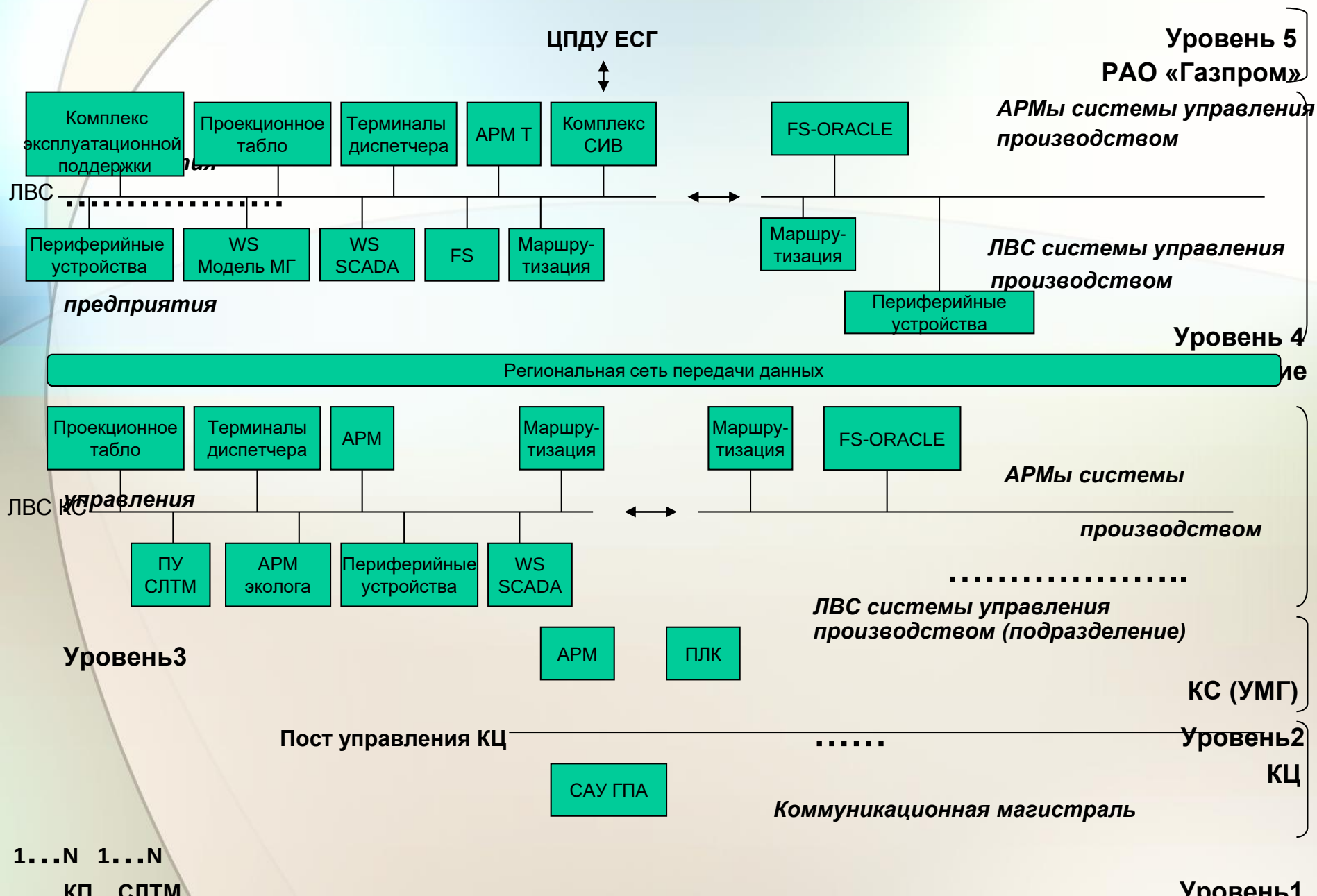
Примеры систем:

View Star 750	SPIDER	Lab Windows CPI	Fix DMax
View Star 350	SINAUT LSX	Real Flex	IGSS
OASyS	Lab View	Genesis	Factory Link IV
Software			
RTAP+	In Touch	IMAGE	Trace Mode

Общие возможности SCADA



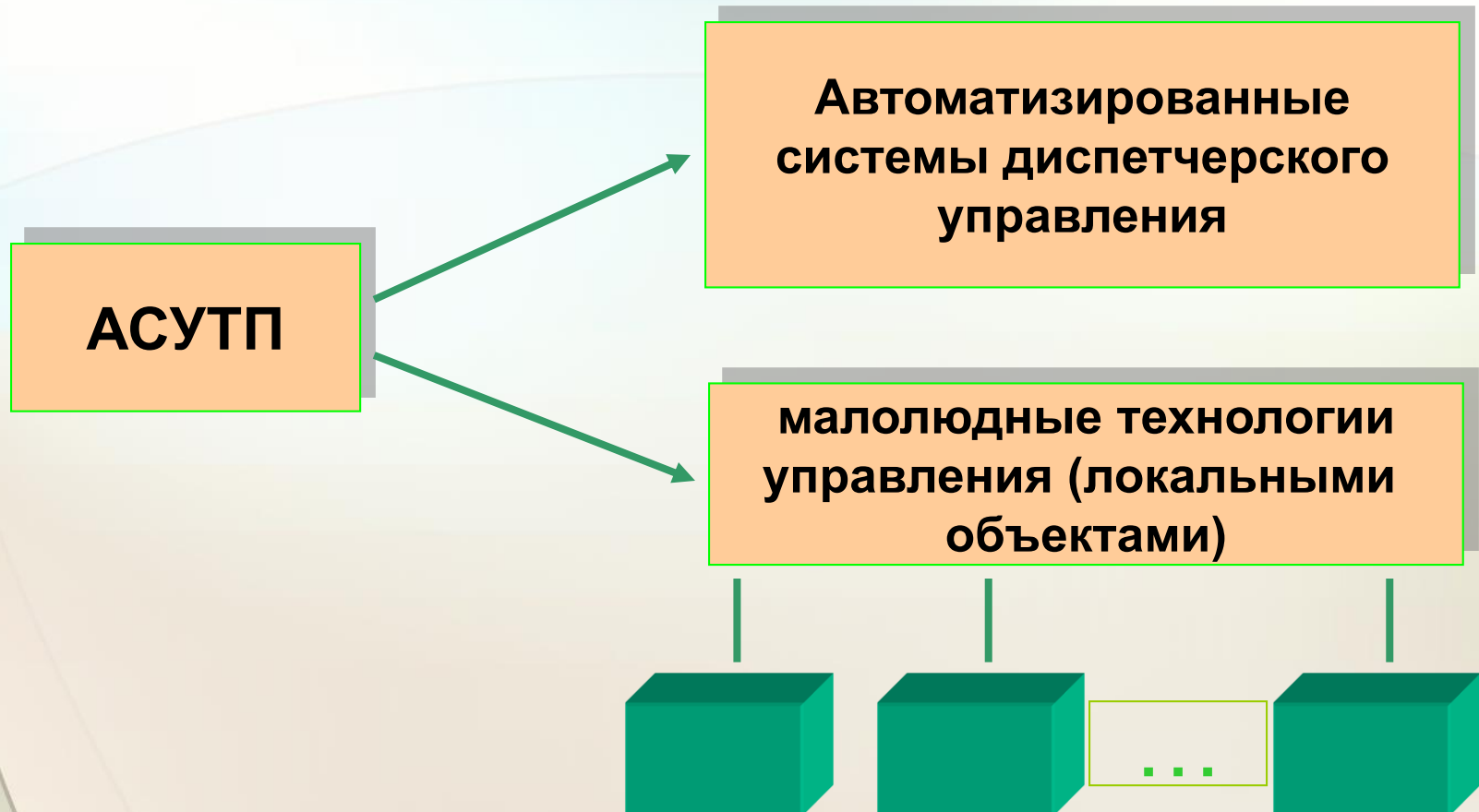
Структурная схема региональной АСУ ТП



“Наука – это та часть наших знаний, которую мы сумели понять настолько хорошо, что можем обучить этому компьютер. Там, где мы еще не достигли такого уровня понимания, речь пока идет лишь о профессиональном искусстве. Формальная запись алгоритма или программы на ЭВМ, по существу, позволяет выполнить весьма полезный тест глубины наших знаний, так как переход от искусства к науке просто означает, что мы поняли, наконец, как автоматизировать данную предметную область.”

(Кнут).

Тенденции развития АСУТП



Тенденции развития АСУ ТП

АСУ ТП-многоуровневая человеко-машинная система

Диспетчер

Оператор

Информационно-
вычислительные системы
и средства

1. Удаление ЛПР от объекта управления

2. Интеграция кибернетических и информационных процессов

3. Расширение спектра задач на верхнем уровне за счет плохо формализуемых задач

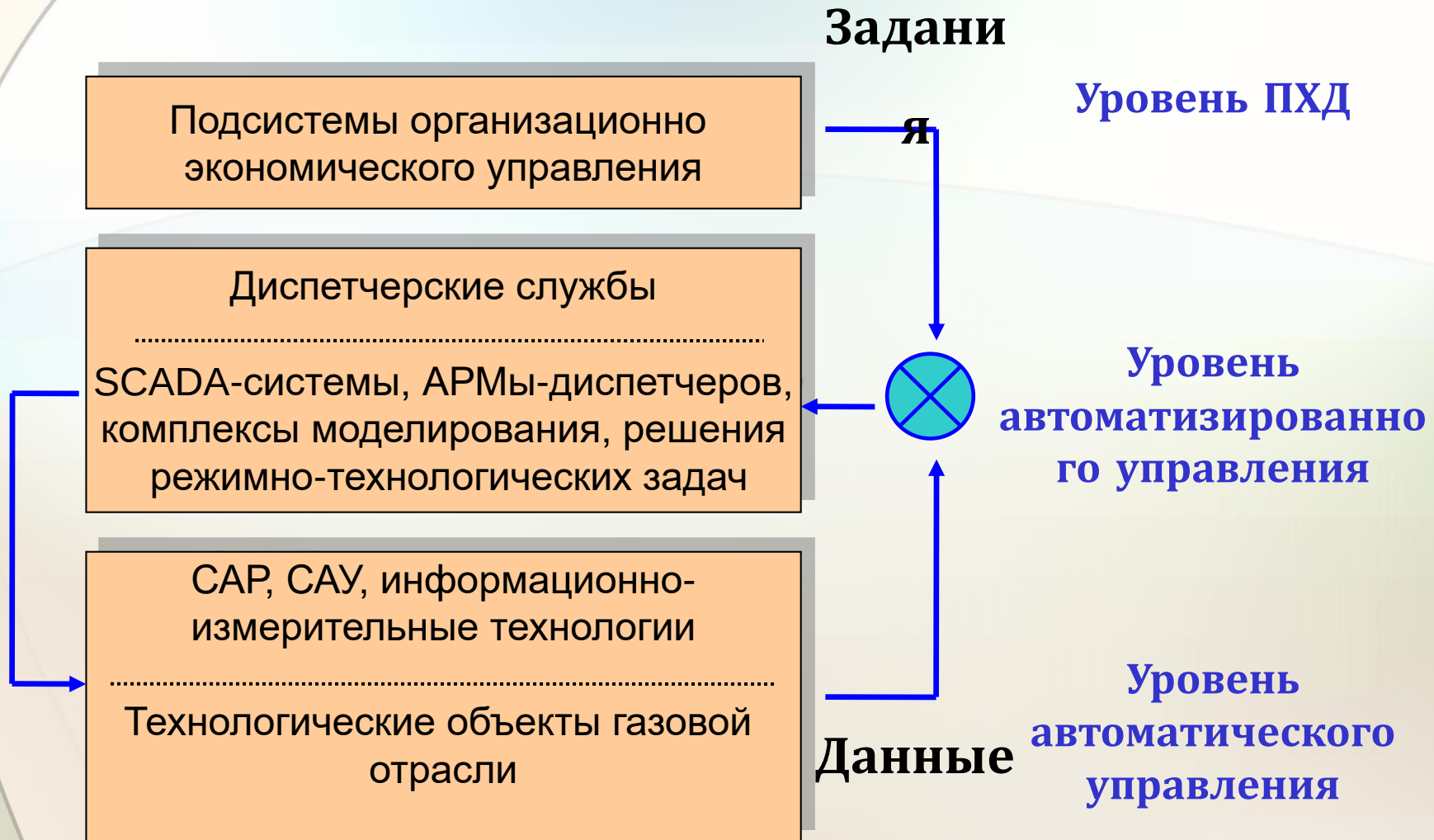
общая иерархия
проблем

Перевод решения задач нижнего уровня с автоматизированного на автоматическое управление

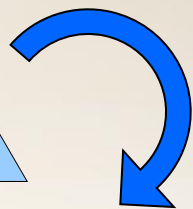
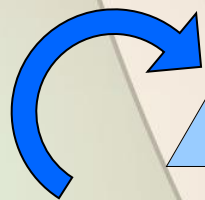
4. Расширение спектра функций диспетчера в человеко-машинной системе управления (учет технологического риска и др.)

Уровни управления

У
п
р
а
в
л
е
н
и
е



**Иерархия основных
компонентов системы
«ДУ-технологический
процесс»**



недра

**конечный
потребитель**

Особенность современных научных проблем и условий; их решения.

Интеграционные процессы
– суть эволюции. и др.

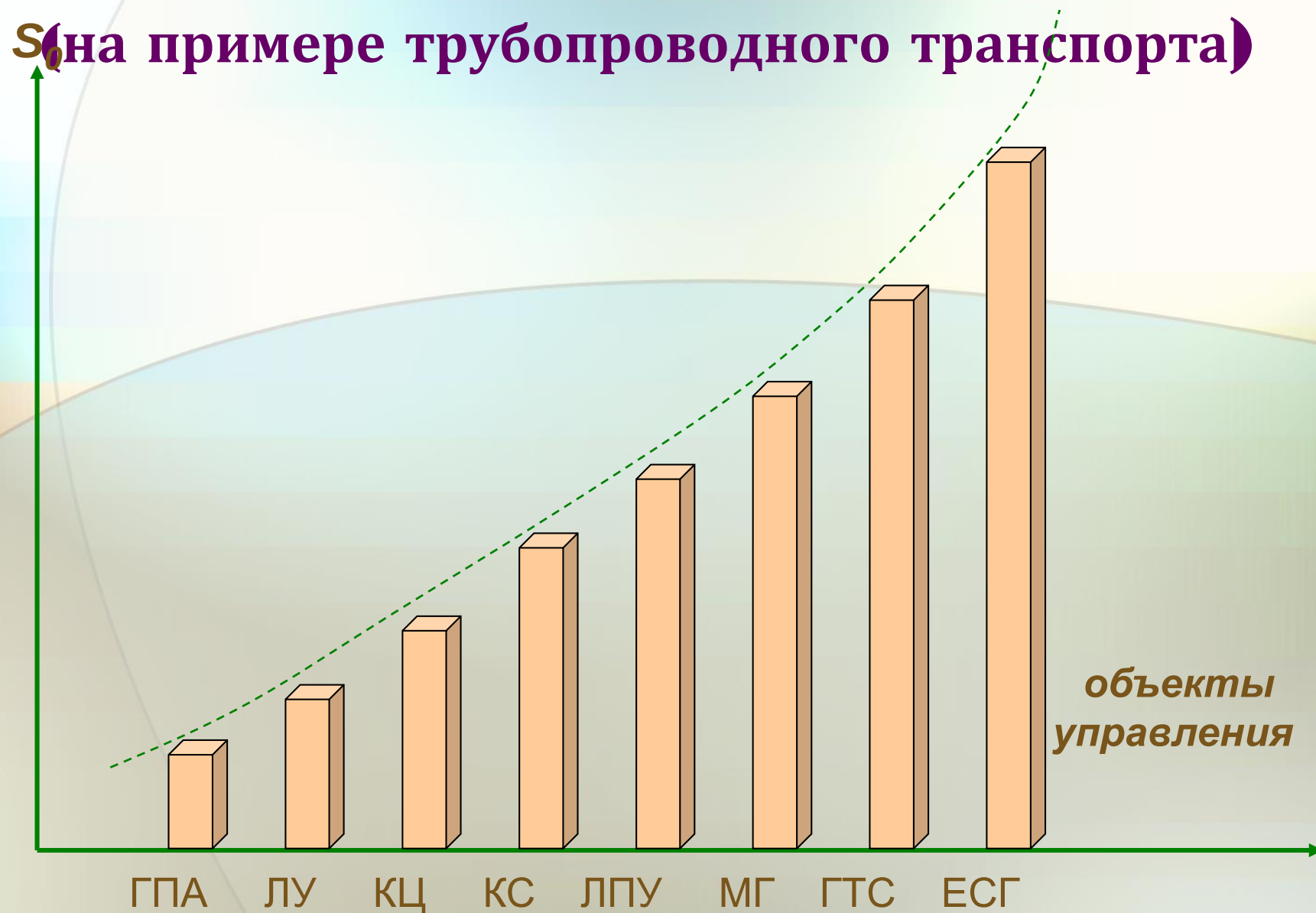
**Переход к инновационному подходу
при внедрении достижений НТП.**

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

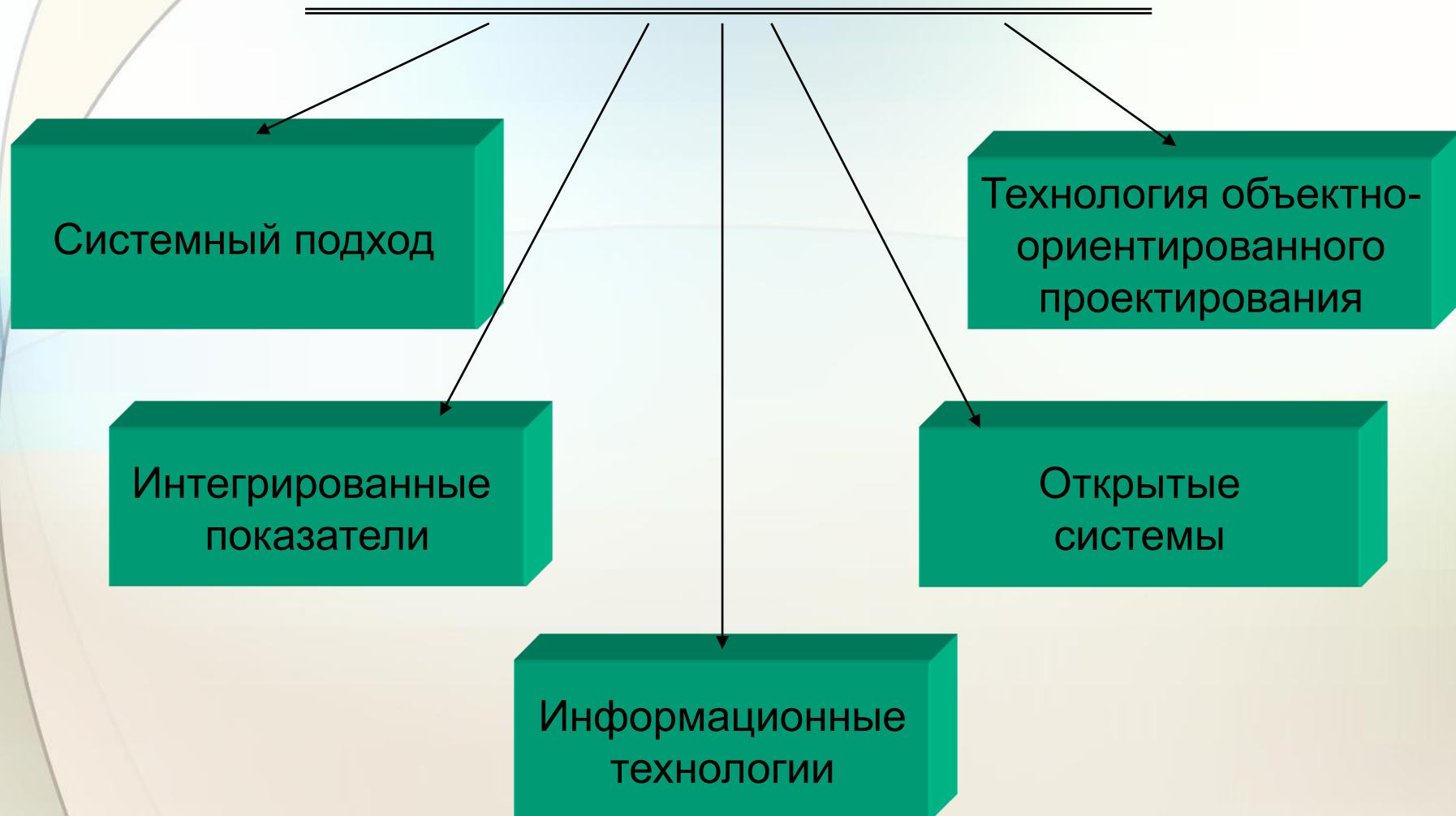
**Проблемы носят интегральный характер и
требуют для своего решения
объединения знаний различных
предметных областей.**

Динамика роста сложности объектов автоматизации и управления

(на примере трубопроводного транспорта)



Основы системной интеграции



Открытые системы

```
graph TD; A[Открытые системы] --> B[Open Computing System OCS-  
модель открытых  
компьютерных систем]; A --> C[Open System  
Interconnection OSI-  
модель взаимосвязи  
открытых систем];
```

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 † LLC-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:

наименование

разработчик

стек

функции

область применения

примечание

Примеры основных

Novell, SNA, DEC, TCP/IP
Internet, Apple Talk, OSI,
Banyan VINES

S_y

Комплекс моделирования и оптимизации

Программный комплекс решения режимно-технол. задач

Подсистемы: учета расхода газа ГИС, АСУ энергоснабжения, эколог. мониторинга, пожарной авт. и др.

SCADA-системы

ЛВС ДП

САУ КЦ

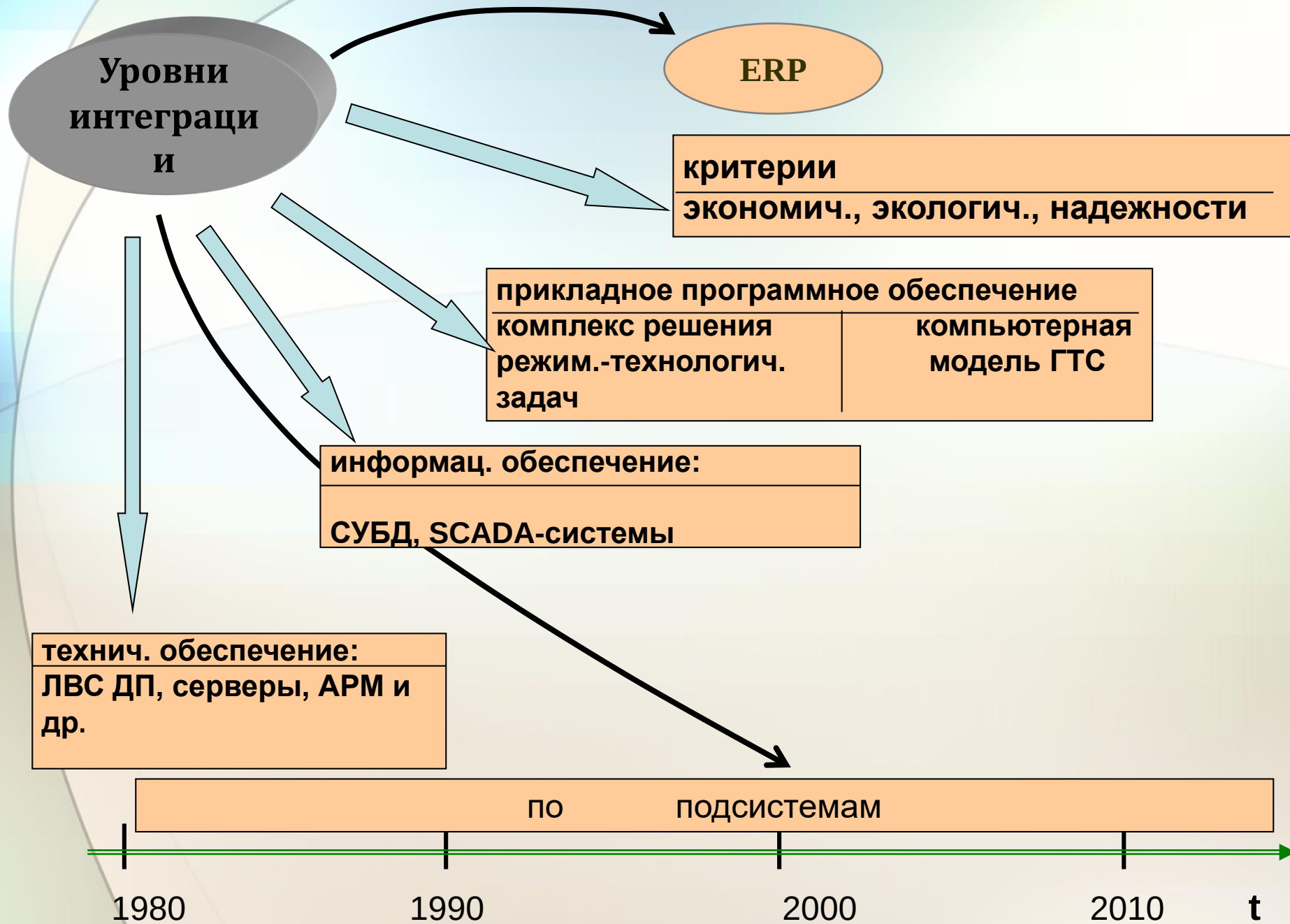
Подсистема диагностики технического состояния

Автоматизация ГРС

СЛТМ

САУ ГПА

средства и системы автоматизации и управления транспорта газа



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 “.

Исторический взгляд на эволюцию знаний диспетчера



ИУС

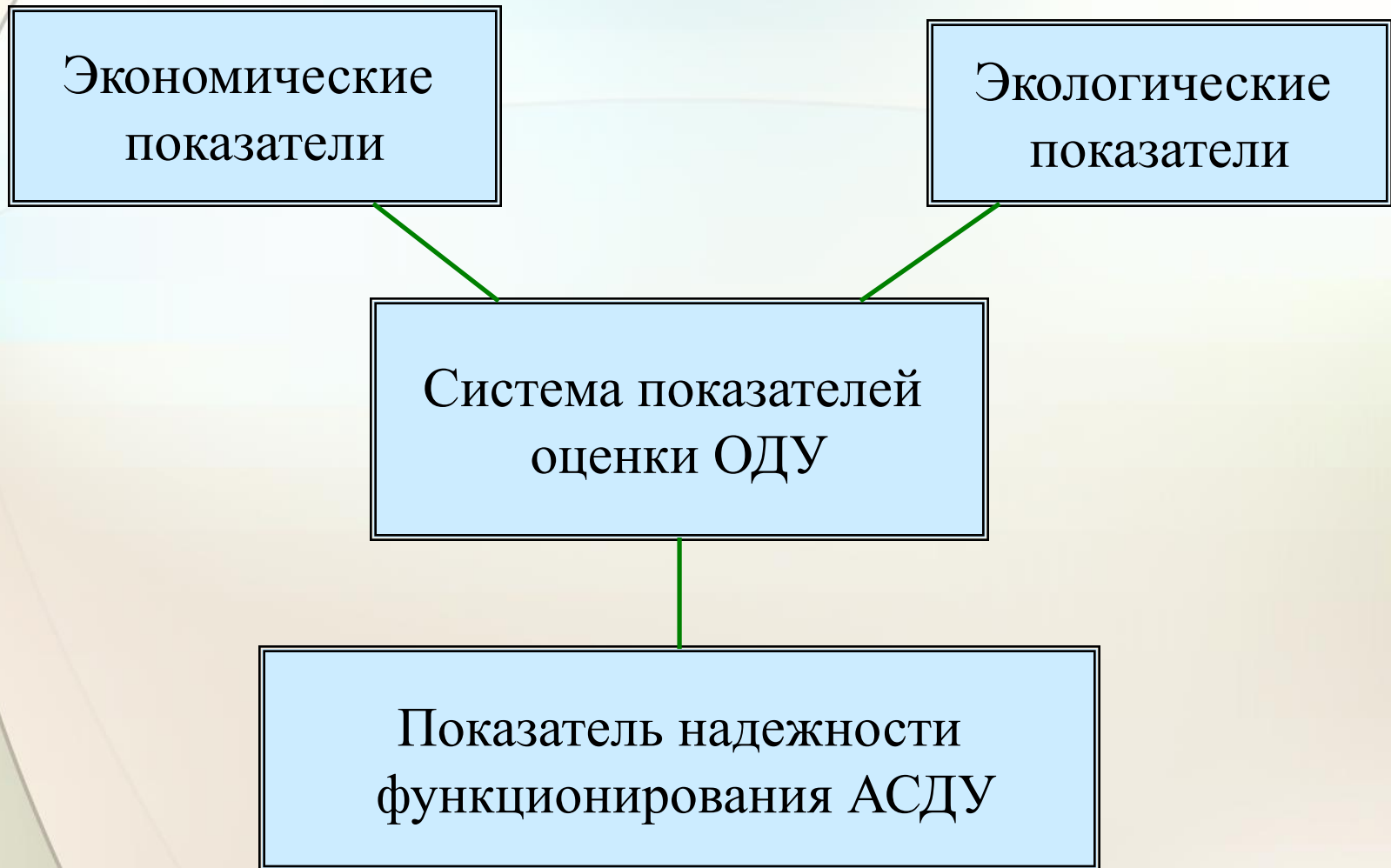
современный диспетчер - это специалист, знающий:

- *технологический процесс;*
- *автоматизированные системы управления;*

владеющий:

- *информационными технологиями;*
- *иностранным языком (для экспортных газонефтепроводов).*

Система показателей оценки диспетчерского управления



Актуальность создания системы аттестации диспетчерского персонала в н/г компаниях

- Повышение роли оперативно-диспетчерских служб в управлении технологическими процессами.
- Существенный рост требований к профессионально-психологической подготовке.
- Высокая опасность несвоевременных или ошибочных действий, которые могут привести к значительным материальным, экологическим потерям, а иногда и к человеческим жертвам.
- Общегосударственное значение, которое имеют последствия аварий, которые произошли по вине оперативно-диспетчерского персонала компаний.

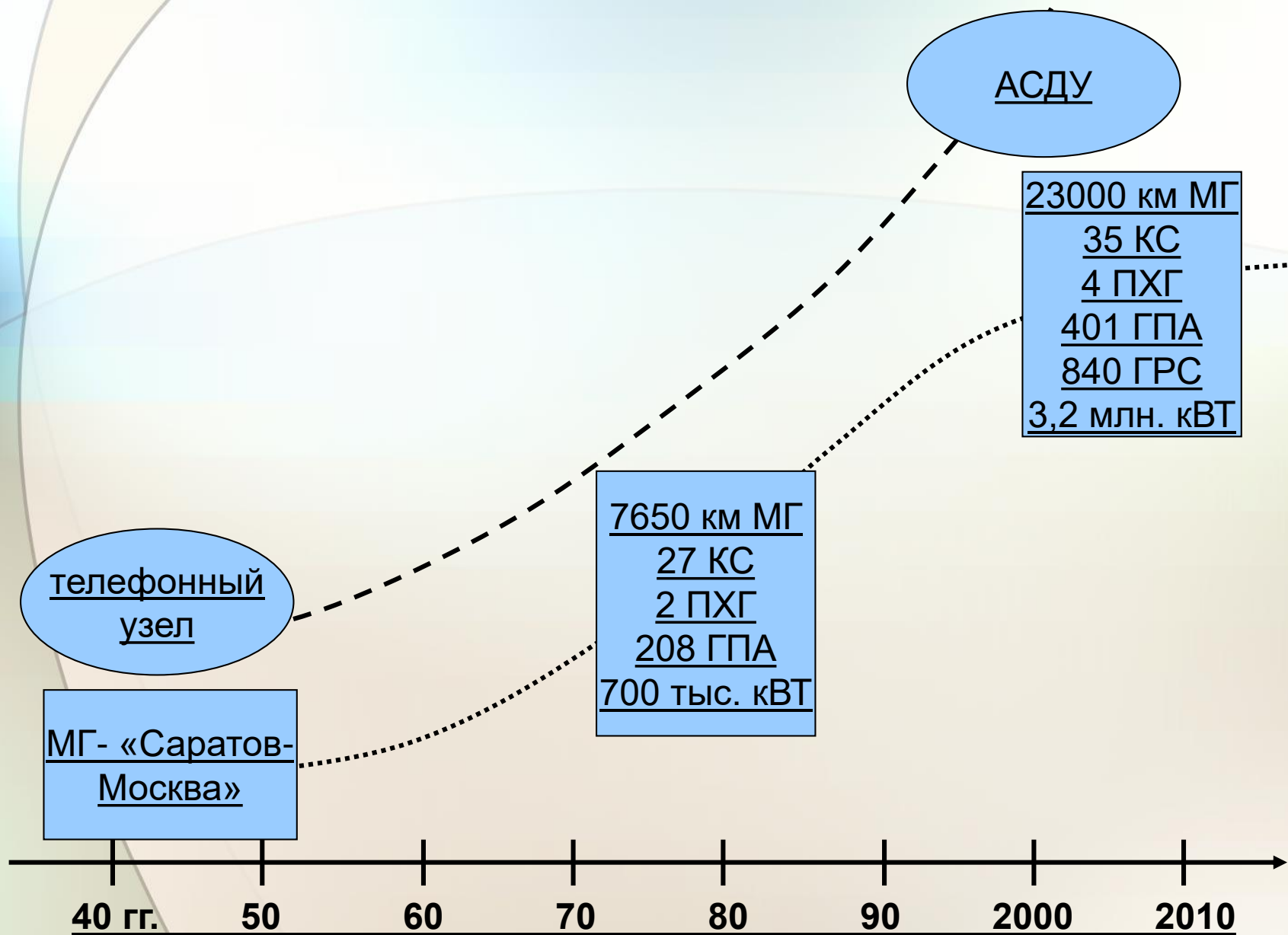
Конечная цель:

- Введение в нефтегазовых компаниях (и на государственном уровне) нормативных документов, определяющих статус оперативно-диспетчерского управления и служб их осуществляющих;
- Разработка общих требований к подготовке диспетчерского персонала;
- Введение системы аттестации оперативно-диспетчерского персонала.
- **Интеграция деятельности производственных организаций, фундаментальной науки и университетов – инновация в действие.**

**Инновации-результат интеграции
производства, науки и высшей
школы;
возможности и перспективы.**

- **РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина – Научно-исследовательский университет (новый статус)**
- **Открытие новых магистерских программ на кафедре АСУ**
- **Направления научных исследований, проводимых на кафедре; взаимодействие с ИПУ.**
- **Перспективные направления взаимодействия**

От интеграционных процессов эволюции к сложности объекта и системы управления



Общая информация

- **РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина - ведущий вуз системы нефтегазового образования**
- **Получен статус Научно-исследовательского университета**
- Кафедра АСУ ежегодно принимает две группы студентов (общей численностью 40 человек) на обучение **по направлению 230100 "Информатика и ВТ"**.
- Содержание учебных программ ориентирует студентов на работу в области проектирования, разработки и эксплуатации интегрированных автоматизированных информационных систем управления технологическими процессами и производствами нефтегазовой отрасли.
- Студентам 4 курса предоставляется возможность получить **диплом бакалавра и продолжить обучение в магистратуре для получения степени магистра техники и технологии** (срок обучения - 1 год и 10 месяцев) по одной из трех программ направления 230100 "Информатика и вычислительная техника":

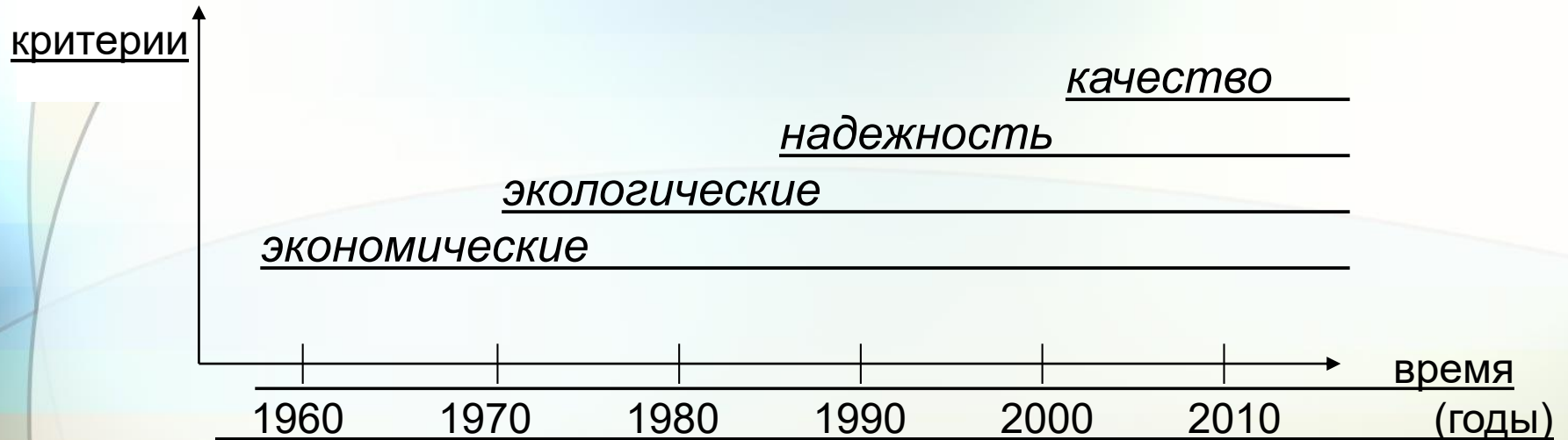


Образование - это то, что остается, когда все выученное забыто.
Б.Ф.Скиннер (XX век)

Новые магистерские программы

- В рамках перехода к 3-му Государственному образовательному стандарту, в 2011г. на кафедре АСУ были разработаны три новые магистерские программы:
- - “Автоматизированные системы диспетчерского управления (АСДУ) в нефтегазовом комплексе“;
- - “Синергетика и управление“;
- - “Информационные технологии организационно-экономического управления в нефтегазовом комплексе “.
- *Цель- удовлетворение спроса на подготовку:*
- - квалифицированных специалистов диспетчерских служб;
- -специалистов, работающих на стыке информационных технологий и экономики, в частности, внедряющих ERP – системы, в том числе SAP-технологии;
- - системных аналитиков и специалистов–исследователей, умеющих организовывать экспериментальное (физико-химическое) исследование процессов и объектов автоматизации и управления для эффективного построения автоматических и автоматизированных систем управления.
- *В этих условиях работу филиала кафедры АСУ следует качественно перестроить, ориентируясь на интеграцию учебного процесса, научных исследований и производственной деятельности.*

Эволюция выбора критериев оценки



**объективная оценка многомерного
динамического мира**

**совокупность количественных и качественных
показателей, реализованных на процессном подходе**

Управление качеством на этапах ЖЦ согласно стандартам

Проблемы АСДУ

управление (в том числе, принятие решений) не только в штатных, но и в нештатных и аварийных ситуациях

мониторинг функционирования ТП и технического состояния

оценка и мониторинг надежности функционирования АСУТП

Новые функции и проблемы АСДУ

разработка стандартов

система аттестации диспетчерского персонала

оценка качества функционирования систем



План сотрудничества кафедры АСУ РГУ нефти и газа имени И.М.Губкина с производственными подразделениями нефтегазового комплекса”

- **В области подготовки кадров и учебно-производственной деятельности.**

- 1. Для магистрантов кафедры АСУ, обучающихся по программе “АСДУ” предлагается организовать проведение научно-производственной практики.**
В период практики магистрант должен работать над актуальной для диспетчерской службы задачей, которая определяет тему его магистерской диссертации. Предполагается, что в случае успешного прохождения практики и получения конкретного результата, магистранту предоставляется возможность работать на предприятии. Для этого кадровой службе и производственным подразделениям компании совместно с отделом практик университета новые положение об оплачиваемой научно-производственной практики магистрантов сроком на 1,5-2года. При этом целесообразно предусмотреть контрактные обязательства на работу в компании после окончания университета и получения квалификации магистра техники и технологии.
- 2. С февраля 2014 года организовать для магистрантов 1 курса проведение научно-производственной практики с закреплением магистрантов по отделам ГТП под совместным руководством специалистов компании и преподавателей университета.**
- 3. Для привлечения способной молодежи из производственных служб предприятия для обучения в университете в магистратуре и аспирантуре предлагается составить 5- летний план обучения в магистратуре и аспирантуре кафедры АСУ представителей газотранспортных компаний.**

Формы сотрудничества

Все виды взаимодействия осуществляются по направлениям АСДУ и SAP.

4. **Привлечь опытных производителей к подготовке магистров по специальности АСДУ (например, для чтения лекций, участия в работе Государственных Аттестационных Комиссий по защите дипломных проектов и магистерских диссертаций, подготовке учебно-методических пособий);**
 5. Совершенствовать формы работы со студентами, обучающимися на кафедре АСУ по целевому набору предприятия.
- **В области научной деятельности.**
 - Совместно разработать программу научных исследований (в области автоматизации, информатизации и автоматизированного диспетчерского управления) для повышения эффективности функционирования АСДУ. Разработанная программа позволит сформулировать темы магистерских диссертаций и требуемые для производства практические результаты. *Здесь уместно заметить, что кафедра АСУ на протяжении многих лет успешно сотрудничает с Институтом проблем управления (ИПУ) РАН, являющимся ведущим в области управления институтом Российской Академии Наук. Это сотрудничество позволяет сформировать единую систему, охватывающую как фундаментальные, так и прикладные исследования.*

Формы сотрудничества

- Активизировать взаимодействие кафедры университета и производственных служба компании за счет:
 - организации постоянно действующего научно-методического семинара по проблемам АСДУ;
 - привлечения преподавателей кафедры к участию в рабочих совещаний и Советов в области автоматизации и управления, проводимых на предприятиях НГК;
 - совместных публикаций по исследуемой тематике в Трудах Университета, журналах “Автоматизации, телемеханизации и связь нефтяной промышленности”, “Газовая промышленность”, “Нефть , газ и бизнес” , “Управление качеством и стандартизация в нефтегазовом комплексе” .

В области организационного обеспечения и финансирования

- **Перспективные темы НИР:**

- нечеткая модель сравнительной оценки организации АСДУ;
- анализ и исследование нештатных и аварийных ситуаций в ДУ транспортом газа (с моделированием на основе VMGsim);
- имитационная интеллектуальная модель диспетчера;
- система аттестации диспетчерского персонала (с батареей профессионально-психологических тестов);
- **«ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ (ИАС) МОНИТОРИНГА ДЛЯ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ И КАЧЕСТВА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ»**
- оценка качества функционирования информационных систем ДУ (на основе моделей системной инженерии, комплекса КОК и сетевых технологий);
- Режимно – технологические задачи АДУ;
- Интеллектуальный интерфейс



Актуальность внедрения мониторинговых информационно-аналитических комплексов

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ И МОНИТОРИНГА НАДЕЖНОСТИ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ТРУБОПРОВОДНЫМ ТРАНСПОРТОМ ГАЗА

Актуальность исследования обусловлена:

- повышением требований по безопасности и надежности функционирования газотранспортных систем, (для обеспечения надежности газопоставок в т.ч. экспортные газопроводы);
- растущим износом технологического оборудования ЕСГ;
- отсутствием системы оценки и мониторинга показателей надежности на основе статистики об отказах

ИАС - базовый элемент системы управления техническим состоянием ГТС



Инструментально-моделирующий комплекс КОК



Сравнительная характеристика организации АСДУ в ЛПУ

Оценка качества функционирования АСДУ (как эргатической системы управления)

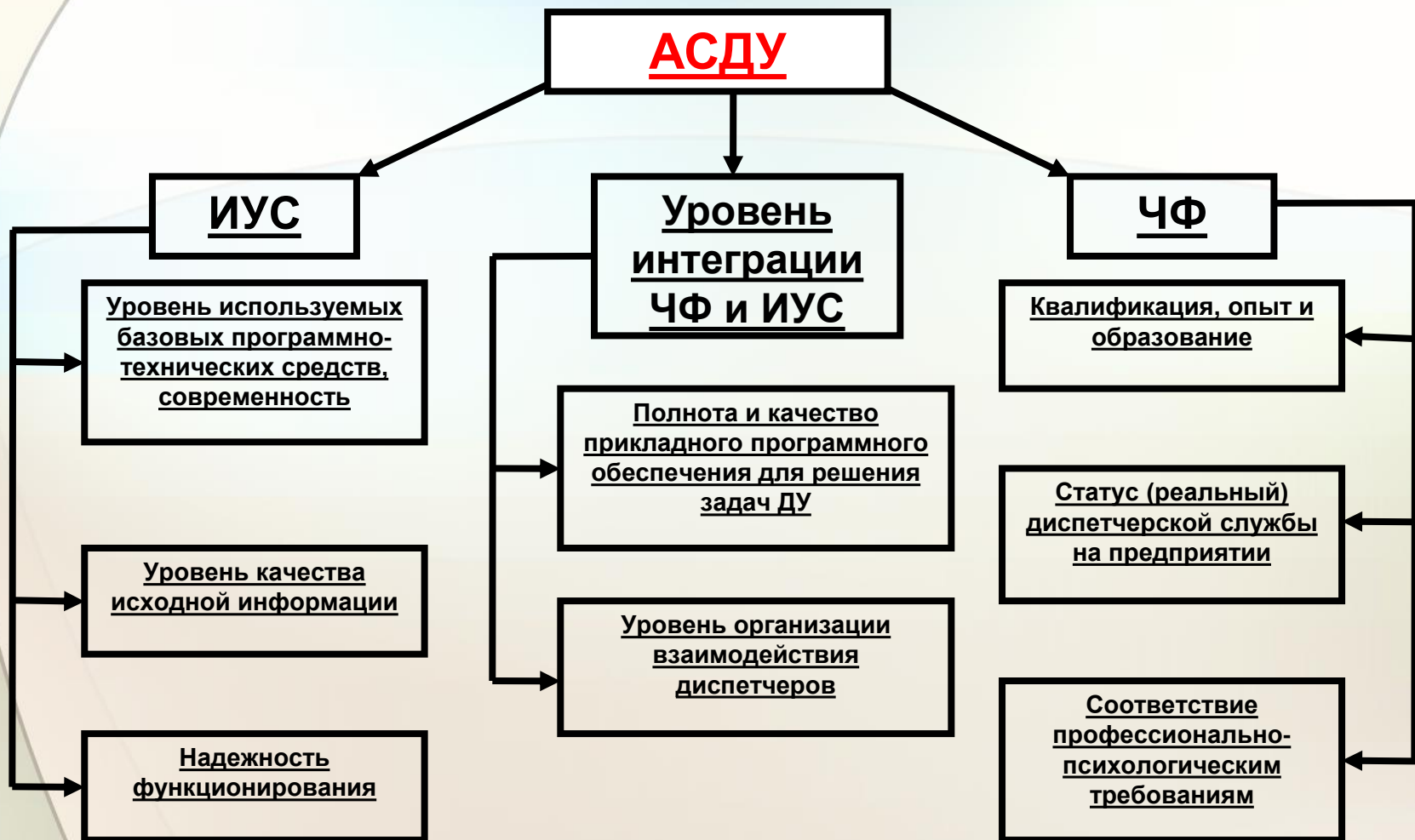
Основные группы факторов:

- факторы, характеризующие качество организации и работы ИУС;
- факторы, позволяющие оценить уровень подготовки диспетчерского персонала;
- факторы, определяющие уровень интеграции, как по вертикали между диспетчерами, так и по горизонтали между диспетчером и ИУС.

Качество изделия или услуги-

общая совокупность технических, технологических и эксплуатационных характеристик изделия или услуги, посредством которого изделие или услуги отвечают требованиям потребителя при эксплуатации.

Комплекс факторов-показателей, характеризующих функционирование АСДУ



Надежность-фактор безопасности

опасность-свойство, характеризующееся способностью наносить ущерб

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

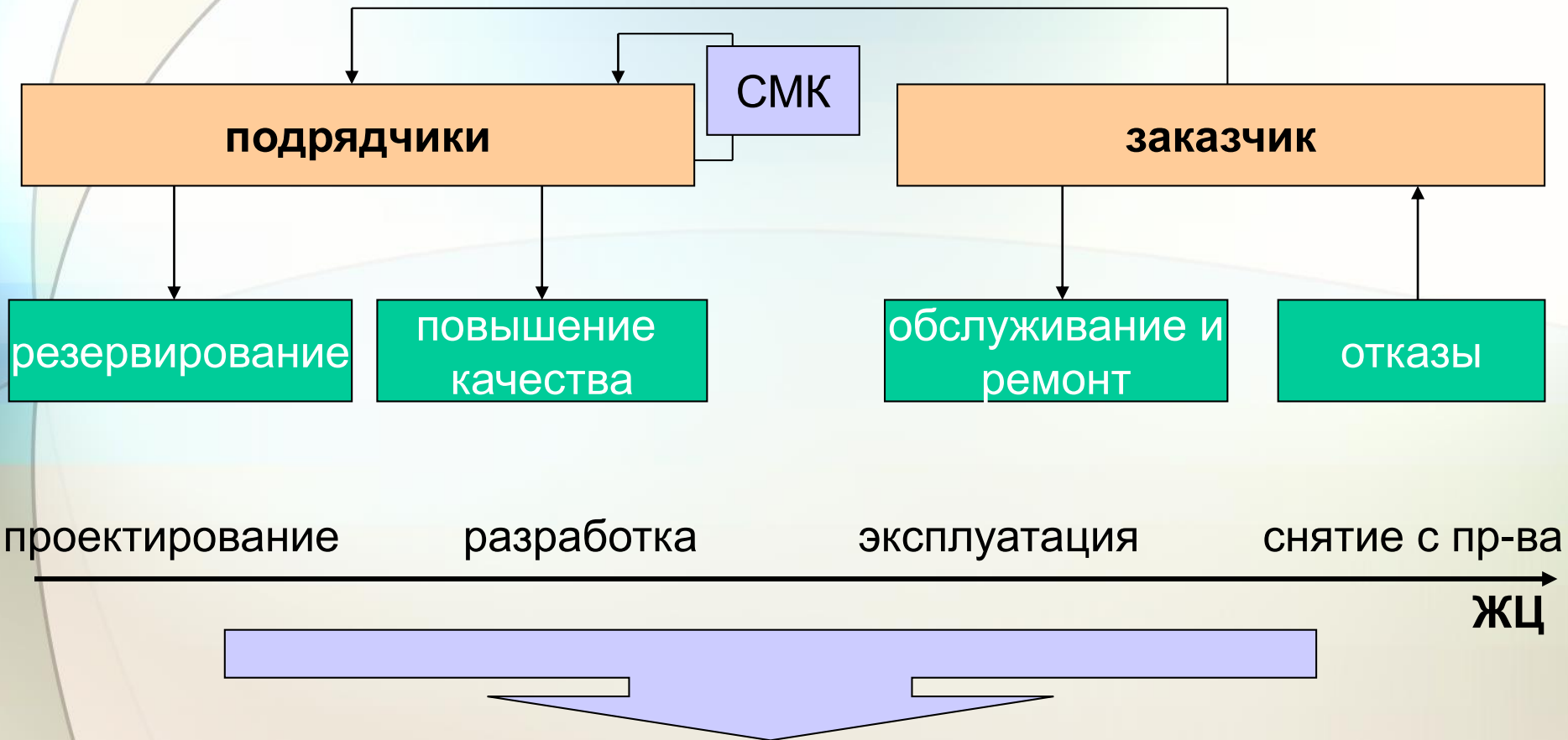
«приемлемый ущерб» -ущерб, превышение которого приводит к снижению уровня качества объекта ниже приемлемого значения

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»

От статистики к качеству



выход на стандарты и сертификацию
по ISO/IEC – 15288, «Газпромсерт»

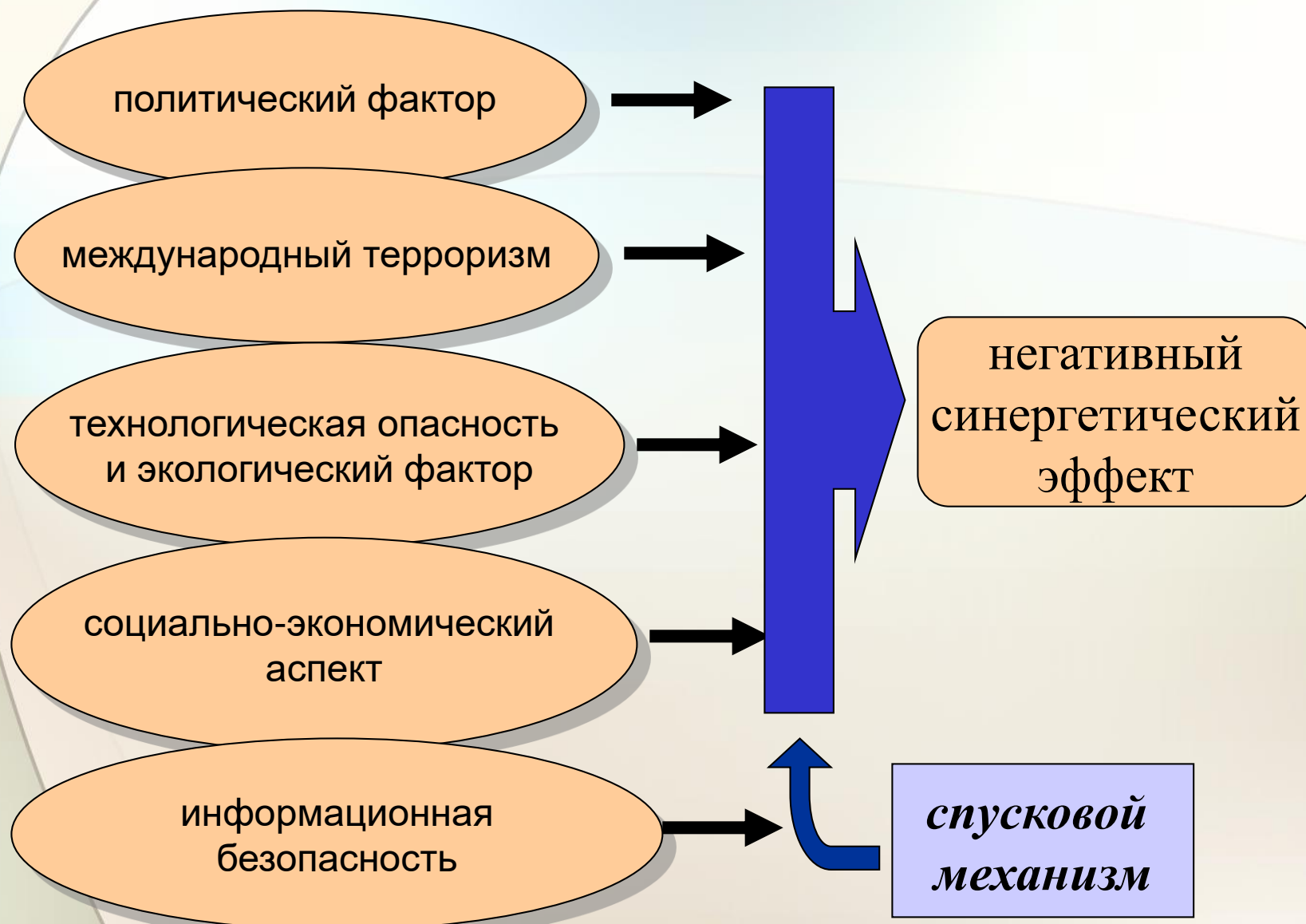
Модели для оценки качества функционирования человека в информационно-управляющей системе (комплекс оценки качества – КОК).

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



Некоторые проблемы автоматизации и информатизации

- Интеллектуализация систем автоматики нижнего уровня.
- Создание научно-методических основ автоматизированного ОДУ.
- Технология построения интегрированных автоматизированных ИУС.
- Переход к многокритериальной системе показателей (экономические, эколог. Критерии, надежность).
- Качество, стандарты и жизненный цикл (15288 – Системная инженерия и этапы жизненного цикла). Контроль оценки качества.
- Интеллектуальный анализ корпоративных данных и технология построения СППР.
- Развитие систем автоматизированного мониторинга.
- Комплексное решение проблем безопасности и многое другое.

*Жизнь ставит цели науке, наука освещает путь жизни.
Н.К. Михайловский*

Заключение

“Новые технологии нефтегазовой отрасли “ - **наукоемкие** технологии.
Показатель наукоемкости отражает в процентах долю НИОКР в
стоимости произведенного продукта.