



National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk
Polytechnic University

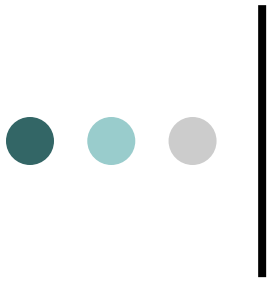
Системный анализ и моделирование

Профессор каф. ЭБЖ, д.ф.-м.н.
В.А.Перминов

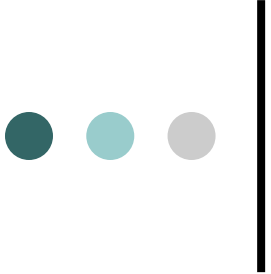


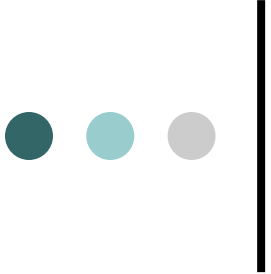
Литература

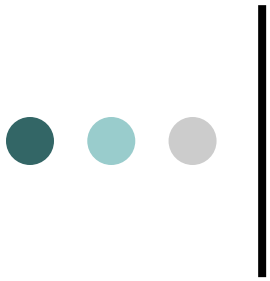
- Анфилатов В.С., А.А. Емельянов, А.А. Кукушкин, Системный анализ в управлении.
- Башкин В.Н. Экологические риски.- М.: Высшая школа, 2007.
- Акимов В.А., Лесных В.В., Радаев Н.Н. Риски в природе, техносфере, обществе и экономике .-М.: Деловой экспресс, 2004. — 352 с.
- Белов П.Г. Системный анализ и моделирование опасных процессов в техносфере. – М.: Академия, 2003.



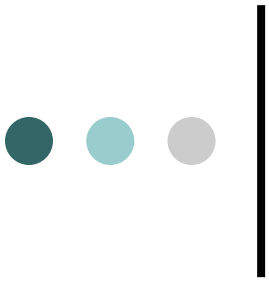
- **Тема 1: Основы системного анализа и моделирования сложных систем и процессов**

- 
- Системный анализ и моделирование основных процессов биосфере вообще и в техносфере в частности особенно актуальны на нынешнем этапе развития производительных сил. Когда из-за трудно предсказуемых последствий соответствующих опасных явлений поставлено под сомнение само существование человека.

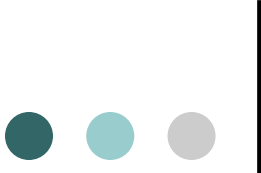
- 
- Математическое моделирование — это методология научной и практической деятельности людей, основанная на построении, исследовании и использовании математических моделей объектов и процессов.



- Математическая модель — совокупность математических объектов и отношений, отображающих объекты и отношения некоторой области реального мира (предметной области).



- Система в широком смысле — эквивалент понятия математической модели и задается парой множеств U , Y (U — множество входов, Y — множество выходов) и отношением на $U \times Y$, формализующим связь (зависимость) между входами и выходами.



Соединение систем также является системой и задается отношением. Например, последовательное соединение систем $S_1 \subset U_1 \times Y_1$, $S_2 \subset U_2 \times Y_2$ есть отношение $S \subset U_1 \times Y_2$ такое, что $(u_1, y_2) \in S$, если существуют $y_1 \in Y_1$, $u_2 \in U_2$ удовлетворяющие условиям $(u_1, y_1) \in S_1$, $(y_1, u_2) \in R$, $(u_2, y_2) \in S_2$, где $R \subset Y_1 \times U_2$ — отношение, определяющее связь между y_1 и u_2 . Таким образом можно определять сколь угодно сложные системы, исходя из простых.



Атрибуты присущие системе:

- Целостность (единство).
- Структурированность.
- Целенаправленность.

Система—объективное единство закономерно связанных друг с другом предметов, явлений, а также знаний о природе и обществе

Система — совокупность взаимосвязанных элементов (объектов, отношений), представляющих единое целое.

Свойства системы могут отсутствовать у составляющих ее элементов. |

Система	Вход	Выход	Цель
Радиоприемник	Радиоволны	Звуковые волны	Неискаженный звук
Проигрыватель	Колебания иглы	"	"
Термометр	Т° воздуха (T)	Высота столбика (h)	Верное показание
Водопроводный кран	Поворот ручки (угол φ)	Струя воды (расход G)	Заданный расход
Ученик	Лекция учителя, текст в учебнике, книги, кино, телевизор	Отметки, знания, поступки	Хорошие отметки, хорошие поступки, хорошие знания
Учитель	План урока, ответы учеников	Лекции, задачи для контрольной, отметки	"
Робот	Команды	Движения	Точное исполнение команд
Популяция зайцев в лесу	Пища	Численность	Максимальная численность
Популяция лис в лесу	"	"	"
Программа ЭВМ решения уравнения $ax^2 + bx + c = 0$	Коэффициенты a, b, c . Точность E	x_1, x_2	Решение с заданной точностью
Задача решения уравнения $ax^2 + bx + c = 0$	a, b, c	Формула $x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$	Правильная формула
Электромотор	Электрический ток	Вращение ротора	Вращение с заданной частотой
Костер	Дрова	Тепло, свет	Заданное количество тепла и света
Торговля	Продукты, вещи	Деньги	Получение суммы денег = стоимости товара



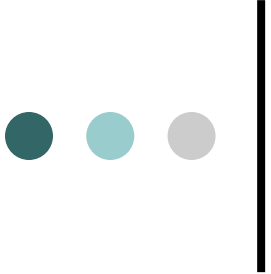
○ Система – это

- 1) целое, созданное из частей и элементов целенаправленной деятельности и обладающее новыми свойствами, отсутствующими у элементов и частей, его образующих;
- 2) объективная часть мироздания, включающая схожие и совместимые элементы, образующие особое целое, которое взаимодействует с внешней средой.



Признаками системы являются :

- множество составляющих ее элементов,
- единство главной цели для всех элементов,
- наличие связей между ними,
- целостность и единство элементов,
- наличие структуры и иерархичности,
- относительная самостоятельность и наличие управления этими элементами.

- 
- **Подсистема** – набор элементов, представляющих автономную внутри системы область (экономическая, организационная, техническая подсистемы).
 - **Большие системы (БС)** – системы, представляемые совокупностью подсистем постоянно уменьшающегося уровня сложности вплоть до элементарных подсистем, выполняющих в рамках данной большой системы базовые элементарные функции.



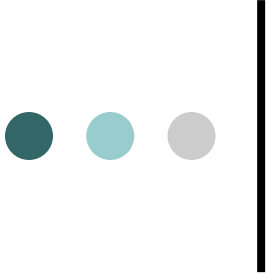
- Система обладает рядом свойств.

- **Свойства системы** – это качества элементов, дающие возможность количественного описания системы, выражения ее в определенных величинах.



○ Базовые свойства систем сводятся к следующему:

- – система стремится сохранить свою структуру;
- – система имеет потребность в управлении;
- – в системе формируется сложная зависимость от свойств входящих в нее элементов и подсистем (система может обладать свойствами, не присущими ее элементам, и может не иметь свойств своих элементов).



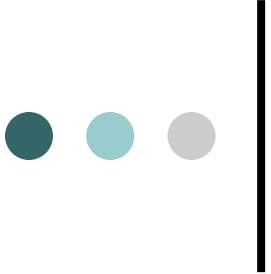
Помимо перечисленных свойств
большие системы обладают
свойствами:

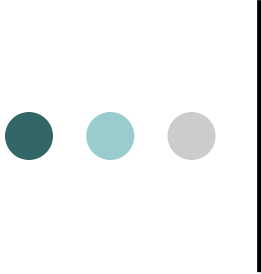
- эмерджентности;
- синергичности;
- мультипликативности.



Свойство эмерджентности – это

- 1) одно из первично-фундаментальных свойств больших систем, означающее, что целевые функции отдельных подсистем, как правило, не совпадают с целевой функцией самой БС;
- 2) появление качественно новых свойств у организованной системы, отсутствующих у ее элементов и не характерных для них.

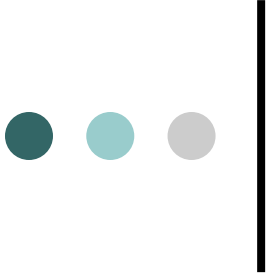
- 
- **Свойство синергичности** – одно из первично-фундаментальных свойств больших систем, означающее однонаправленность действий в системе, которое приводит к усилению (умножению) конечного результата.




Свойство мультипликативности – одно из первично-фундаментальных свойств больших систем, означающее, что эффекты, как положительные, так и отрицательные, в БС обладают свойством умножения.

Схема функционирования системы

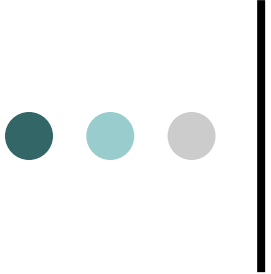


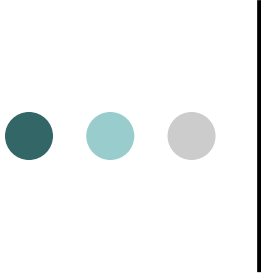
- 
- Классификация систем может быть проведена по различным признакам, однако основной является группировка их в трех подсистемах: технической, биологической и социальной.

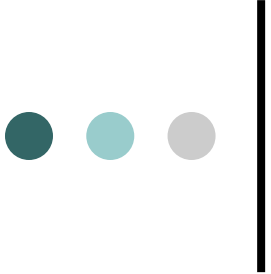


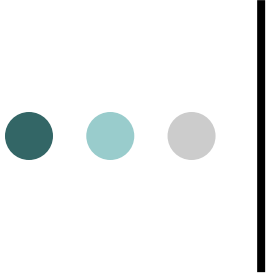
○ **Техническая подсистема** включает станки, оборудование, компьютеры и другие работоспособные изделия, имеющие инструкции для пользователя. Набор решений в технической системе ограничен и последствия решений обычно predetermined.

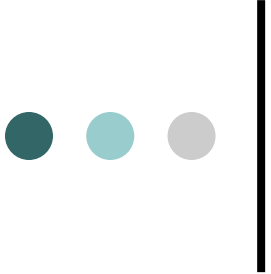
Например, порядок включения и работы с компьютером, порядок управления автомобилем, методика расчета для ЛЭП, решение задач по математике и др.

- 
- Профессионализм специалиста, принимающего решения в технической системе, определяет качество принятого и выполненного решения.

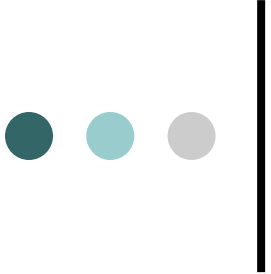
- 
- **Биологическая подсистема** включает флору и фауну планеты, в том числе относительно замкнутые биологические подсистемы, Например муравейник, человеческий организм и др.

- 
- Эта подсистема обладает большим разнообразием функционирования, чем техническая. Набор решений в биологической системе также ограничен из-за медленного эволюционного развития животного и растительного мира.
 - Тем не менее последствия решений в биологических подсистемах часто оказываются непредсказуемыми

- 
- Решения в таких подсистемах предполагают разработку нескольких альтернативных вариантов и выбор лучшего из них по каким-либо признакам.
 - Профессионализм специалиста определяется его способностью находить лучшее из альтернативных решений

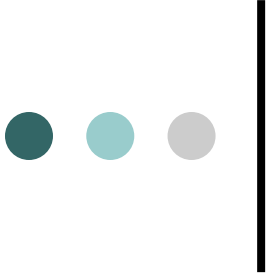
- 
- **Социальная (общественная) подсистема** характеризуется наличием человека в совокупности взаимосвязанных элементов.

В качестве характерных примеров социальных подсистем можно привести семью, производственный коллектив, неформальную организацию, водителя, управляющего автомобилем, и даже одного отдельного человека (самого по себе).

- 
- Эти подсистемы существенно опережают биологические по разнообразию функционирования.
 - Набор решений в социальной подсистеме характеризуется большим динамизмом, как в количестве, так и в средствах и методах реализации.

- ● ● Перечисленные виды подсистем обладают различным уровнем неопределенности (непредсказуемости) в результатах реализации решений



- 
- В мировой практике легче получить статус профессионала в технической подсистеме, значительно труднее – в биологической и чрезвычайно трудно – в социальной!

- Выдающиеся личности, работавшие с технической подсистемой:

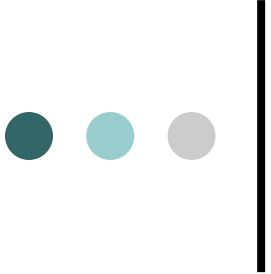
И. Кеплер (1571–1630) – немецкий астроном;

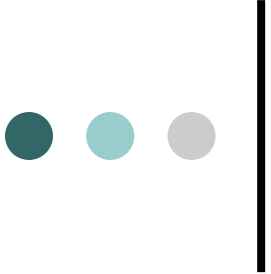
И. Ньютон (1643–1727) – английский математик, механик, астроном и физик;

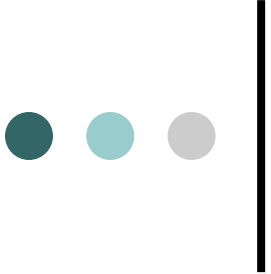
М.В. Ломоносов (1711–1765) – российский естествоиспытатель;

А. Эйнштейн (1879–1955) – физик-теоретик, один из основателей современной физики;

С.П. Королев (1906/07–1966) – советский конструктор и др.

- 
- Ученые, работавшие с биологической подсистемой:
 - Гиппократ (ок. 460 – ок. 370 до н. э.) – древнегреческий врач, материалист;
 - К. Линней (1707–1778) – шведский естествоиспытатель;
 - Ч. Дарвин (1809–1882) – английский естествоиспытатель;
 - В.И. Вернадский (1863–1945) – естествоиспытатель, гео- и биохимик и др.

- 
- Среди персоналий, работавших в социальной подсистеме, нет общепризнанных лидеров. Хотя по ряду признаков к ним относят российского императора Петра I, американского бизнесмена Г. Форда и других личностей.

- 
- Под это определение системы подпадают практически все виды математических **моделей систем**:
 - дифференциальные и разностные уравнения,
 - регрессионные модели,
 - системы массового обслуживания,
 - конечные и стохастические автоматы,
 - дедуктивные системы (исчисления) и т.д.

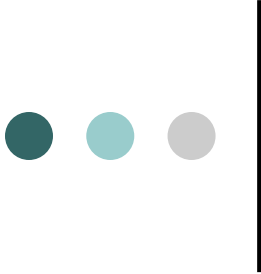


Взаимодействие подсистем

Социальная подсистема (человек – субъект и объект управления)

Биологическая подсистема (человек – объект управления)

Техническая подсистема (человек в ней отсутствует)

- 
- Социальные, биологические и технические системы могут быть: искусственными и естественными, открытыми и закрытыми, полностью и частично предсказуемыми (детерминированные и стохастические), жесткими и мягкими.



- **Искусственные системы**

создаются по желанию человека или какого-либо общества для реализации намеченных программ или целей.

Например, семья, конструкторское бюро, студенческий профсоюз, предвыборное объединение.



- **Естественные системы**

создаются природой или обществом.

Например, система мироздания, циклическая система землепользования, стратегия устойчивого развития мировой экономики.



Открытые системы

характеризуются широким набором связей с внешней средой, сильной зависимостью от нее.

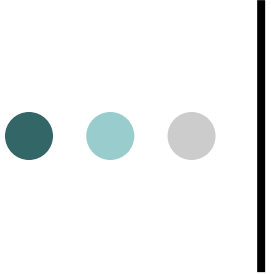
Например, коммерческие фирмы, средства массовой информации, органы местной власти.



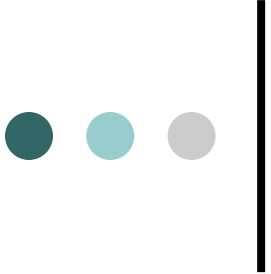
○ **Закрытые системы**

характеризуются главным образом внутренними связями и создаются людьми или компаниями для удовлетворения потребностей и интересов преимущественно своего персонала, компании или учредителей.

Например, профсоюзы, политические партии, масонские общества, семья на Востоке.

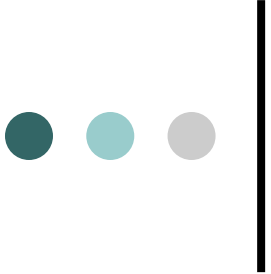
- 
- **Детерминированные (предсказуемые) системы** функционируют по заранее заданным правилам, с заранее определенным результатом.

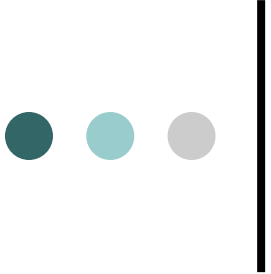
Например, обучение студентов в институте, производство типовой продукции.

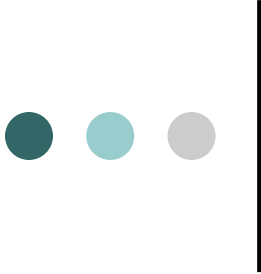


○ Стохастические (вероятностные) системы

характеризуются трудно предсказуемыми входными воздействиями внешней и (или) внутренней среды и выходными результатами. Например, исследовательские подразделения, предпринимательские компании, игра в русское лото.

- 
- **Мягкие системы** характеризуются высокой чувствительностью к внешним воздействиям, а вследствие этого – слабой устойчивостью. Например, система котировок ценных бумаг, новые организации, человек при отсутствии твердых жизненных целей.

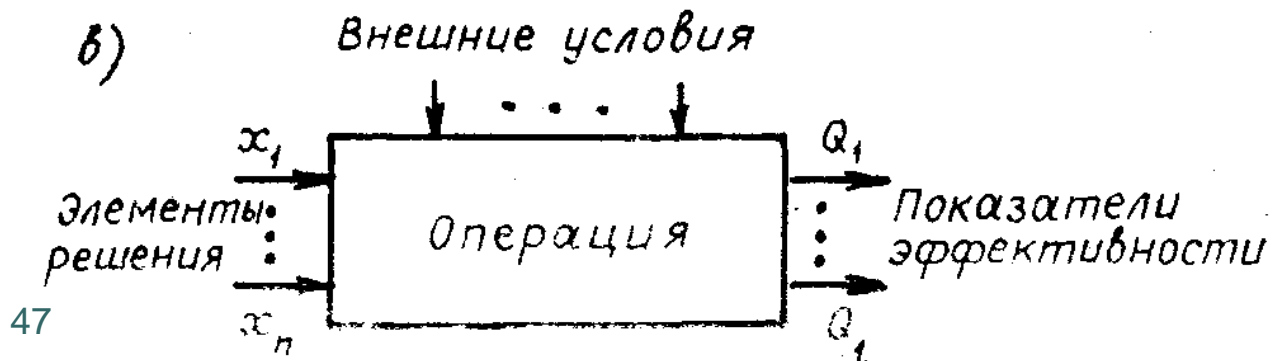
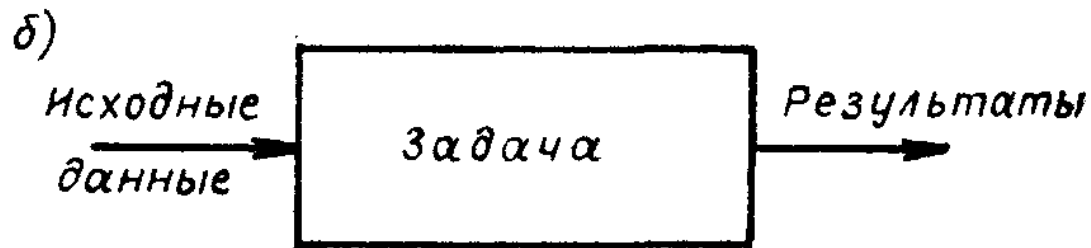
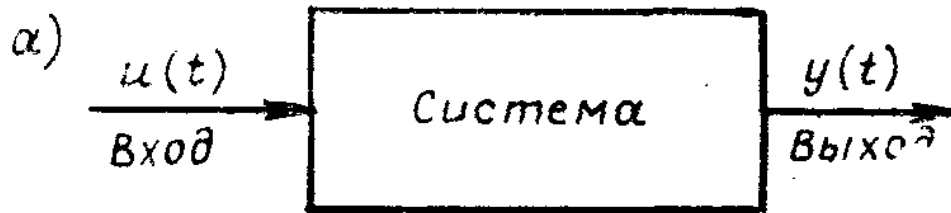
- 
- **Жесткие системы** – это обычно авторитарные, основанные на высоком профессионализме небольшой группы руководителей организации. Такие системы обладают большой устойчивостью к внешним воздействиям, слабо реагируют на небольшие воздействия.
 - Например, церковь, авторитарные государственные режимы.

- 
- Каждая организация должна обладать всеми признаками системы.
 - Выпадение хотя бы одного из них неизбежно приводит организацию к ликвидации.
 - Таким образом, системный характер организации – это необходимое условие ее деятельности.

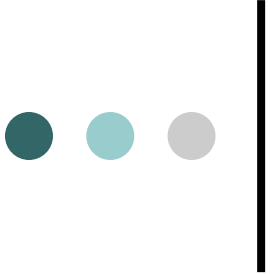
Возможные результаты при нарушении целостности системы

<i>Наименование отсутствующего признака</i>	<i>Возможный результат деятельности организации</i>
Отсутствие множества элементов	Нехватка ресурсов, не все составляющие технологического процесса имеются в наличии
Нет единства главной цели у всех элементов	Отсутствие единой сплоченной команды
Нет связи между элементами системы	Каждый элемент организации будет обособлен от общего дела (нет возможности проявления закона синергии)
Нет относительной самостоятельности элементов системы (касается персонала)	Отсутствие возможности проявления творческого подхода (не реализуется потребность в самовыражении, самопроявлении)
Нет четко выраженного управления	Наличие хаоса и анархии в производственной деятельности

Можно трактовать как систему любой преобразователь входных данных в выходные («черный ящик»)



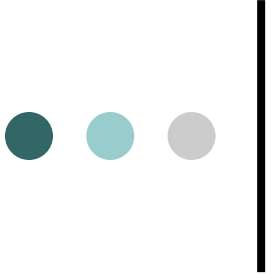
- Системой можно назвать процесс решения любой задачи (рис.б). При этом входами будут являться исходные данные, выходами — результаты, а целью — правильное решение.
- Рис.в) Операция соответствует некоторой системе. Входами этой системы являются элементы принимаемого решения о проводимой операции, выходами—результаты проведения операции (показатели ее эффективности)



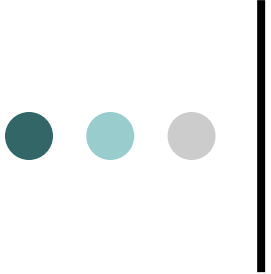
Функционирование системы — это процесс, разворачивающийся во времени, т. е. множества возможных входов и выходов U , Y — это множества функций времени со значениями соответственно в множествах U , Y :

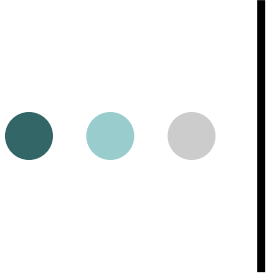
$$U = \{u : T \rightarrow U\}, \quad Y = \{y : T \rightarrow Y\},$$

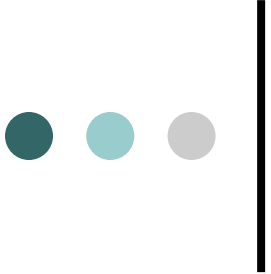
T — множество моментов времени, на котором рассматривается система

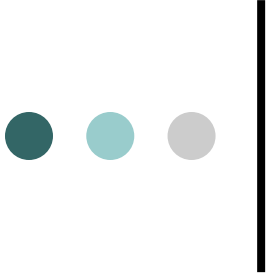
- 
- Система называется **функциональной (определенной)**, если каждой входной функции $u(t)$ соответствует единственная выходная функции $y(t)$. В противном случае система называется **неопределенной**.

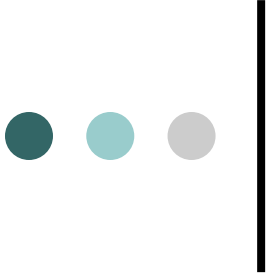
Неопределенность обычно возникает из-за неполноты информации о внешних условиях работы системы

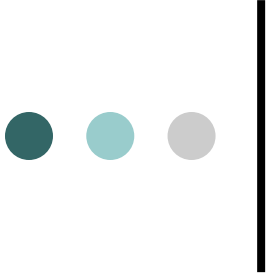
- 
- Числовые величины, связанные с системой, делятся на **переменные и параметры**.
 - **Параметры** — это величины, которые можно считать постоянными на промежутке времени рассмотрения системы.
 - Остальные числовые величины являются **переменными**. Значения переменных и параметров определяют количественную информацию о системе.

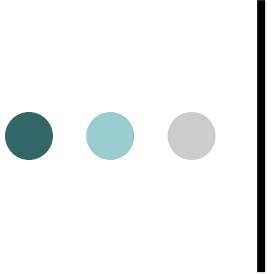
- 
- Типовым приемом построения математических моделей (ММ) системы является **параметризация**— выбор в качестве ММ семейства функций, зависящих от конечного (обычно небольшого) количества чисел — **параметров**.

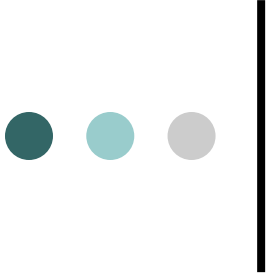
- 
- **Системный анализ** в широком смысле—это методология (совокупность методических приемов) постановки и решения задач построения и исследования систем, тесно связанная с математическим моделированием.

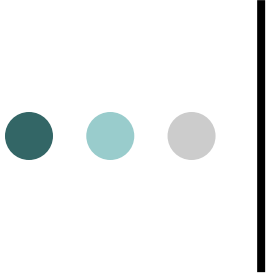
- 
- В узком смысле **системный анализ** — методология формализации сложных (трудно формализуемых, плохо структурированных) задач.
 - **Системный анализ** возник как обобщение приемов, накопленных в задачах исследования операций и управления в технике, экономике, военном деле.

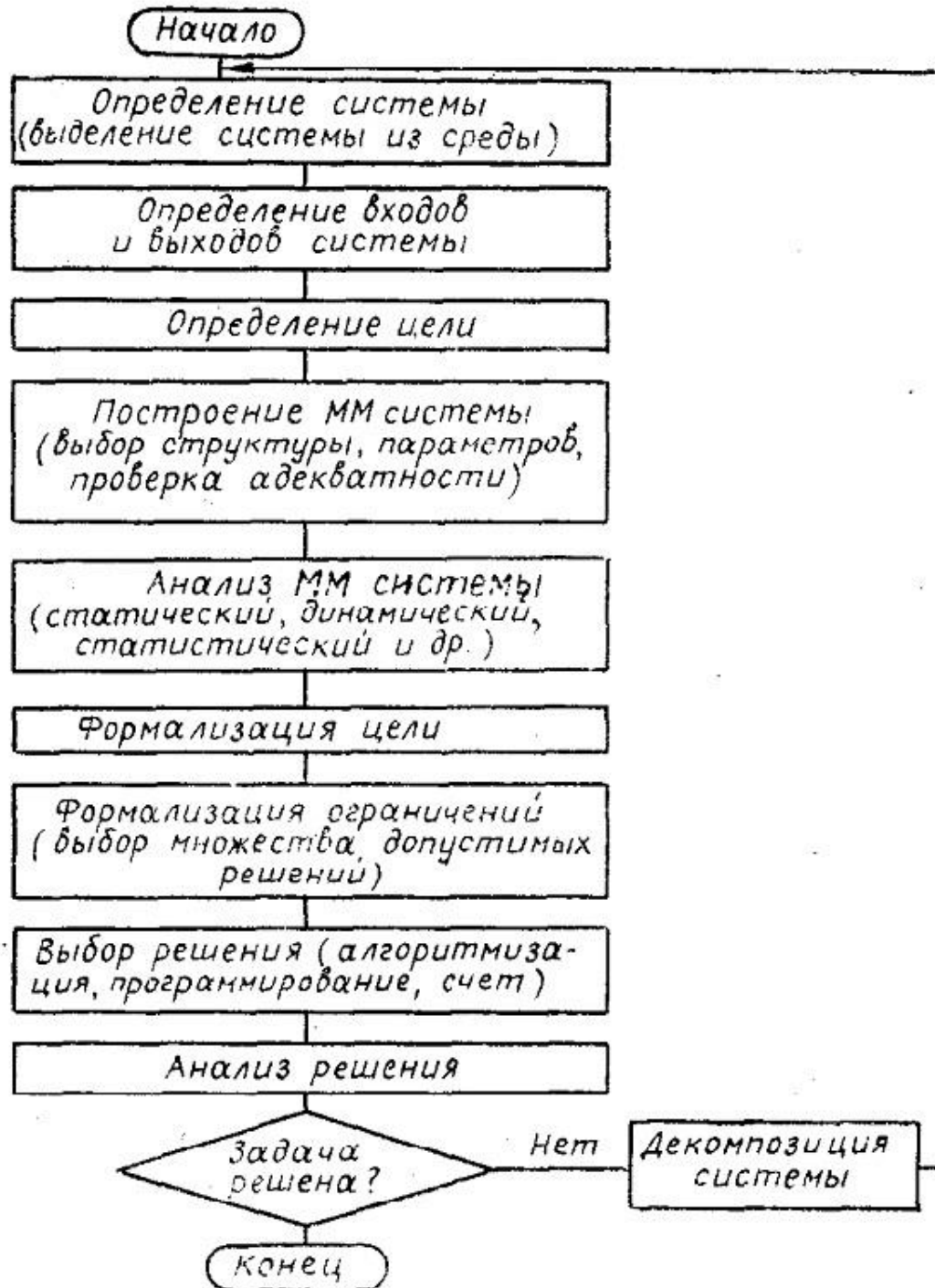
- 
- Соответствующие модели и методы заимствовались из математической статистики, математического программирования, теории игр, теории массового обслуживания, теории автоматического управления. Фундаментом перечисленных дисциплин является теория систем.

- 
- **Системный анализ**—это целенаправленная творческая деятельность человека, на основе которой обеспечивается представление исследуемого объекта в виде системы.
 - **Системный анализ** характеризуется упорядоченным составом методических приемов исследования.

- 
- Термин «**системный подход**» связывает с проведением исследований многоаспектно, комплексно, с разных сторон изучая предмет или явление. Этот подход предполагает, что все частные задачи, решаемые на уровне подсистем, должны быть увязаны между собой и решаться с позиции целого (принцип системности).

- 
- **Системный анализ** — более конструктивное направление, содержащее методику разделения процессов на этапы и подэтапы, систем на подсистемы, целей на подцели и т. д.

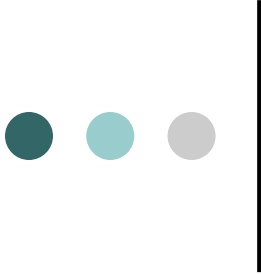
- 
- В **системном анализе** выработана определенная последовательность действий (этапов) при постановке и решении задач, которую будем называть **алгоритмом (методикой) системного анализа**. Эта методика помогает грамотно ставить и решать прикладные задачи.

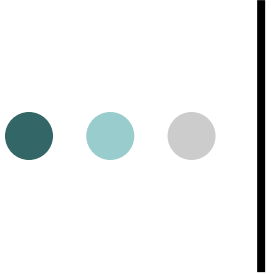


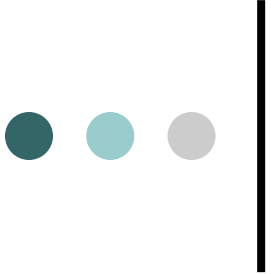


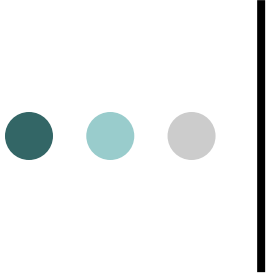
Сложные системы и декомпозиция

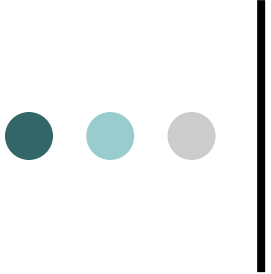
- Особенности сложных систем
- — наличие большого числа разнородных элементов (подсистем);
- — сложный характер, неоднородность связей между подсистемами;

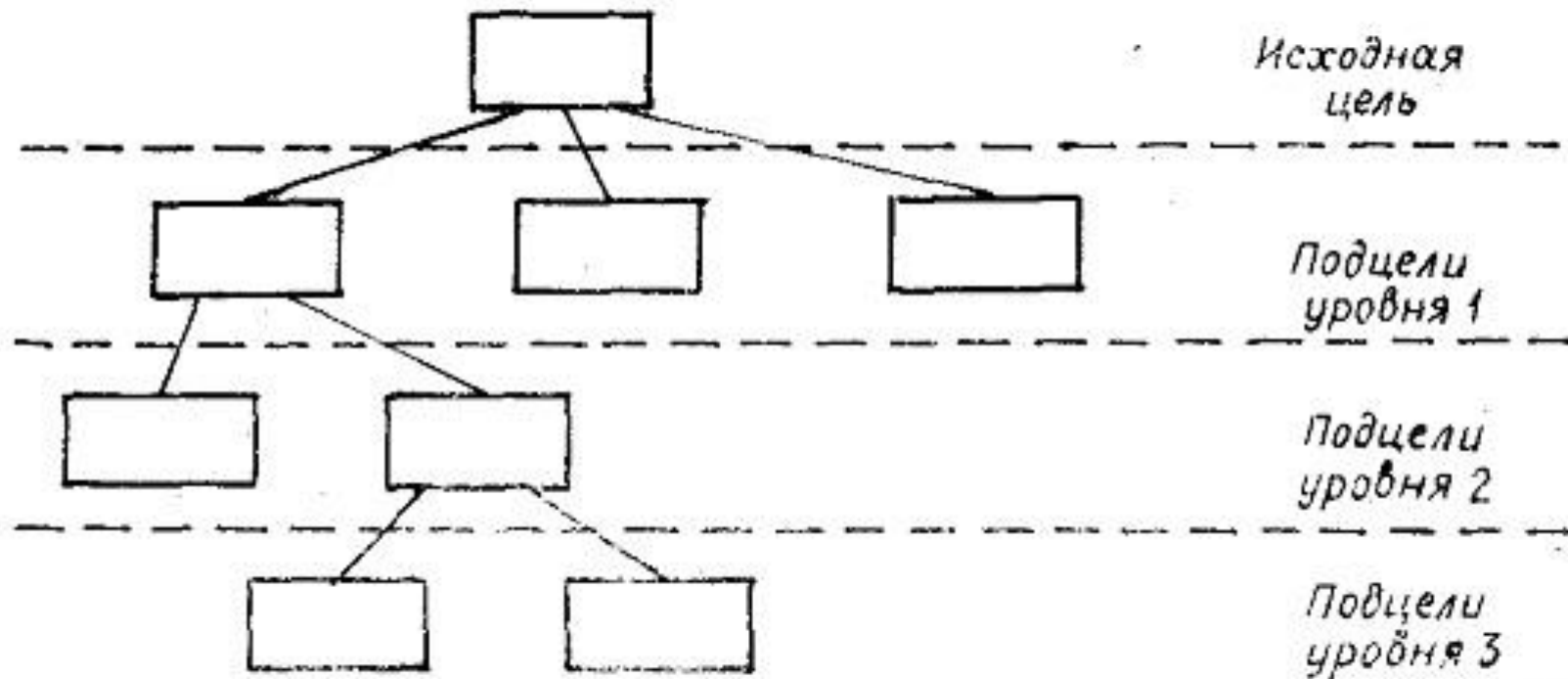
- 
- — сложность функций, выполняемых системой;
 - — наличие неопределенности в описании системы;
 - — сложность определения (организации) требуемого управляющего воздействия на систему и т.д.

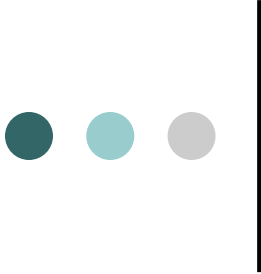
- 
- Универсальный способ выделения класса сложных систем связан со сложностью самого процесса исследования системы.
 - Если методика системного анализа непосредственно приводит к успеху, то нет оснований называть систему «сложной».
 - Введение этого термина оправдано, если решить задачу в исходном виде не удастся.

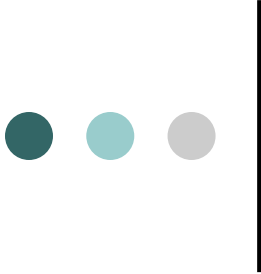
- 
- . В этом случае она разбивается на несколько вспомогательных подзадач, решаемых по отдельности.
 - Такой прием называется **декомпозицией** и является основным методом исследования сложных систем.
 - При декомпозиции исходная система делится на подсистемы, а цель — на подцели.

- 
- Если в ходе решения какие-то из подзадач окажутся слишком сложными, то снова проводится **декомпозиция**: возникают подзадачи следующего уровня и т. д.
 - Результатом этого процесса является структуризация: исходная система приобретает иерархическую (многоуровневую) структуру.

- 
- Соответствующая структура возникает и в множестве подцелей; она называется **деревом целей** (рисунок), - поскольку представляет собой граф типа дерева (без циклов).



- 
- Каждой сложной системе ставится в соответствие граф (структурный), вершинами которого являются подсистемы, а дугами — имеющиеся между ними связи.
 - Если связи направленные, т. е. наличие связи $S_a \rightarrow S_b$ означает, что воздействие S_a на S_b не вызывает обратного воздействия или им можно пренебречь, то граф системы является **ориентированным** (направленным).

- 
- Приведенное понятие декомпозиции вполне соответствует идее структурного программирования.
 - Создание сложных программных систем—одна из важнейших областей применения **системного анализа**.



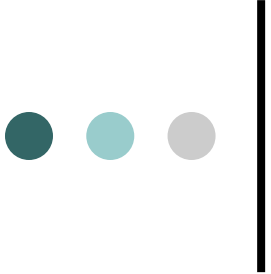
Экспертные оценки

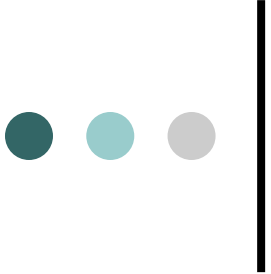
- На начальных этапах, связанных с формализацией предварительной алгоритмизацией решаемой задачи, исследователю, как правило, приходится иметь дело с неточной неполной и субъективной информацией. Поэтому важно уметь пользоваться существующими методами ее сбора, согласования и обработки. Наиболее развитыми из подобных методов на сегодня оказались **методы экспертных оценок.**



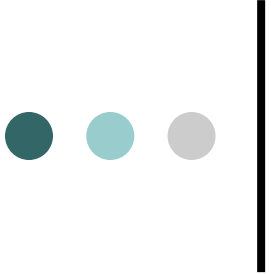
Технико-экономические задачи

- 1. Выбор целей исследования.
- 2. Выбор и построение критериев в задачах векторной оптимизация.
- 3. Принятие решений при управлении производством и выбор наилучшего варианта решения любой достаточно сложной проблемы в условиях неопределенности.

- 
- 4. Задачи идентификации, начиная от выбора структуры модели и определяющих факторов и кончая приближенным построением зависимостей и их интерпретацией.
 - 5. Построение эвристических алгоритмов управления.
 - 6. Эргонометрические исследования.
 - 7. Оценка качества продукции.

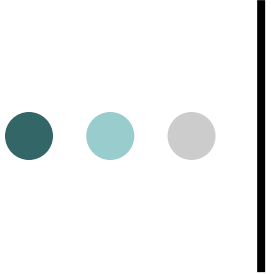
- 
- 8. Системы обучения, основанные на построении различного вида сценариев и целенаправленном использовании результатов опроса.
 - 9. Планирование производства. НИР и ОКР.
 - 10. Классификация однотипных объектов по степени выраженности тех или иных характерных свойств.
 - 11. Прогнозирование научно-технического прогресса.

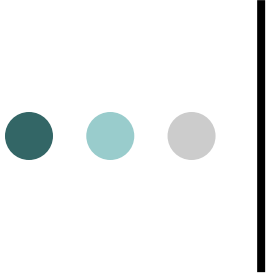


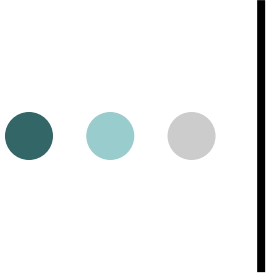


Пример. Системный анализ процесса возникновения происшествий в техносфере

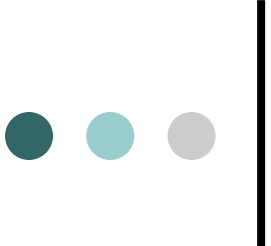
- Рассмотрение методов системного исследования интересующих нас процессов в техносфере с целью уяснения закономерностей появления и предупреждения возможных там происшествий удобно начать с анализа накопленного опыта исследования сложных систем.

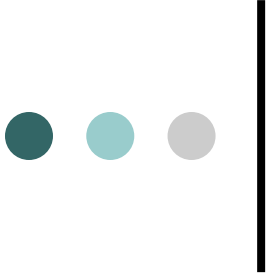
- 
- Современная производственная деятельность проявляется в использовании человеком <машины> и существовании связанной с этим опасности (возможности причинения ущерба), в том числе и для его здоровья. Поведение людей и техники при работе во многом зависит от выбранной технологии и условий рабочей среды.

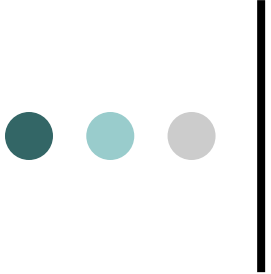
- 
- Отклонения в работе технологического оборудования, вызванные конструктивными (производственными) дефектами или вредными воздействиями на него извне, необходимо учитывать и компенсировать эксплуатирующему его персоналу. Для облегчения этого используется оборудование должно быть надежным и эргономичным, т. е. приспособленным к человеку и рабочей среде.

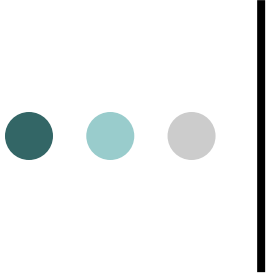
- 
- Если же взаимное приспособление людей и используемого ими оборудования не гарантирует предупреждения происшествий, то выход ищут в дополнительных организационно-технических мероприятиях по обеспечению безопасности их совместного функционирования.

- ○ Таким образом невозможно рассмотрения безопасности крупных процессов в целом, а целесообразна их декомпозиции до отдельных производственных или технологических операций.

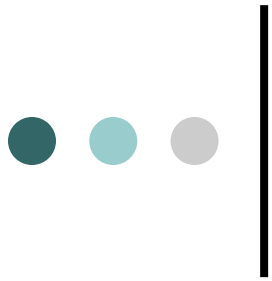
- 
- Такая декомпозиция позволяет отказаться от макроуровневого рассмотрения исследуемого объекта (многочеловекомашинных систем) и заменить его микроуровневым, а взаимное влияние отдельных операций (моносистем <человек-машина - среда>) учесть с помощью дополнительных взаимосвязей.

- 
- Процедура исследования интересующих нас процессов в человекомашинных системах методом системной инженерии в основном совпадает формулой трехэтапного познания и преобразования действительности: <созерцание - мышление - практика>.

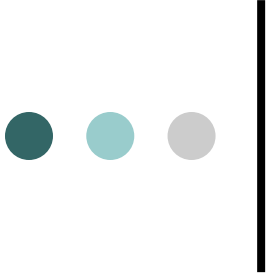
- 
- Однако здесь она должна быть более специфичной и конкретной, поскольку касается только методов системного анализа и моделирования техногенных происшествий.

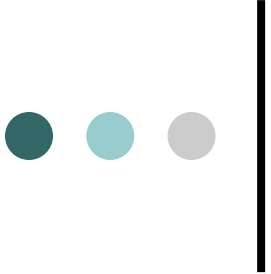
- 
- Будем придерживаться последовательности исследования процессов, выраженной следующей трехэтапной комбинацией:
 - а) эмпирический системный анализ;
б) проблемно ориентированное описание;
 - в) теоретический системный анализ.

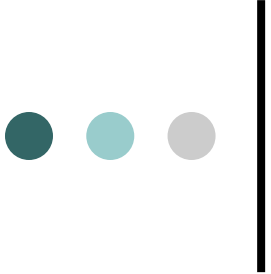


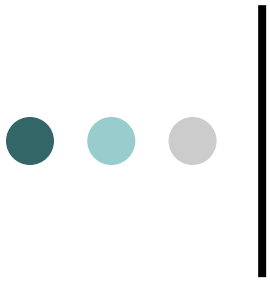


Моделирование сложных систем и процессов.

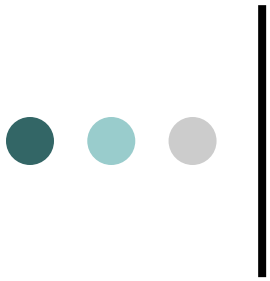
- 
- При анализе сложных систем придерживаются системного подхода. Это предполагает максимальный охват всех взаимосвязей и анализ последствий принятого решения.

- 
- Основные моменты:
 - а) уточнение предметной области исследования, ее структуризация на задачи:
 - б) выбор параметров и критериев оценки эффективности системы:
 - в) подбор нужных математических моделей:

- 
- г) уточнение деталей и целей анализа системы:
 - д) синтезирование математических моделей, обеспечивающих достижение поставленных целей.



- Целью моделирования являются получение, обработка, представление и использование информации об объектах, которые взаимодействуют между собой и внешней средой; а модель здесь выступает как средство познания свойств и закономерности поведения объекта.



- Теорией моделирования является раздел науки, изучающий способы исследования свойств объектов-оригиналов, на основе замещения их другими объектами-моделями.
- В основе теории моделирования лежит теория подобия.

○ Все модели можно разделить на два класса:

○ вещественные,

○ идеальные.

○ **Вещественные** модели можно разделить на:

○ натурные,

○ физические,

○ математические.

○ Идеальные модели можно разделить на:

○ наглядные,

○ знаковые,

○ математические.

- ● ● Вещественные натурные модели - это реальные объекты, процессы и системы, над которыми выполняются эксперименты научные, технические и производственные.

Физические модели - это макеты, муляжи, воспроизводящие физические свойства оригиналов (кинематические, динамические, гидравлические, тепловые, электрические, световые модели).

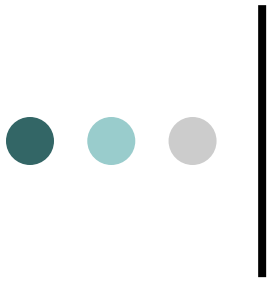
- Вещественные математические - это
- ● аналоговые, структурные, геометрические, графические, цифровые и кибернетические модели.
- Математическое моделирование - это средство изучения реального объекта, процесса или системы путем их замены математической моделью, более удобной для экспериментального исследования с помощью ЭВМ.

- В общем случае математическая модель
- реального объекта, процесса или системы представляется в виде системы функционалов
- $\Phi_i (X, Y, Z, t) = 0$,
- где X - вектор входных переменных,
 $X = [x_1, x_2, x_3, \dots, x_N]^t$,
- Y - вектор выходных переменных,
 $Y = [y_1, y_2, y_3, \dots, y_N]^t$,
- Z - вектор внешних воздействий, $Z = [z_1, z_2, z_3, \dots, z_N]^t$,
- t - координата времени.

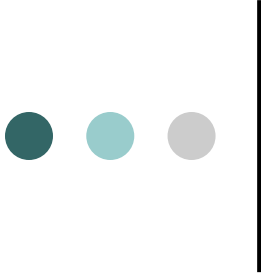
- Построение математической модели заключается:
 - в определении связей между теми или иными процессами и явлениями,
 - создании математического аппарата, позволяющего выразить количественно и качественно связь между теми или иными процессами и явлениями, между интересующими специалиста физическими величинами, и факторами, влияющими на конечный результат.

- По принципам построения математические модели разделяют на:
 - аналитические;
 - имитационные.
- В аналитических моделях процессы функционирования реальных объектов, процессов или систем записываются в виде явных функциональных зависимостей.

- Аналитическая модель разделяется на типы
- в зависимости от математической проблемы:
 - уравнения (алгебраические, трансцендентные, дифференциальные, интегральные),
 - аппроксимационные задачи (интерполяция, экстраполяция, численное интегрирование и дифференцирование),
 - задачи оптимизации,
 - стохастические проблемы



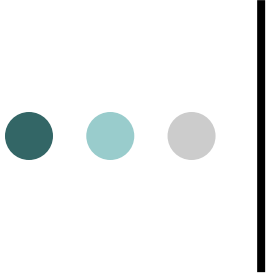
- В зависимости от характера исследуемых реальных процессов и систем математические модели могут быть:
- детерминированные,
- стохастические.



В детерминированных моделях предполагается

отсутствие всяких случайных воздействий, элементы модели (переменные, математические связи) достаточно точно установленные, поведение системы можно точно определить.

При построении детерминированных моделей чаще всего используются алгебраические уравнения, интегральные уравнения, матричная алгебра.

- 
- Стохастическая модель учитывает случайный характер процессов в исследуемых объектах и системах, который описывается методами теории вероятности и математической статистики.

- По виду входной информации модели

- разделяются на:

- непрерывные,

- дискретные.

- Если информация и параметры являются непрерывными, а математические связи устойчивы, то модель - непрерывная. И наоборот, если информация и параметры - дискретны, а связи неустойчивы, то и математическая модель - дискретная.

- По поведению моделей во времени они разделяются на:
 - статические,
 - динамические.
- Статические модели описывают поведение объекта, процесса или системы в какой-либо момент времени. Динамические модели отражают поведение объекта, процесса или системы во времени.

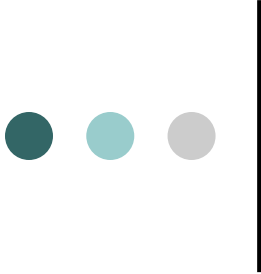
Особенности построения математических моделей

- Для построения математической модели необходимо:
- тщательно проанализировать реальный объект или процесс;
- выделить его наиболее существенные черты и свойства;
- определить переменные, т.е. параметры, значения которых влияют на основные черты и свойства объекта;

- описать зависимость основных свойств объекта, процесса или системы от значения переменных с помощью логико-математических соотношений (уравнения, равенства, неравенства, логико-математические конструкции);
- выделить внутренние связи объекта, процесса или системы с помощью ограничений, уравнений, равенств, неравенств, логико-математических конструкций;
- определить внешние связи и описать их с помощью ограничений, уравнений, равенств, неравенств, логико-математических конструкций.

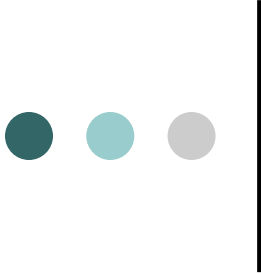
● Математическое моделирование, кроме исследования объекта, процесса или системы и составления их математического описания, также включает:

- построение алгоритма, моделирующего поведение объекта, процесса или системы;
- проверка адекватности модели и объекта, процесса или системы на основе вычислительного и натурного эксперимента;
- корректировка модели;
- использование модели



На этапе выбора математической модели устанавливаются:

1. линейность и нелинейность объекта, процесса или системы,
2. динамичность или статичность,
3. стационарность или нестационарность,
4. степень детерминированности исследуемого объекта или процесса.



При математическом моделировании сознательно отвлекаются от конкретной физической природы объектов, процессов или систем и, в основном, сосредотачиваются на изучении количественных зависимостей между величинами, описывающими эти процессы.



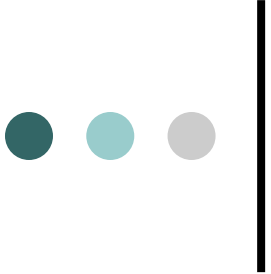
Математическая модель никогда не бывает полностью тождественна рассматриваемому объекту, процессу или системе.

Основанная на упрощении, идеализации она является приближенным описанием объекта.



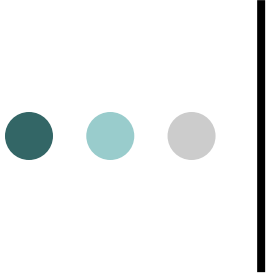
Результаты, полученные при анализе модели, носят приближенный характер.

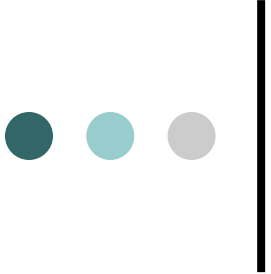
Их точность определяется степенью адекватности (соответствия) модели и объекта.

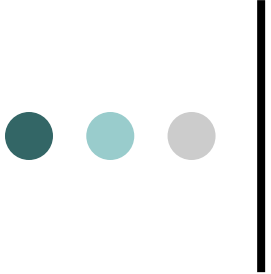


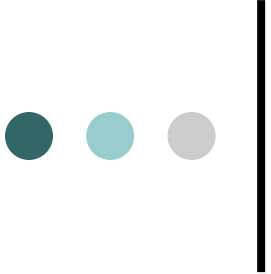
Построение математической модели обычно начинается с построения и анализа простейшей, наиболее грубой математической модели рассматриваемого объекта, процесса или системы.

В дальнейшем, в случае необходимости, модель уточняется, делается ее соответствие объекту более полным.

- 
- Чем выше требования к точности результатов решения задачи, тем больше необходимость учитывать при построении математической модели особенности изучаемого объекта, процесса или системы.
 - Однако, здесь важно во время остановиться, так как сложная математическая модель может превратиться в трудно разрешимую задачу.

- 
- Наиболее просто строится модель, когда хорошо известны законы, определяющие поведение и свойства объекта, процесса или системы, и имеется большой практический опыт их применения.

- 
- Построение математической модели в прикладных задачах – один из наиболее сложных и ответственных этапов работы. Построить модель – значит решить проблему более, чем наполовину.

- 
- Трудность данного этапа состоит в том, что он требует соединения математических и специальных знаний.
 - Поэтому очень важно, чтобы при решении прикладных задач математики обладали специальными знаниями об объекте, а их партнеры, специалисты, – определенной математической культурой, опытом исследования в своей области, знанием ЭВМ и программирования.




Компьютерное моделирование и вычислительный эксперимент. Решение математических моделей

- Компьютерное моделирование как новый метод научных исследований основывается на:
 - построении математических моделей для описания изучаемых процессов;
 - использовании новейших вычислительных машин, обладающих высоким быстродействием (миллионы операций в секунду) и способных вести диалог с человеком.

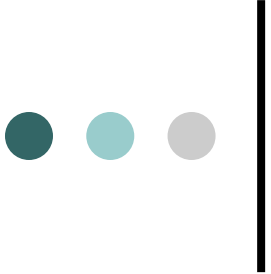


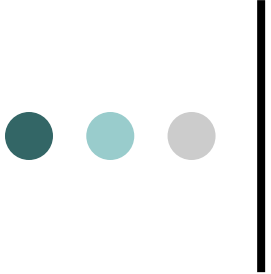
Суть компьютерного моделирования состоит в следующем:

1. на основе математической модели с помощью ЭВМ проводится серия вычислительных экспериментов, т.е. исследуются свойства объектов или процессов,
2. находятся их оптимальные параметры и режимы работы,
3. уточняется модель.

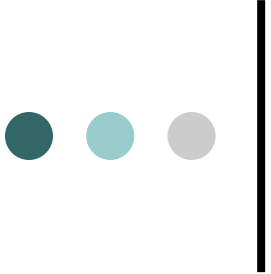
- 
- Вычислительный эксперимент позволяет
 - заменить дорогостоящий натурный эксперимент расчетами на ЭВМ,
 - в короткие сроки и без значительных материальных затрат осуществить исследование большого числа вариантов проектируемого объекта или процесса для различных режимов его эксплуатации,
 - это значительно сокращает сроки разработки сложных систем и их внедрение в производство

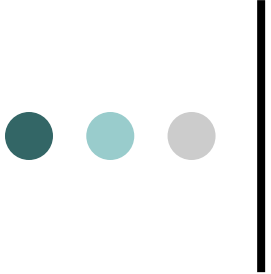
- Для проверки адекватности математической модели и реального объекта, процесса или системы результаты исследований на ЭВМ сравниваются с результатами эксперимента на опытном натурном образце.
- Результаты проверки используются для корректировки математической модели или решается вопрос о применимости построенной математической модели к проектированию либо исследованию заданных объектов, процессов или систем.

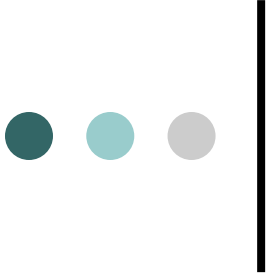
- 
- Компьютерное моделирование и вычислительный эксперимент позволяют свести исследование "нематематического" объекта к решению математической задачи.

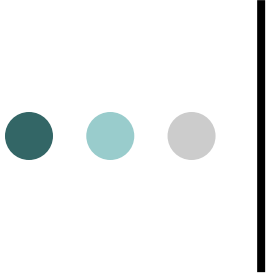
- 
- Этим самым открывается возможность использования для его изучения хорошо разработанного математического аппарата в сочетании с мощной вычислительной техникой.
 - На этом основано применение математики и ЭВМ для познания законов реального мира и их использования на практике.

- И так, мы построили математическую
- ● модель рассматриваемого объекта, процесса или системы, т.е. представили прикладную задачу как математическую. После этого наступает второй этап решения прикладной задачи – поиск или разработка метода решения сформулированной математической задачи. Метод должен быть удобным для его реализации на ЭВМ, обеспечивать необходимое качество решения.

- 
- Все методы решения математических задач можно разделить на 2 группы:
 - точные методы решения задач;
 - численные методы решения задач.
 - В точных методах решения математических задач ответ удастся получить в виде формул.

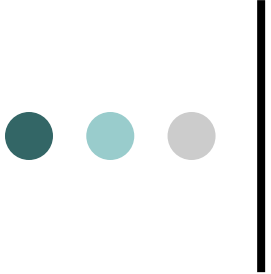
- 
- Для большинства задач, встречающихся на практике, точные методы решения или неизвестны, или дают очень громоздкие формулы.
 - Однако, они не всегда являются необходимыми.
 - Прикладную задачу можно считать практически решенной, если мы сумеем ее решить с нужной степенью точности.

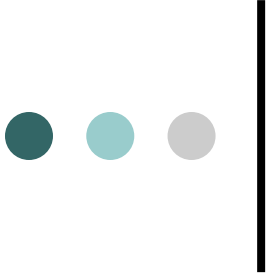
- 
- Для решения таких задач разработаны численные методы, в которых решение сложных математических задач сводится к последовательному выполнению большого числа простых арифметических операций.
 - Непосредственная разработка численных методов относится к вычислительной математике.

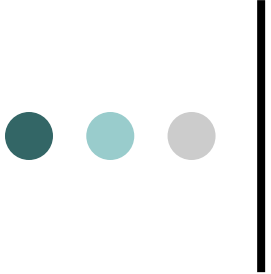
- 
- Таким образом, в прикладных задачах и при применении точных методов решения, и при применении численных методов решения результаты вычислений носят приближенный характер.
 - Важно только добиться того, чтобы ошибки укладывались в рамки требуемой точности

Математическое моделирование экономических систем.

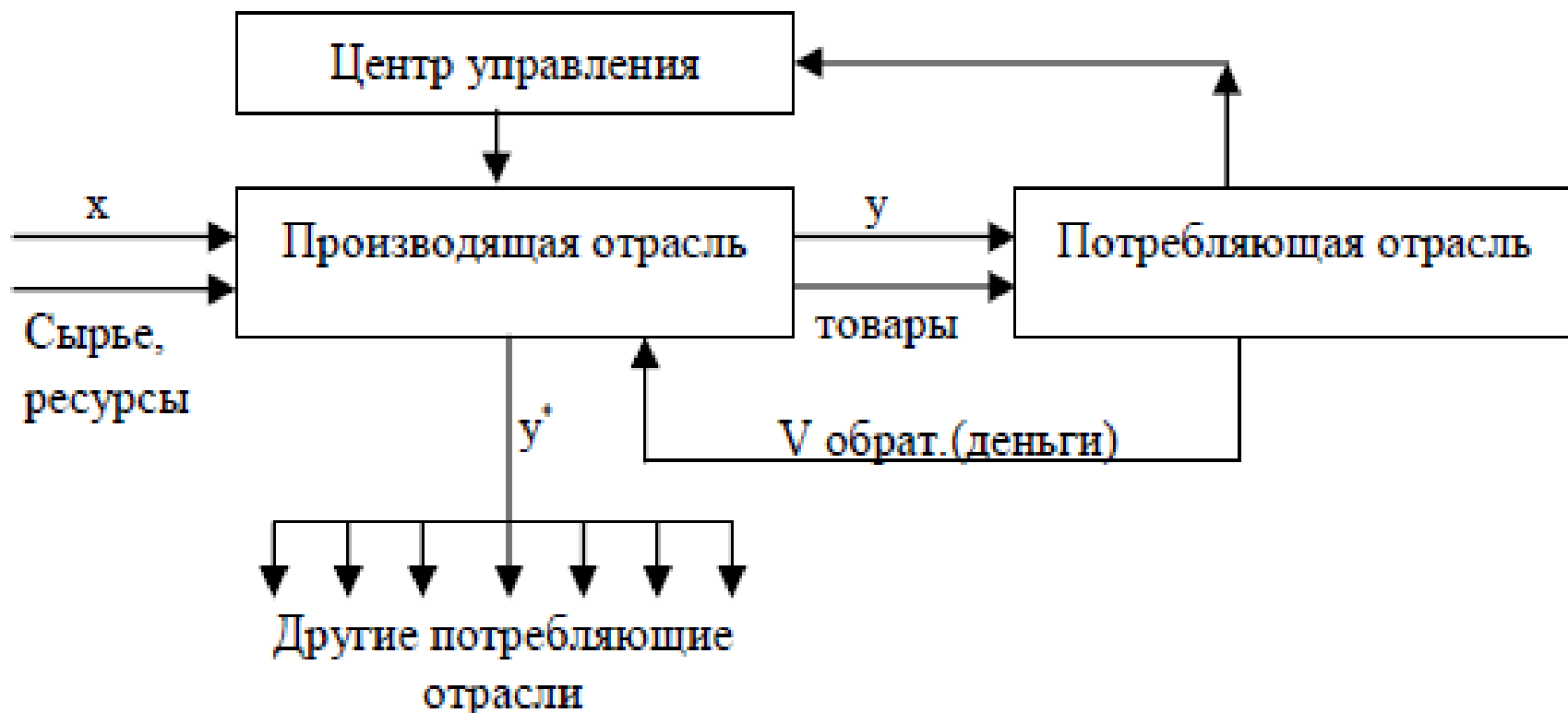
- Экономическая система является частью более сложной системы - социально-экономической и представляет собой
 - вероятностную,
 - динамическую,
 - адаптивную систему.

- 
- Она охватывает процессы производства,
 - обмена,
 - распределения и потребления материальных благ,
 - предоставления различных сервисных услуг.

- 
- Как правило, входные параметры экономических систем - это материальные вещественные потоки производственных и природных ресурсов, то есть **X**.
 - Выходные параметры - это материальные вещественные потоки, оборудование, военная продукция, продукция накопления, возмещения и экспорта, то есть **У**.

- 
- Экономические системы - многоступенчатые, многоуровневые системы.
 - Любая неопределенность, случайность во входных параметрах в нижних уровнях приводит к неопределенностям и случайностям в выходных параметрах подсистем более высокого порядка и системы в целом.

Структурная схема простой экономической системы:

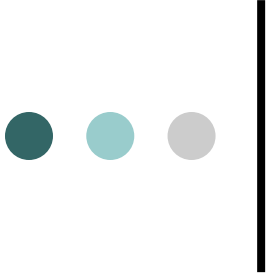


Экономико – математическое моделирование экономической системы

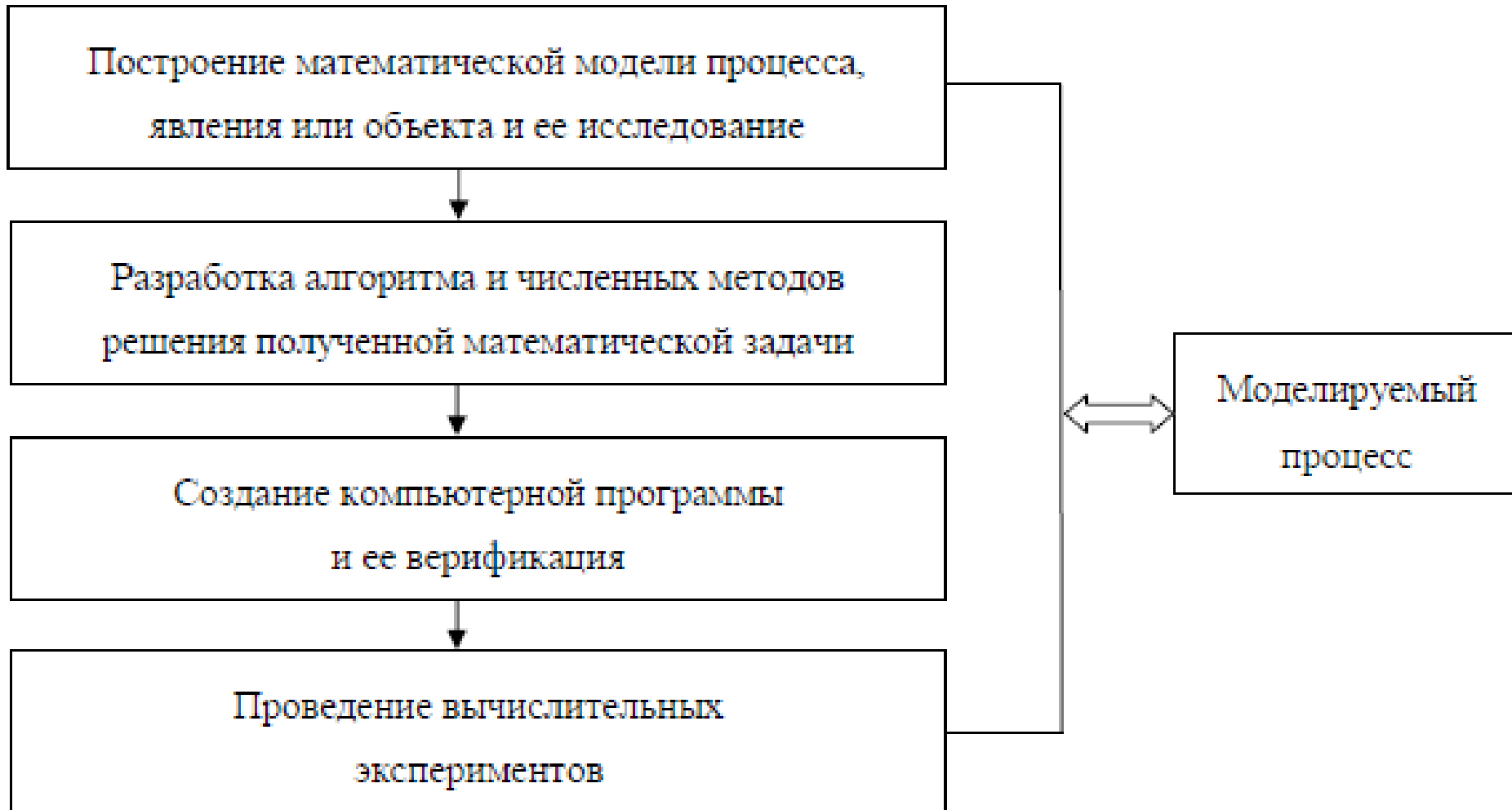
$$F = \sum_{i=1}^n p_i x_i \Rightarrow \max$$

$$\Omega: \sum_{i=1}^n a_i x_i \leq B$$

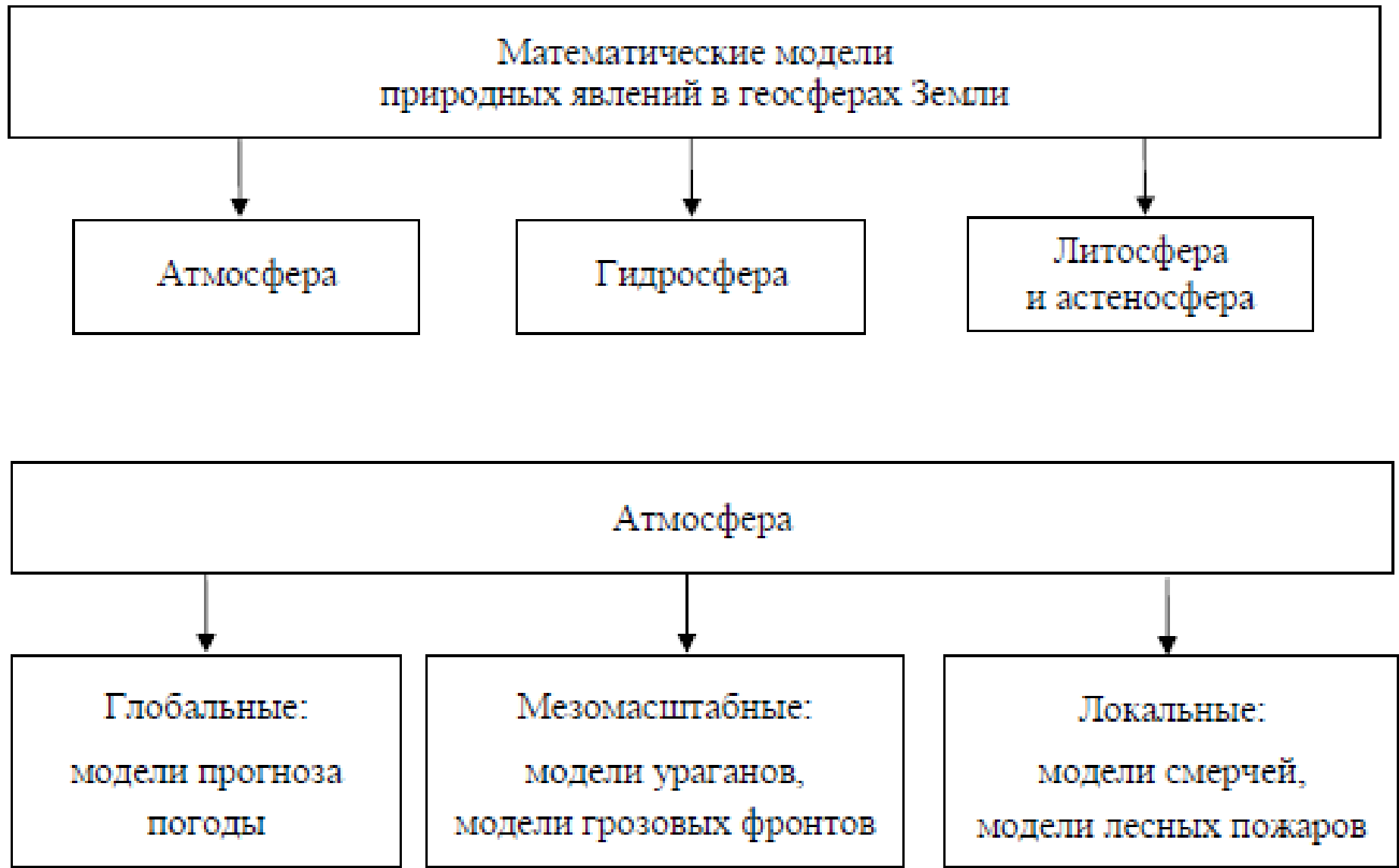
$$x_i \geq 0; \quad i = \overline{1; n}$$

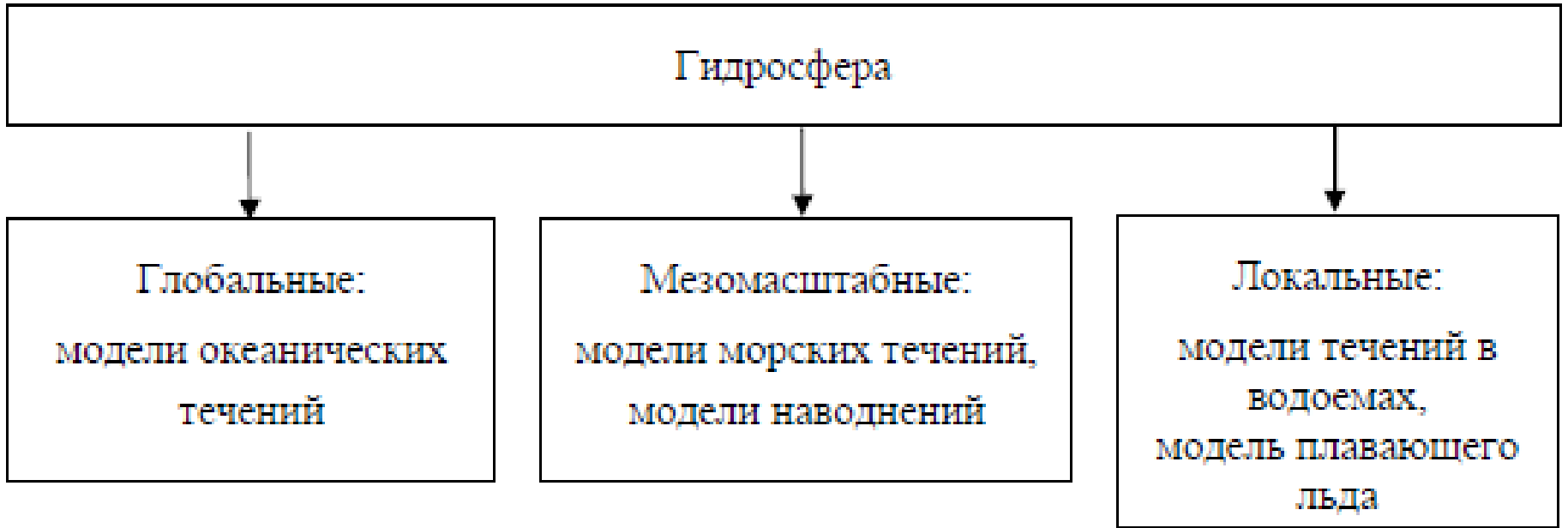
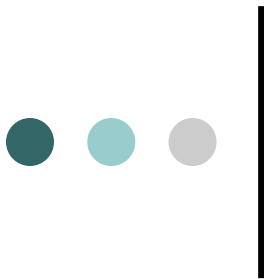
- 
- P_i - прибыль от реализации единицы продукции;
 - X_i - объем выпуска продукции;
 - a_i - расход сырья на единицу продукции;
 - B - общий запас сырья;
 - Ω - область допустимых ограничений.

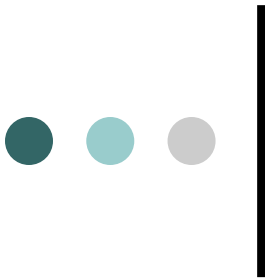
Алгоритм решения задач методом математического моделирования



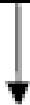
I







Литосфера и астеносфера (мантия Земли)



Глобальные:
модели динамики
литосферных плит

Мезомасштабные:
модели мантийных
диапиров

Локальные:
модели вулканических
извержений



Математические модели в задачах экологии
и промышленной безопасности

Глобальные:

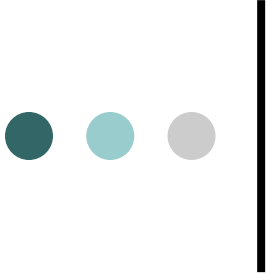
модели последствий
ядерной войны (модель
«ядерной зимы»),
модели глобального
потепления климата

Мезомасштабные:

модели переноса
загрязнений в атмосфере
в результате крупных
пожаров и техногенных
аварий

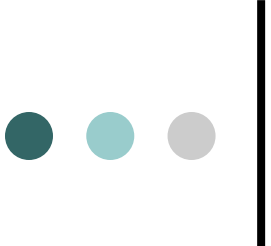
Локальные:

модели разливов нефти,
модели техногенных
аварий со сжиженными
газами



Информация, ее роль в управлении системами и процессами

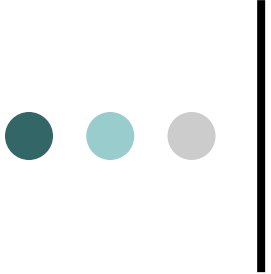
- Информация это:
- 1) коммуникативная (сфера сообщений, общенаучное средство рефлексии);
- 2) функционально-кибернетическое (свойство самоорганизующихся систем, связанное с упорядочением и обменными процессами, с адекватным реагированием на существующие изменения);

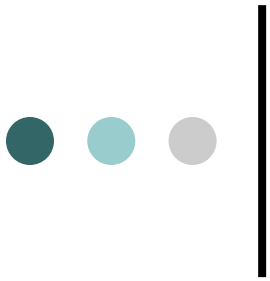
- 
- 3) атрибутивная мера неоднородности, распределения материи и энергии, свойство материальных систем, фиксирующее изначальную неоднородность мира.



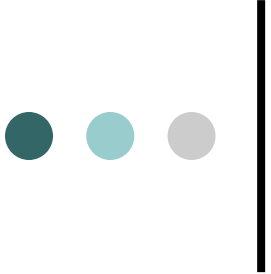
В экономике информация это:

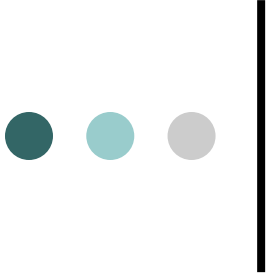
- 1) любое сообщение о чем-либо;
- 2) сведения, данные, значения экономических показателей, являющиеся объектами хранения, обработки и передачи и используемые в процессе анализа и выработки экономических решений в управлении;

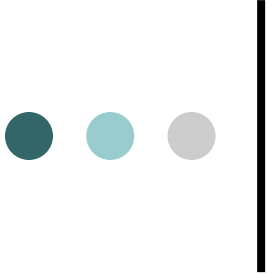
- 
- 3) один из видов ресурсов, используемых в экономических процессах, получение которого требует затрат времени и других видов ресурсов, в связи с чем эти затраты следует включать в издержки производства и обращения; 4) одна из трех фундаментальных субстанций (вещество, энергия, информация).

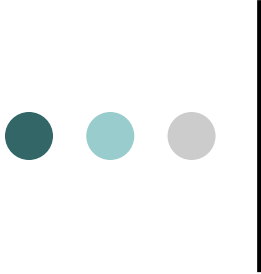


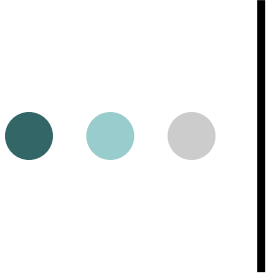
- В самом общем виде под информацией обычно понимают передачу сообщений между передающей и принимающей системами, что ведет к изменению разнообразия состояний последней.

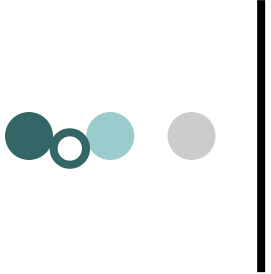
- 
- Столь сложный и интересный феномен, как информация, в XX веке стал объектом научных исследований, результатом которых явилась ***теория информации.***

- 
- В середине века сформировалась математическая теория информации (К. Шеннон, У. Уивер), в которой использовались вероятностные методы для измерения количества информации и была предложена абстрактная схема связи, состоящая из шести компонентов:

- 
- 1. источник информации,
 - 2. передатчик,
 - 3. линии связи,
 - 4. приемника,
 - 5. адресат,
 - 6. источник помех.

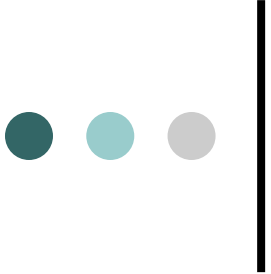
- 
- Понятие **информации** широко используется в кибернетике. Представители кибернетической теории (Н. Винер, Б.Н. Петров, А.Н. Колмогоров) в 60–70-е годы заложили основу «информационной теории управления», считая информацию одной из центральных категорий наряду с понятиями связи и управления.

- 
- Информатика – это система знаний, относящихся к производству, переработке, хранению и распространению всех видов **информации** в обществе, в природе и технических устройствах.



Основные свойства и характеристики информации:

- количество, ценность, содержание, правдивость, достоверность, полноту, глубину, точность, убедительность, доказательность, новизну, эффективность, оптимальность, оперативность, надежность, выразительность, актуальность, доступность для восприятия, логичность, неподверженность физическому износу, возможность использования при решении различных задач и т.д.

- 
- Экономисты ввели понятие стоимости **информации**, которая включает в себя: время руководителей и подчиненных, затраченное на сбор информации, а также фактические издержки, связанные с анализом рынка, оплатой машинного времени, использованием услуг внешних консультантов и др.



Виды информации:

первичная (исходная), производная (промежуточная) и итоговая;

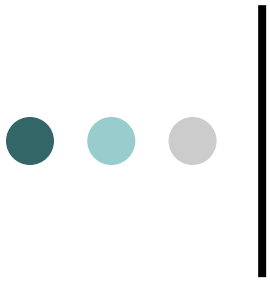
статическая (постоянная) и динамическая (переменная);

полная и выборочная;

чрезмерная и недостаточная;

полезная и ошибочная;

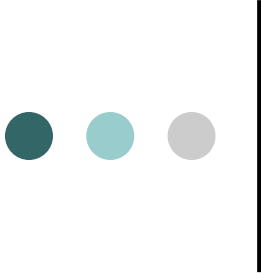
информирующая и предназначенная для управления какими-либо процессами

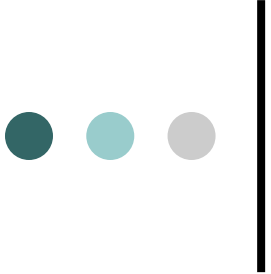


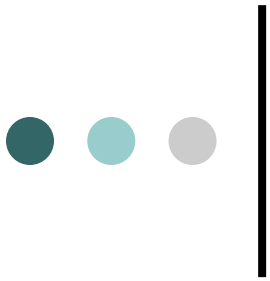
открытая и закрытая (конфиденциальная)
информация;

внутренняя и внешняя и т.д.

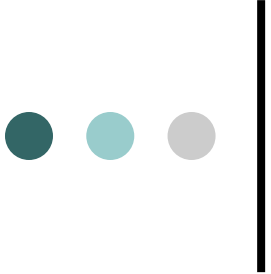
По содержанию информация может быть
технической, экономической, правовой,
политической и т.д.

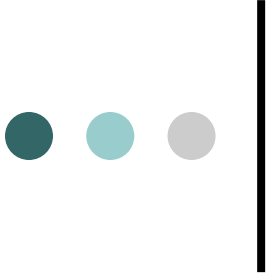
- 
- Информационные процессы и информационные факторы являются ключевыми в сфере управления.
 - Важнейшую роль в управленческом цикле имеют информационно-коммуникационные связи, объединяющие все его элементы и этапы в единую систему.

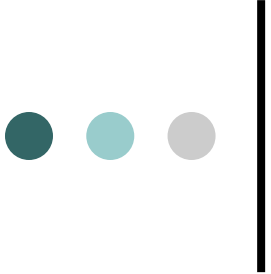
- 
- Управленческий цикл начинается заканчивается анализом информации. Поиск информации предшествует разработке альтернативных вариантов управленческого решения. Принятие решения субъектом управления осуществляется на основе соответствующей информации о состоянии объекта, среды и управляющей подсистемы.



- Повышения эффективности управления можно достичь лишь с помощью его обеспечения своевременной, достоверной, исчерпывающей **информацией**, с помощью которой субъект управления судит о характере, специфике объектов и процессов, делает заключения об эффективности управленческого воздействия.

- 
- Связь между управляемой и управляющей системами, между компонентами внутри системы осуществляется с помощью **информации.**

- 
- Система управления — это информационная система, деятельность которой напрямую зависит от объема, содержания **информации**, используемой субъектом управления и передаваемой управляемому объекту.

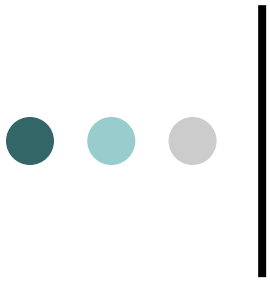
- 
- С помощью **информации** система связана с окружающей средой: чтобы нормально функционировать, она должна получать извне необходимые сведения.



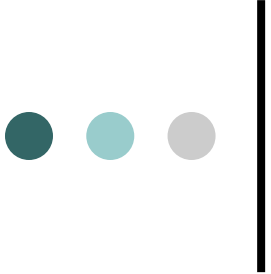
Место и роль информации в процессе моделирования и управления системами .

Современное состояние природной, техногенной и социальной среды характеризуется рядом особенностей:

- возрастание количества, разнообразия, масштабов чрезвычайных ситуаций (ЧС) и тяжести их последствий;
- необходимость реальной привязки к местности при принятии решения;

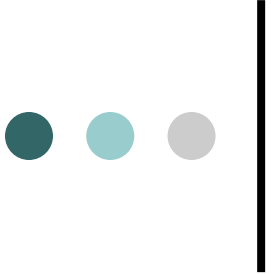


- значительно возросшие объемы перерабатываемой информации;
 - дефицит времени на принятие решения.
- Учет и анализ этих факторов при решении многоплановых задач по защите населения от ЧС требует применения современных ИТ.



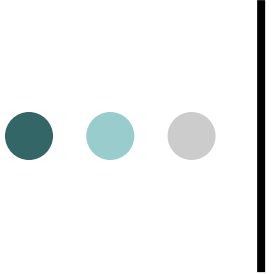
Прикладные программы,
разработанные для различных
операционных систем, позволяют

- прогнозировать обстановку в ЧС,
- рассчитывать конструкции,
- планировать применение сил и средств,
- формировать оперативные документы, систематизировать разнообразную информацию.



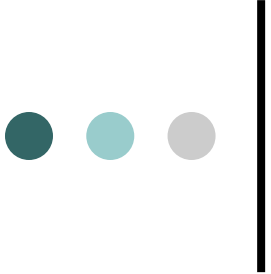
Используемые модели и компьютерные программы в области прогноза ЧС защиты населения, условно можно разделить на

- 1). *расчетные,*
- 2). *информационные.*



Применение расчетных задач для защиты населения

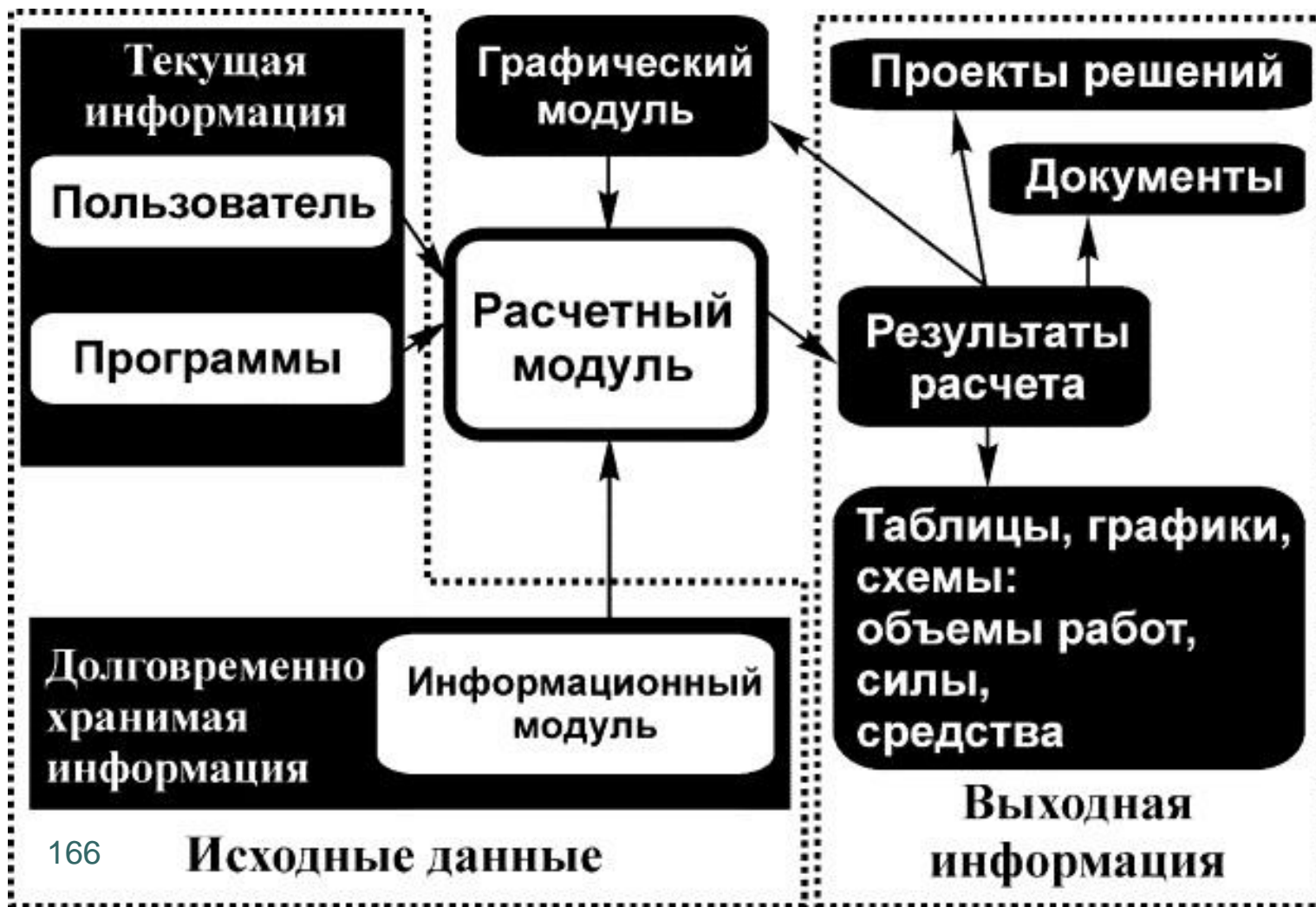
- Планирование и организация мероприятий по защите населения невозможна без использования достоверного, полного и своевременно представленного массива показателей обстановки, а также рассчитанного на его основе состава сил и средств для ликвидации ЧС.



Пакет программ “Прогноз” (для прогнозирования обстановки в ЧС мирного и военного времени), который включает:

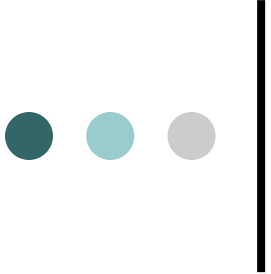
- комплекс программ военного времени;
- комплекс программ по прогнозированию последствий техногенных аварий;
- комплекс программ по прогнозированию последствий стихийных бедствий.

Структура типовой программы, позволяющей производить расчеты по защите населения




Виды расчетов:

- **заблаговременный**, с использованием известных координат и интенсивности поражающего фактора;
- **заблаговременный**, с использованием вероятностных моделей (особенно – для периодически повторяющихся природных ЧС, по которым имеются данные многолетних наблюдений);
- **оперативный** (по факту ЧС).




Дополнительные элементы к расчетному модулю (графические элементы):

- план объекта экономики,
- топографическая электронная карта,
- схемы зданий, сооружений, технологического оборудования,
- прочая информация.



Исходные данные (долговременно хранимые и текущие) включают информацию:

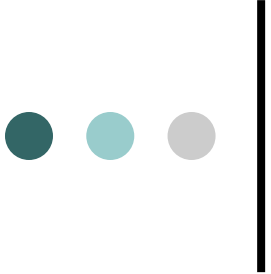
- по характеру и параметрам объекта воздействия;
- по характеристикам ЧС;
- по нормативам выполнения работ;
- по структуре сил и средств.




Долговременно хранимая информация

(сведения, редко изменяющиеся в течение длительного времени:

- это справочные материалы,
- статистические данные,
- вероятностные модели,
- данные о застройке, количестве, размещении людей и степени их защиты,

- 
- нормативы выполнения работ,
 - структура сил спасения,
 - характеристики спасательных средств и многое другое.



Текущая информация (минимально необходимые данные, поступающие на вход при запуске):

- метеоусловия,
- координаты эпицентра опасности и интенсивность поражающего фактора,
- время года и суток и другие сведения, зависящие от особенностей обстановки в каждом конкретном случае.

- Данные могут быть введены как с использованием стандартных средств интерактивного ввода:
 - клавиатуры и мыши,
 - так и в виде результатов расчетов предыдущей программы в случае использования рассматриваемой программы в качестве промежуточного звена.

Ввод этой информации не требует специальных знаний и может быть оперативно осуществлен пользователем начального уровня.



Выходная информация

- поступает из расчетного модуля в виде цифровых данных, может быть, затем представлена в табличной или графической форме.



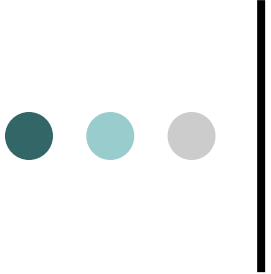
К выходной информации относятся:

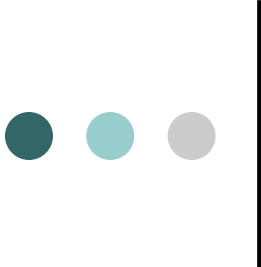
- показатели возможной обстановки, требуемые объемы работ для ликвидации последствий аварий и катастроф,
- предложения по составу, численности и оснащению сил и др.

- ● ● | Пример. Программа “АХОВ”, разработанная в Военно-инженерном университете МО РФ.

Программа предназначена:

для прогнозирования масштабов зон заражения при авариях на химически опасных объектах,
на технологических емкостях и хранилищах,

- 
- при транспортировке опасных жидкостей и газов железнодорожным, трубопроводным и другими видами транспорта,
 - а также для расчета потерь людей и планирования мероприятий по защите населения.

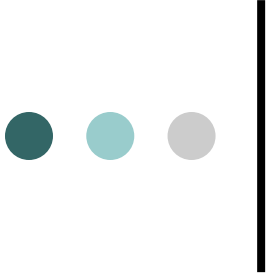


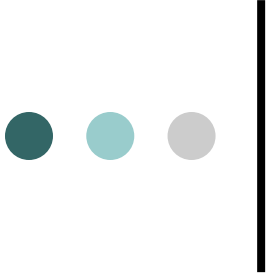
При разработке данного программного продукта использовалась
“Методика прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте (РД 52.04.253-90)”.



Программа позволяет определить:

- глубину зон заражения первичным, вторичным облаком аварийно химически опасных веществ (АХОВ),
- расчетную глубину зоны заражения и ее площадь для 35 стандартных типов АХОВ, а также для любого другого химически опасного вещества;
- время испарения АХОВ;

- 
- потери рабочих, служащих и населения;
 - виды и объемы мероприятий по защите рабочих, служащих и населения;
 - количество сил и средств для выполнения этих мероприятий.



Работа с программой предполагает три последовательных этапа действий:

- прогнозирование обстановки;
- расчет потерь;
- расчет мероприятий по защите населения.

Формуляр-запрос программы “АХОВ”

Исходные данные для расчета обстановки

АХОВ:

Под давлением

Единицы измерения

Без давления

тонны куб.м

Агрегатное состояние:

Количество вещества в выбросе = **100** т.

Емкость обвалована

Высота обвалования м

Время от начала аварии ч

*Степень вертикальной
устойчивости*

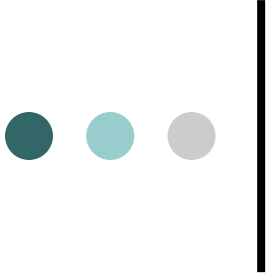
Определение

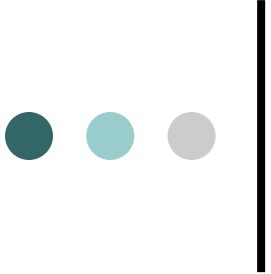
Скорость ветра = 1 м/с

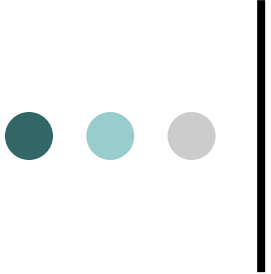
Температура воздуха = 0 °

Инверсия Изотермия Конвекция

Расстояние до объекта = 1000 м

- 
- По результатам прогнозирования обстановки проводится расчет потерь среди населения города и загородной зоны. Для этого необходимо ввести дополнительные данные по плотности населения и его обеспеченности средствами защиты, а также в произвольной системе координат разместить рассматриваемый аварийный объект (емкость) на плане города.

- 
- Программа произведет требуемые расчеты с учетом структуры санитарных потерь. После ввода дополнительных исходных данных и выполнения расчетов на экране монитора отображается оперативная информация об остановке в виде графического изображения зараженных площадей.

- 
- Следующим этапом работы с программой является выявление состава и объемов мероприятий, сил и средств, предназначенных для защиты населения и ликвидации последствий аварии.
 - Программа, например, учитывает тип аварийного вещества и предлагает именно те марки средств защиты органов дыхания, которые необходимы в рассматриваемом случае.



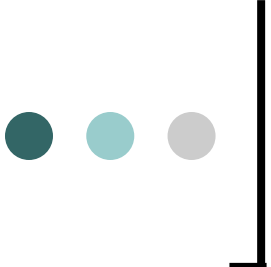
Информационные модели

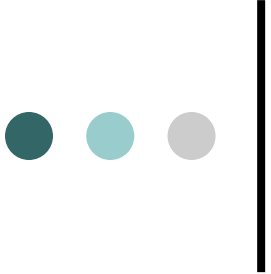
- В отличие от расчетных задач, использующихся для получения числовых показателей, информационные задачи предназначены для выполнения различных операций с накопленными данными.




Программы, реализующие такие задачи, являются автоматизированными информационно-справочными системами (АИСС), позволяющими собирать, накапливать, оптимально хранить и удобно использовать разнообразную информацию по тематике РСЧС – тексты, числовые данные, графику, звуки, видеосюжеты.

Эти программные продукты использует, как правило, технологии СУБД.

- 
- Базы данных для специалистов ЧС и ГО разрабатываются с использованием различных СУБД: dBase, FoxPro, Clarion, Access, Oracle и многих других.
 - Выбор конкретной платформы зависит от особенностей поставленных задач.
 - Все они обеспечивают следующие основные операции с данными:

- 
- ввод и редактирование записей;
 - сортировку данных по различным критериям;
 - выборку данных с использованием фильтров;
 - совместный доступ к данным нескольких пользователей;
 - удаленное управление базами данных;
 - организация математических и логических операций с данными;
 - формирование выходных форм и документов.



Автоматизированная информационно-справочная система “Средства спасения”

- Этот программный продукт представляет собой базу данных, включающую разнообразную информацию о приборах, инструментах, технике, оборудовании и материалах, применяемых при подготовке и организации мероприятий по защите населения.

Перекусывание стальной арматуры
Обеспечение УКВ-радиосвязи
...

Дальность действия
Рабочая нагрузка
...

МО
МЧС
...

Эконт
Простор
Холматро
...

Техника
Имущество
Прибор
Инструмент
...

Справочник спасателя
Средства индивидуальной защиты ГО
... 191

Средства спасения

Возможности
Комплекты

Типы

Источники информации

Технические характеристики

Ведомства-заказчики

Производители

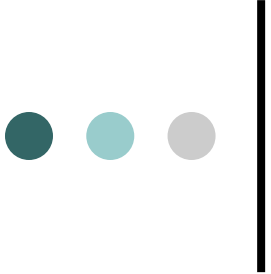
Марки

Группы

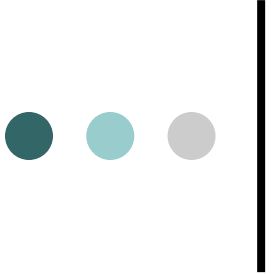
Хромотрон
Комбитех
...

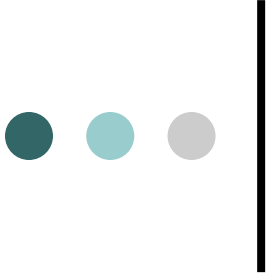
ИПП-8
Р-140-0,5
...

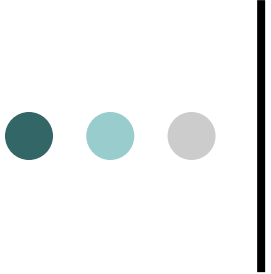
Плавающее
Средство малой механизации
Грузоподъемное средство
...

- 
- Программа позволяет выполнять следующие основные операции.
 - 1. Быстро находить:

- марки средств, включая графическое изображение каждого средства;
- технические характеристики средств;
- комплекты, объединяющие несколько средств;
- данные о производителях средств спасения;
- источники информации;
- виды работ (мероприятий), в ходе которых используются описываемые технические средства;
- способы, условия, особенности применения, технологические приемы, характерные для описываемых средств.


- 
- 2. Вводить данные по новым средствам спасения.
 - 3. Изменять любую информация по имеющимся изделиям.
 - 4. Удалять устаревшие данные из базы.
 - 5. Распечатывать выбранные данные в удобной форме.
 - 6. Сохранять необходимую информацию из базы во внешних файлах различных форматов.

- 
- Кроме этого особенностью информационно-справочной автоматизированной системы является возможность создания запросов, позволяющих производить выборки данных, сгруппированных по различным признакам.

- 
- В таблице в качестве примера приведен фрагмент запроса в режиме таблицы, реализующий выборку данных, отвечающих следующему критерию: средства, обеспечивающие перекусывание прутка из арматурной стали толщиной не менее 36 мм.
 - В настоящий момент база данных содержит информацию более чем о 1000 единицах различных средств спасения.

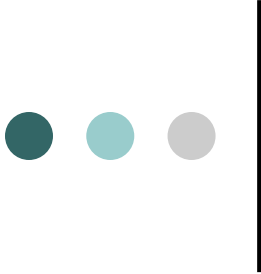


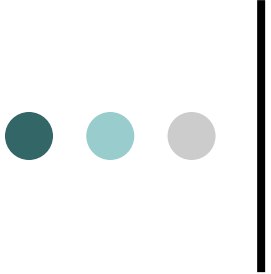
Название	характеристики	Значение	Размерность	Название инструмента	Марка	Наименование группы	Название комплекта
Диаметр перекусываемого прутка из арматурной стали		36	мм	Ножницы комбинированные	НКГС-80	Средства малой механизации	Комбитех
Диаметр перекусываемого прутка из арматурной стали		36	мм	Кусачки	КГС-80	Средства малой механизации	Комбитех
Диаметр перекусываемого прутка из арматурной стали		36	мм	Ножницы резак	НРГС-80	Средства малой механизации	Комбитех



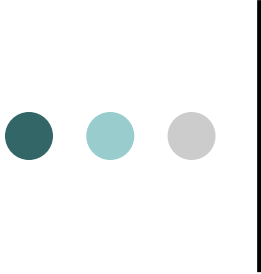
Автоматизированная информационная справочная система “Документ”

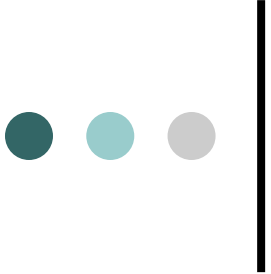
Данные из базы АИСС, содержат
исчерпывающую информацию более чем
о пятистах нормативно-правовых,
информационно-справочных и учебно-
методических документах.

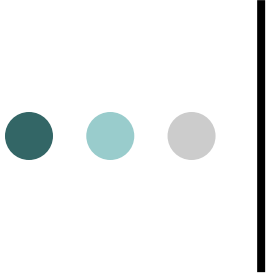
- 
- Документы, регламентирующие деятельность РСЧС и ГО.
 - Анализ предметной области, охватывающей сведения, содержащиеся в руководящих, справочных и других документах, позволил выявить, систематизировать и классифицировать основные структурные элементы и особенности информации этого рода

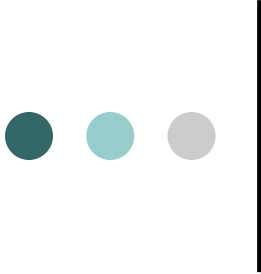
- 
- АИС предназначена для повышения эффективности работы с различными источниками данных, которые используются специалистами РСЧС для решения всевозможных задач.

В органах управления МЧС России используются документы различные по структуре, содержанию, способам передачи и хранения. Они были классифицированы по следующим параметрам:

- 
- по виду (изданные и неизданные);
 - по типу (газета, журнал, брошюра, справочник, книга, и т.п.);
 - по доступу (общего пользования, для служебного пользования, секретные, совершенно секретные, особой важности);
 - по структуре документа (неструктурированные, слабоструктурированные, структурированные);

- 
- по назначению (специальные, оперативные, мобилизационные, административно-хозяйственные, справочные, учебно-методические, и т.д.);
 - по способу передачи информации (текстовые, графические, видео, аудио, и т.д.) и другим параметрам.

- 
- Система способна поддерживать многоуровневый интерфейс как написанной на внутреннем языке программы, так и с использованием других программных пакетов (Visual Basic, Visual Fox Pro и др.). Система является открытой, позволяя не только осуществлять всевозможные операции с данными, но и менять собственную структуру.



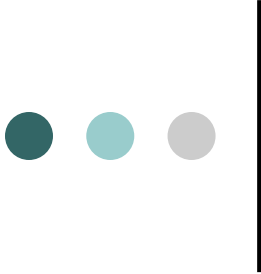
Автоматизированная информационная справочная система “Термин”

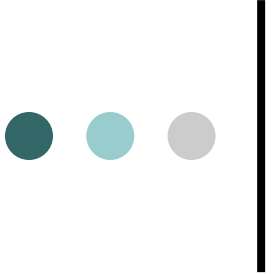
Автоматизированная информационная справочная система “Термин” представляет собой электронный понятийно-терминологический словарь РСЧС, необходимость разработки которого была обусловлена потребностью однозначного понимания разнообразных терминов и понятий, связанных с защитой населения от ЧС.

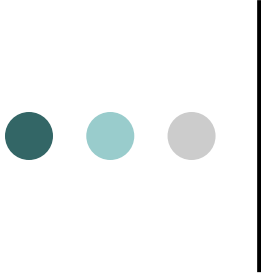


Автоматизированная информационная справочная система “Объект”

- общие данные об объектах экономики, в том числе – наименование, адрес, телефоны, категория, площадь территории, численность рабочих и служащих, виды производственной деятельности и прочее;


- 
- сведения о должностных лицах объекта – фамилия, имя, отчество, даты рождения, вступления в должность, обучения по ГО, телефоны и другая информация;
 - информация о силах РСЧС и ГО – наименования, количество, укомплектованность, оснащение, ГОТОВНОСТЬ;

- 
- данные о защитных сооружениях – инвентарный номер, тип, дата ввода, вместимость, степень защиты и другая техническая информация;
 - данные о средствах радиационной и химической защиты – марки, количество, вид хранения, дата выпуска, состояние.



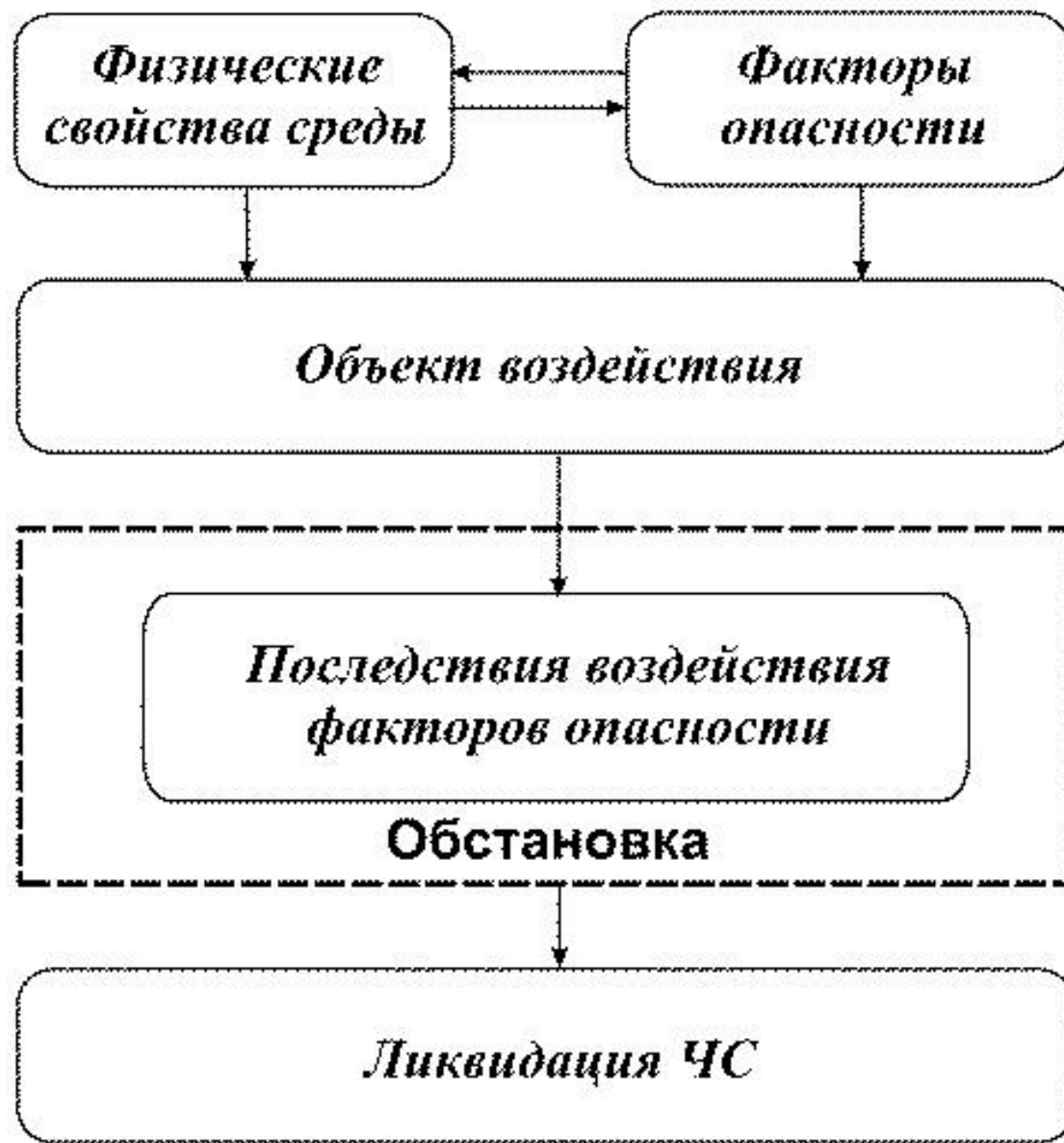
Автоматизированная информационная справочная система “Донесение”

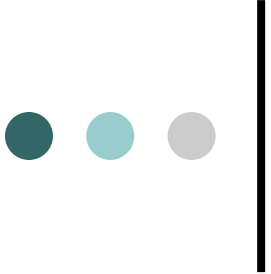
- Одним из основных направлений деятельности всех структурных подразделений РСЧС является аналитическая работа по обобщению данных о различных ЧС и организация практических мероприятий по их предупреждению и ликвидации.



Автоматизированная
информационная справочная
система “Донесение” позволяет
решать следующие основные задачи:

- ввод и редактирование данных о ЧС;
- создание запросов для выборки необходимых данных;
- создание отчетов о ЧС для представления донесений согласно табеля срочных донесений по установленным формам учета ЧС.





На основании анализа модели ЧС
были выделены следующие группы
атрибутов:

- физические свойства среды;
- факторы опасности и их параметры;
- объект воздействия (состояние до воздействия ЧС);
- обстановка в результате ЧС;
- ущерб;
- мероприятия по защите населения и территорий;
- силы и средства ликвидации ЧС.



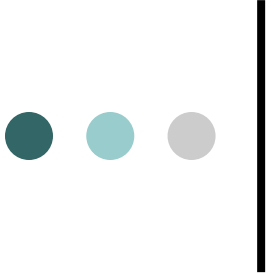
Геоинформационные технологии

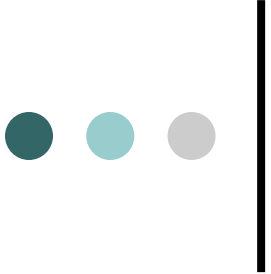
- прикладная кибернетика, информатика, математическое моделирование местности, компьютерная имитация сложных природных и техногенных процессов;
- машинная графика, цифровая картография, системы управления базами данных и знаний;
- дистанционное зондирование



ГИС решает следующие задачи:

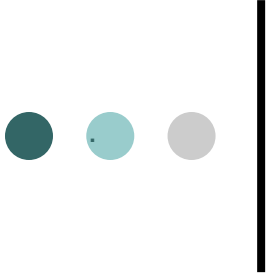
- сбор, первичную обработку и структуризацию картографической и специальной информации;
- формирование запросов и поиск необходимых данных;
- создание моделей и их реализация на выбранных множествах данных;

- 
- построение тематических и специальных карт, отображающих результаты моделирования;
 - отображение, документирование и использование полученных результатов;
 - хранение, обновление, защиту и архивирование данных.



Основные функциональные задачи ГИС мониторинга ЧС:

- прием и обработка данных по ЧС, поступающих из региональных центров;
- накопление архивных данных по ЧС;
- отражение полученных данных в виде картографических покрытий для анализа оперативной информации;
- подготовка данных анализа в проект управленческих решений.



Понятие "риск" и его формализация

- Ожидаемая прибыль от планируемого предприятия составит

$$S_1 = \sum_{i=1}^N p_i x_i$$

- - это простейший вариант модели ожидаемой полезности
- .

В теории принятия решения существуют два принципиально различных подхода, которые условно можно назвать *объективным* и *субъективным*.

- 1. ***Объективный подход*** начинается с *существа проблемы* и далее *восходит к человеку, к принимаемым решениям*.
- 2. ***Субъективный подход*** идет от *человека* и *восходит к принимаемым решениям, к возникающим в их результате рискам и т.д.*




Системные свойства новой реальности и риск

- XX века принципиально изменилась постановка многих проблем, связанных с риском и безопасностью. Центр тяжести сместился от опасностей к рискам.
- Кибернетика ввела принципиально важное понятие *обратной связи* и показала, что мы живем в мире *систем*.

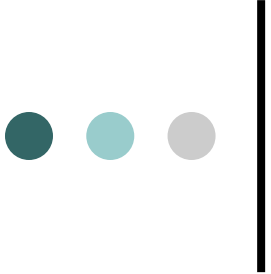
○ С точки зрения опасностей и рисков принципиальным является изменение *следующих системных свойств* нашего мира:

- **1. Возникновение рисков, обусловленных длинными причинно-следственными связями.**
- **2. Междисциплинарный характер риска.**
- **3. Глобальные изменения.**
- **4. Сокращение горизонта прогноза.**
- **5. От сильных воздействий к слабым.**



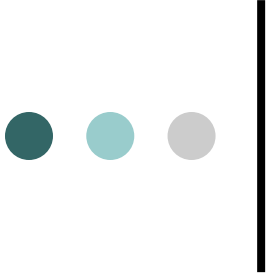
Три магистральных направления
снижения рисков и эффективного
управления ими:

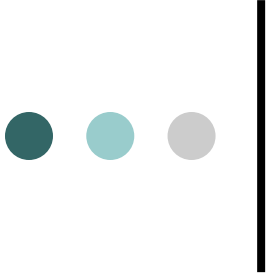
- экономические меры;
- командно-административные меры;
- информационное управление.



Реальную ситуацию объективно отражает функционал , в котором фигурируют истинные вероятности p_i и достоверная оценка ситуации x_i .

В то же время интуитивные решения принимаются на основе субъективных оценок вероятности $f(p_i)$ и субъективной важности результата $U(x)$ (см. формулу).

- 
- ***Цель информационного управления – приблизить субъективные оценки вероятности и оценки риска к объективным.***



Концепции риска. Виды риска

- 1. Концепция абсолютной безопасности (нулевой риск).**
- 2. Детерминистский подход (теория нормальных аварий).**

Плотность вероятности аварии: $p(v) \approx e^{-v^2/\sigma^2}$,

где v – ущерб, σ – дисперсия случайной величины, количества аварий. Основной принцип- определение приемлемого риска.

- 3. Комбинированный подход.**



Определение риска.

$$\{\text{Риск}\} = \{\text{вероятность события}\} \times \{\text{значимость события}\}$$

Риск может быть рассчитан как частота реализации опасностей по отношению к их возможному числу, (или отношение числа нежелательных событий к общему числу событий)

$$R = N(t)/Q(t).$$



Виды риска

- **Индивидуальный риск** обусловлен вероятностью реализации потенциальных опасностей при возникновении ОС.

$$R = P(t)/N(f),$$


где $P(t)$ - число пострадавших (погибших) в единицу времени t (чаще в год), $N(f)$ - общее число людей, подверженных фактору риска f в единицу времени t .

- Пусть, например, число работающих в химической промышленности составляет 750 тыс. чел. Ежегодно на предприятиях химической промышленности в результате несчастных случаев погибает в среднем 150 чел. Тогда получим величину индивидуального риска как среднего числа смертей, приходящегося на одного человека в год:

- $$R=150/750000=0.0002$$

Вид опасности	Индивидуальный риск
Падения с высоты	$9 \cdot 10^{-5}$
Пожары	$4 \cdot 10^{-5}$
Утопление	$3 \cdot 10^{-5}$
Отравление	$2 \cdot 10^{-5}$
Огнестрельное оружие	$1 \cdot 10^{-5}$
Станочное оборудование	$1 \cdot 10^{-5}$
Автомобильный транспорт	$3 \cdot 10^{-4}$
Водный транспорт	$9 \cdot 10^{-6}$

Вид опасности	Индивидуальный риск
Воздушный транспорт	$9 \cdot 10^{-6}$
Железная дорога	$4 \cdot 10^{-7}$
Падающие предметы	$6 \cdot 10^{-6}$
Электрический ток	$6 \cdot 10^{-6}$
Молния	$5 \cdot 10^{-7}$
Ядерная энергия	$2 \cdot 10^{-10}$
Общий риск гибели в результате несчастного случая	$6 \cdot 10^{-4}$
Воздушный транспорт	$9 \cdot 10^{-6}$



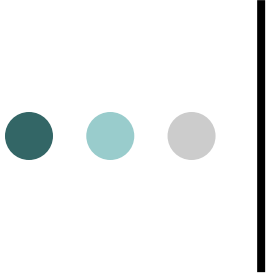
Вид опасности	Индивидуальный риск
Производство	$1,6 \cdot 10^{-4}$
Дорожно-транспортное происшествие	$2,5 \cdot 10^{-4}$
Отравления	$2,7 \cdot 10^{-4}$
Утопления	$8,0 \cdot 10^{-5}$
Пожары	$4,0 \cdot 10^{-5}$



Социальный риск

Это зависимость частоты возникновения событий, вызывающих поражение определенного числа людей от этого числа людей.

Социальный риск $R_c = f(N)$ вводится как некоторая характеристика масштаба возможных аварий.

- 
- ***Технический риск***, являющийся показателем надежности элементов техносферы.
 - ***Экологический риск***, характеризующий масштабы экологического бедствия, катастрофы, нарушения устойчивости экологических систем

- **Экономический риск**, определяемый соотношением пользы и вреда, которые общество получает от рассматриваемого вида деятельности.
- $R = V/P * 100\%$
- где V – вред, P – польза, причем $V = Z_b + U$, где Z_b – затраты на достижение заданного уровня безопасности, U – ущерб, наносимый обществу, природе из-за недостаточной защищенности.
- $P = D - Z_p - Z_b - U$, где Z_p – основные производственные затраты, D – общий доход.

- Естественно, что должно выполняться $\Pi > 0$.
- ● Таким образом, обеспечение безопасности жизнедеятельности экономически обосновано, если $D - (3\pi + 3\beta) > U$.

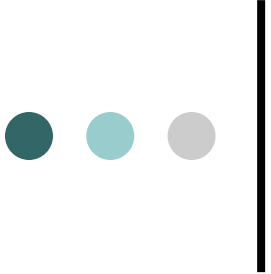
- **Приемлемый риск** сочетает понятия индивидуального, социального, технического, экологического и экономического рисков и представляет собой компромисс между приемлемым уровнем безопасности и экономическими возможностями его достижения.



- **Управление риском.** В связи с
- ● ● **принятием концепции приемлемого риска, соответствующей как детерминистскому, так и комбинированному подходу к обеспечению безопасности (см. выше), встают задачи оценки риска и управления риском.**
- ***Оценка риска – это анализ происхождения (возникновения) и масштабов риска в конкретной ситуации.***

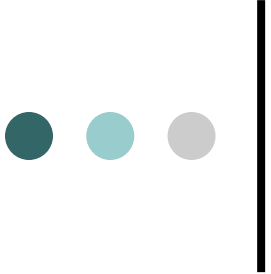
Последовательность оценки риска:

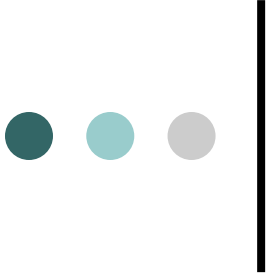
- первичная идентификация (распознавание) опасности;
- описание источника опасности и связанного с ним ущерба;
- оценка риска в условиях нормальной работы;
- оценка риска по возможности гипотетических аварий на производстве, при хранении и транспортировке опасных веществ;
- исследование возможных сценариев развития аварии;
- статистические оценки и вероятностный анализ риска

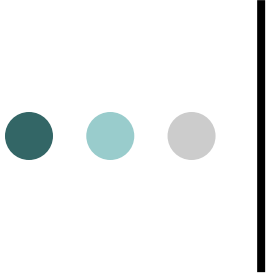


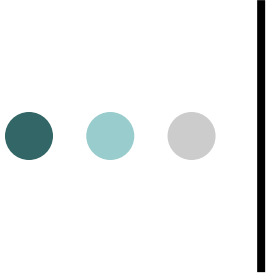
Физическое и компьютерное моделирование риска

- Для многих аварий и кризисных ситуаций полномасштабный натурный эксперимент принципиально невозможен.
- Экономика, социум, техносфера - уникальные, необратимо развивающиеся системы и дают нам лишь фрагментарное и приблизительное знание, что затрудняет переход от формальных (общих) математических моделей к конкретным.

- 
- Исследуются отдельные механизмы и процессы, которые играют ключевую роль в катастрофах, на более простых модельных объектах (зачастую даже относящихся к другой области науки) и далее из этих фрагментов создают целое.

- 
- 1. Компьютерные модели помогают создать обучающие программы, тренажеры, комплексы для обучения персонала, помогающие эффективно действовать в кризисных ситуациях.
 - 2. Показывают, какую информацию и в каком объеме следует собирать

- 
- В конце 90-х годов XX века в России была реализована Государственная научно-техническая программа (ГНТП) "Безопасность". Анализ имеющихся математических моделей, проведенный в ее рамках, показал, что их арсенал явно недостаточен.

- 
- Взаимная увязка этих моделей, которая и позволяет собрать из частей целое.
 - Без таких моделей, которые находятся гораздо ближе к фундаментальной науке, чем к инженерным разработкам, риск принимаемых решений был бы гораздо больше – реальные угрозы усугублялись бы нашим незнанием.



Проблемы управления рисками :

- Оценка, проверка, критика и коррекция решений.
- *Задача многокритериальной оптимизации.*
- Оценка вероятностей событий(недостаток информации или отсутствие).
- Эффектом решения.
- Парадокс планировщика.

Уровни управления риском

