УДК 355.58:001.891(075)
ББК 68ю90я7
Д84

Д84 Дурнев Р.А., Мещеряков Е.М. Методические рекомендации по подготовке диссертационных работ. Комиксы для соискателей / Под общ. ред. В.А. Акимова / МЧС России. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2014. 248 с.
ISBN 978-5-93970-106-8

В книге даны рекомендации по формированию тем диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук применительно к специальностям 05.26.02 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях» и 20.02.24 «Гражданская оборона. Местная оборона», рассмотрена примерная структура диссертационной работы, квалификационные признаки диссертаций и возможные образцы их формулировок, порядок подготовки и оформления работы. Выполнен краткий обзор современных методов принятия решений, исследований операций, системного анализа, приведен ряд терминов и определений основных научных понятий.

Книга может быть полезна аспирантам, адъюнктам и соискателям ученой степени кандидата наук, их научным руководителям, членам диссертационных советов, а также широкому кругу научных работникам, занимающихся проблемами количественного обоснования технических и экономических решений.

УДК 355.58:001.891(075)
ББК 68ю90я7

© Дурнев Р.А., Мещеряков Е.М., 2014
© МЧС России, 2014
© ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2014

ISBN 978-5-93970-106-8

Рекомендации по формулированию тем диссертационных исследований 3

Примерная структура диссертационной работы 15

Краткий обзор современных методов научных исследований
(применительно к техническим наукам и специальностям «Безопасность в ЧС» и «Гражданская оборона. Местная оборона») 51

Коллекция полезных формул, процедур, определений 173

Некоторые квалификационные признаки диссертации 195

Порядок подготовки и оформления диссертационной работы 217

1. Рекомендации по формулированию тем диссертационных исследований

Номинации кандидатских диссертаций

В ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК ДОЛЖНО

1 номинация

содержаться решение задачи, имеющей значение для развития соответствующей отрасли знаний

- Фундаментальные науки
- Прикладные науки (преимущественно теоретический характер (теория живучести, надежности, эффективности и т.п.)

или

2 номинация

быть изложены **новые** научно обоснованные технические, технологические и иные решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны

- Прикладные науки (преимущественно методический характер – методы, методики, модели, аппарат)
- Научная практика внедрения научных разработок в решении технических и других задач (преимущественно практический характер – обоснование решений)

Постановление Правительства РФ от 24.09.2013 №842 «О порядке присуждения ученых степеней»

Элементы конструкции темы диссертации

ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

1. **Предмет исследования (ПИ)** – качественно определенная сторона объективной реальности, которая включается в процесс познания для достижения поставленных целей, обусловленных интересами практики.
2. **Новый научный результат (НР)**, являющийся вкладом в науку.

Научный результат - продукт научно-исследовательской деятельности, полученный на основе применения научно-методического аппарата.

Научно-методический аппарат - методы, приемы, способы и средства получения новых или систематизации уже существующих знаний, обладающие гарантированной достоверностью.

Элементы конструкции темы диссертации



Некорректные формулировки названий тем диссертаций (без НР)

«Разработка универсальной машины разборки завалов разрушенных зданий»

– *Возможно обойтись проведением только опытно-конструкторских работ*

«Информационная технология контроля выполнения мероприятий паспорта безопасности территории субъекта Российской Федерации»

– *Возможно обойтись без проведения научных исследований путем привлечения специалистов территориальных органов МЧС России и программистов*

«Оценка риска аварий на объектах горнодобывающей отрасли»

– *Возможно обойтись без проведения научных исследований путем привлечения специалистов территориальных органов МЧС России и использования существующих методик оценки риска*

Элементы конструкции темы диссертации

ОБРАЗЦЫ ФОРМУЛИРОВОК НР, ЯВЛЯЮЩИХСЯ ВКЛАДОМ В НАУКУ

1. теория, теоретические основы, методология, методологические основы, метод, методика, методические основы… (далее существо результата);
2. научно-методический, методический, математический аппарат обоснования (анализа, оценки, синтеза, построения, оптимизации, прогнозирования и т.п.);
3. теоретическое, теоретико-экспериментальное, экспериментальное обоснование;
4. закономерности, принципы, правила формирования, построения, использования, ранжирования, оснащения и т.п.;
5. математические модели или математические (формализованные) описания...
6. ...

Элементы конструкции темы диссертации

ФОРМУЛИРОВКИ НР, ЯВЛЯЮЩИХСЯ ВКЛАДОМ В НАУКУ, НЕОБХОДИМО ПРОВЕРИТЬ НА КОРРЕКТНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Теоретико-экспериментальное обоснование технологии обеззараживания...

НЕКОРРЕКТНО ВЫНЕСЕНЫ В ТЕМУ НР, ЯВЛЯЮЩИЕСЯ ВКЛАДОМ В НАУКУ

Только потому, что **применяется** теория и эксперимент.

Во всех работах применяем теорию, экспериментальные исследования, методы, экспертные опросы и т.п.

В этой связи в тему нужно добавить: «теоретико-методически-экспериментально-экспертное… обоснование…».

КОРРЕКТНО ВЫНЕСЕНЫ В ТЕМУ НР, ЯВЛЯЮЩИЕСЯ ВКЛАДОМ В НАУКУ

Потому, что **вносятся** элементы новизны:

- в теорию (например, рассматривается новое вещество или новый тип химической реакции);
- в методику проведения эксперимента (например, применяется новый план проведения эксперимента, новый тип экспериментального оборудования, создание которого имело элементы научного обоснования).

Элементы конструкции темы диссертации

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

1. **Цель исследования (ЦИ)** – практическая направленность работы.
   Цель исследования – практическая потребность, для удовлетворения которой осуществляется новое решение актуальной научной задачи или проблемы.

2. **Рамки исследования (РИ)** – совокупность допущений и ограничений
   Допущения – предположения, положенные в основу упрощения реального объекта.
   Ограничения – требования к формам представления или пределам изменения варьируемых данных, временные, пространственные, ресурсные и другие границы исследования (ГИ).

3. **Методы исследования (МИ)** и другие.

Примеры формулирования тем диссертаций

ДЛЯ 1 НОМИНАЦИИ КАНДИДАТСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ

(«содержаться решение задачи, имеющей существенное значение для соответствующей отрасли знаний»)

Математические модели эвакуации населения из крупных городов на базе модифицированных сетей Петри в интересах совершенствования её планирования

НР + ПИ + МИ + ГИ + ЦИ

Примеры формулирования тем диссертаций

ДЛЯ 2 НОМИНАЦИИ КАНДИДАТСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ

(«быть изложены научно обоснованные технические, технологические и иные решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны»)

Методика обоснования технологии применения светотехнических лазерных комплексов информирования и оповещения населения при чрезвычайных ситуациях



Примеры формулирования тем диссертаций

ДЛЯ 2 НОМИНАЦИИ КАНДИДАТСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ

(«быть изложены научно обоснованные технические, технологические и иные решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны»)

Если в диссертации не представлен крупный, обладающий внутренней логикой единый научный результат, а внесены определенные изменения, усовершенствования в ряд таких НР, то

Обоснование технологии применения светотехнических лазерных комплексов информирования и оповещения населения при чрезвычайных ситуациях



2. Примерная структура диссертационной работы

Структура диссертационной работы по главам

Глава 1 – Постановка научной задачи по обоснованию…
(далее из темы диссертационной работы)

Что решать и при каких ограничениях?

От состояния вопроса к постановке научной задачи.
Частные вопросы исследования

Глава 2 – Разработка метода решения научной задачи…
(как правило, со словом разработка приводится название диссертационной работы)

Как решать и какова достоверность результатов?

Обоснование методики исследования, состав показателей и критериев, способы их получения, математические модели, средства исследования. Критический анализ методов и методик, оценка точности и устойчивости расчетов, обоснование и проверка достоверности результатов

Структура диссертационной работы по главам

Глава 3 – Проведение исследований по обоснованию…
(далее из темы диссертационной работы)

Что получил и как обосновал?

Включает в себя анализ предмета исследования в широких пределах исходных данных. Изучение закономерностей и эффектов. Построение графических зависимостей. Физический или вычислительный эксперимент. Научно-техническая, технико-экономическая или социально-экономическая оценка результатов. Формулировка выходных результатов

Глава 4 – Предложения по практическому использованию результатов исследований по обоснованию…
(приводится название диссертационной работы)

Что, где и как применять?

«Упаковка» научных результатов для практического использования. Включает в себя обоснование рекомендаций, анализ их новизны и практической ценности. Поиск формы для практической реализации. Технико-экономическая оценка рекомендаций

Примерная структура первой главы

Раздел 1.1

Формулировка существующей **практической проблемы** – расхождение между желаемым и фактическим

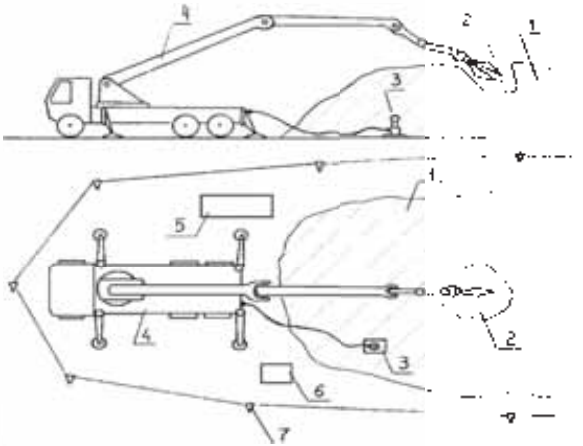
Рассмотрение нормативного, организационного, технического, инженерного и других **путей решения** практической проблемы

Доказательство того, что **никакие пути, кроме научных исследований, не годятся для решения** практической проблемы

Вывод о том, что **необходимо провести анализ научных подходов** к решению практической проблемы ⟶ переход к разделу 1.2

Примерная структура первой главы

Обоснование требований к универсальной машине разборки завалов (УМРЗ)



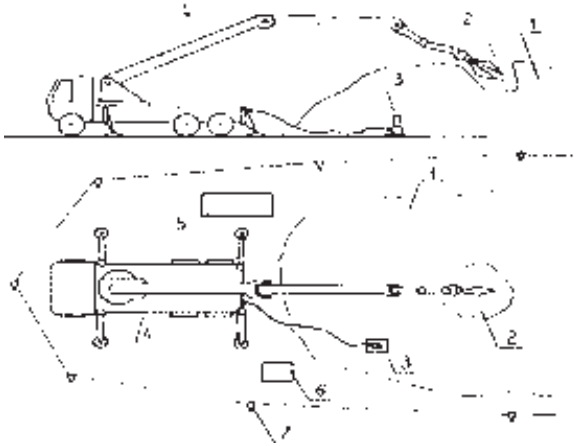
Раздел 1.1

Логика изложения:

- землетрясения имеют тяжелые последствия, связанные, в том числе, с нахождением пострадавших в завалах;
- АСР включают множество технологических операций – резка арматуры, дробление обломков, подъем и смещение обломков и т.п.;
- это требует применение комплексов ТС – ГАСИ, автокранов, мотобетоноломов, бульдозеров и др.;
- в начальный период не хватает ТС и очень ограничена территория для применения комплексов ТС;
- нужно создавать и применять многофункциональные (универсальные) ТС (мало места, много функций);

Примерная структура первой главы

Обоснование ТТТ к УМРЗ



Раздел 1.1

Логика изложения (продолжение):

- важнейший этап создания ТС – обоснование тактико-технических требований;
- большинство ТТТ может быть задано из ГОСТов (по надежности, живучести, эргономичности, унификации и т.п.);
- важнейшими требованиями, определяющими уникальный облик УМРЗ, являются требования по назначению и конструктивные требования;
- требования по назначению и конструктивные требования не задаются ГОСТ;
- требуется проведение соответствующих исследований;
- необходимо проанализировать ранее проведенные исследования в области обоснования требований по назначению и конструктивных требований.

Примерная структура первой главы

Примерное название **Раздела 1.1:**

А) **Анализ возможностей по …** далее – предмет исследования, например, *информированию и оповещению населения, проживающего вблизи потенциально опасных объектов*

- новый способ, прием, технология
- новое техническое средство, порядок его применения
- новая тактика действий, порядок проведения мероприятий

Больше походит для «процессных» результатов (развитие в пространстве и во времени)

Б) **Анализ факторов, влияющих на** … далее – предмет исследования, например, *обоснование мероприятий по приспособлению объектов подземного пространства городов в интересах защиты населения от чрезвычайных ситуаций*

- методики обоснования, оценки, анализа, измерения
- методы принятия решений

Больше подходит для «статичных» результатов. Анализируются те факторы, которые влияют на результат обоснования, оценки, анализа и т.п.

Примерная структура первой главы

Примерное название **Раздела 1.2**:

А) **Анализ состояния вопроса исследований в области…**

Б) **Анализ выполненных работ в области…**
далее – предмет исследования

Анализ в ранее выполненных работах:

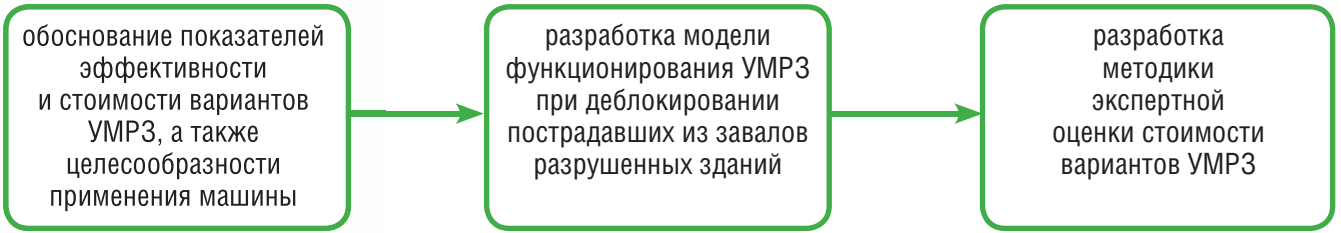
- тех вопросов, которые берутся в готовом виде. Нужно сказать, почему для решения задачи не нужно выдумывать новое.
- тех вопросов, в которые вносятся изменения, дополнения, усовершенствования или которые требуют полного обновления. Очень важно сказать – почему не удовлетворяют старые результаты!

Во всех случаях эти вопросы анализируются с точки зрения практической, и, в особенности, научной **НОВИЗНЫ**.

Примерная структура первой главы

Раздел 1.2

Замысел обоснования ТТТ к УМРЗ



НУЖЕН АНАЛИЗ

Показателей:
- эффективности АСДНР
- стоимости создания техники
- технико-экономической оценки

Моделей спасательных работ:
- учет способов
- учет операций (последовательность, условия выбора и т.п.)

Моделей завалов разрушенных зданий:
- параметры завалов;
- состояние пострадавших

Методов и методик прогнозирования стоимости новой техники, расчета стоимости существующей техники

Примерная структура первой главы

Раздел 1.3. Формулировка научной задачи по …далее – предмет исследования… и методический замысел ее решения.

- краткие выводы о наличии «узких мест» в решении вопросов (разница между тем, что требуется и тем, что решено)
- словесная формулировка научной задачи
- основные этапы ее решения (блок-схема). Краткая характеристика каждого этапа (исходная информация, какие вопросы решаются, идея их решения, выходная информация).

ФОРМУЛИРОВКА НАУЧНОЙ ЗАДАЧИ

НАУЧНАЯ ЗАДАЧА = **АНАЛИТИЧЕСКАЯ ОСНОВА РЕШЕНИЯ** + **ТЕМА ДИССЕРТАЦИИ**

НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА…

того, что не сделали или неприемлемо сделали другие исследователи (в этом и будет заключаться новизна)

(напр., на основе анализа характера обстановки на завалах разрушенных зданий и содержания технологического процесса деблокирования пострадавших из завала разработать…)

Схема решения научной задачи



Примерная структура второй главы

Глава 2 – Разработка … далее - *название диссертационной работы*

Показатели (эффективности, стоимости, затрат, риска, ущерба)

Методы (модели, методики, аппарат) **оценки** этих **показателей**

Методы (методики, процедуры, аппарат) **свёртки** этих **показателей**

Процедуры оценки достоверности разработанных **методов**

(без этого – всё новое, что создано, применять **НЕЛЬЗЯ**!
Это «клинические испытания» разработанных методов)



Примерная структура второй главы

ПОКАЗАТЕЛИ (ЭФФЕКТИВНОСТИ, СТОИМОСТИ, ЗАТРАТ, РИСКА, УЩЕРБА)

Требования к единичному показателю:

- **Представительность** (должен соответствовать смыслу (существу) поставленной задачи)
- **Полнота** (должен учитывать все существенные для решения поставленной задачи военно-технические, социально-экономические и другие факторы)
- **Критичность** (должен быть чувствительным к переменным параметрам задачи)
- **Вычислимость** (значения должны достаточно просто вычисляться за счёт, например, представления показателя относительно простым аналитическим выражением)
- **Содержательность** (должен иметь физический смысл, что упрощает анализ и интерпретацию полученных результатов и формулировку рекомендаций)

Примерная структура второй главы

ПОКАЗАТЕЛИ (ЭФФЕКТИВНОСТИ, СТОИМОСТИ, ЗАТРАТ, РИСКА, УЩЕРБА)

Требования к комплексу показателей:

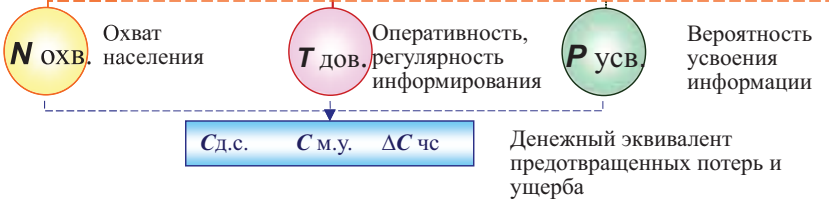
- **Соответствие** (должен соответствовать смыслу поставленной задачи)
- **Полнота** (каждый исход четко характеризуется совокупностью соответствующих значений показателей. Введение дополнительных показателей не должно приводить к изменению решения задач)
- **Минимальность** (должен содержать как можно меньшее число показателей, различные показатели не должны характеризовать одно и то же свойство исходов)
- **Операциональность** (каждый показатель должен иметь понятную формулировку, однозначный и ясный смысл, характеризовать вполне определенное свойство исходов)
- **Измеримость** (каждый показатель должен допускать получение оценки интенсивности характеризуемого им свойства)
- **Декомпозируемость** (показатели нижнего уровня иерархии должны объединяться в показатели более высокого уровня с учетом дополнительных свойств, характеризующих этот уровень)

Примерная структура второй главы

ПОКАЗАТЕЛИ (ЭФФЕКТИВНОСТИ, СТОИМОСТИ, ЗАТРАТ, РИСКА, УЩЕРБА)

- Для организационно-технических, информационных систем – необходимо привести комплекс показателей

Уровни иерархии ОКСИОН	*Функции ОКСИОН*											
	Оповещение населения			**Информирование населения**			**Подготовка населения**			**Мониторинг обстановки**		
Коллективные терминальные комплексы (ТК)	$V_{мтк}$ $T_{тк\text{-}миц}$	$P_{у.и.}$	D		$P_{у.и.}$	D		$P_{у.и.}$	D		$n_{рхо.}$ $n_{метео.}$	D
Региональный	$T_{риц\text{-}мриц}$ $T_{риц\text{-}рцукс}$	$k_{эф}^{опов}$	$n_{мтк}$ $\Sigma n_{стк}$ $N_{охв.сот.}$	$T_{риц\text{-}мриц}$ $T_{риц\text{-}рцукс}$	$k_{эф}^{инф}$	$n_{мтк}$ $\Sigma n_{стк}$ $N_{охв.сот.}$	$\varepsilon_{риц\text{-}мриц}$	$k_{эф}^{подг}$	$n_{мтк}$ $\Sigma n_{стк}$ $N_{охв.сот.}$	$T_{мриц\text{-}риц}$ $T_{рцукс\text{-}риц}$	$k_{эф}^{набл.}$	$n_{мтк}$ $\Sigma n_{стк}$ $n_{иден.}$
Федеральный	$T_{фиц\text{-}нцукс}$ $T_{фиц\text{-}фоив}$ $T_{фиц\text{-}аиус}$		$N_{д.с.}$	$T_{фиц\text{-}нцукс}$ $T_{фиц\text{-}фоив}$ $T_{фиц\text{-}аиус}$		$N_{д.с.}$	$\varepsilon_{фиц\text{-}фоив}$		$N_{д.с.}$	$T_{фиц\text{-}нцукс}$ $T_{фиц\text{-}фоив}$		$\Sigma\Sigma n_{иден.}$ $N_{д.с.}$



- Для технических средств, технологий – можно привести несколько показателей (возможно - один)

Примерная структура второй главы

ПОКАЗАТЕЛЬ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Эффективность – мера достижения цели (степень соответствия желаемого и достигнутого).

Например, цель: *спасти максимальное количество пострадавших в завалах.*

Показатель эффективности:

- измеритель меры достижения цели
- количественная оценка эффективности
- степень приспособленности системы к выполнению поставленных перед ней задач
- математический эквивалент меры достижения цели

отношение - (a_1 / a_2)

расстояние - $(a_2 - a_1)$

отношение расстояний $\frac{a - a_{min}}{a_{max} - a_{min}}$

Например, *доля спасенных людей:* $\frac{N_0}{N_{общ}}$ $\frac{\textit{количество спасенных людей в завале}}{\textit{общее количество живых людей в завале после разрушения здания}}$

Критерий эффективности: $\frac{N_0}{N_{общ}} \rightarrow 1$

математический эквивалент цели

оптимальное, предельное значение показателя эффективности

отношение $\rightarrow 1$

расстояние $\rightarrow 0$

отношение расстояний $\rightarrow 1$

Примерная структура второй главы

ПОКАЗАТЕЛЬ ЭФФЕКТИВНОСТИ – W

Детерминированные условия

Диапазон изменения W - мал





W – линейная зависимость

$$\frac{W_1}{W_2}$$

$$W_2 - W_1$$

Вероятностные условия

Диапазон изменения W - велик



W – нелинейная зависимость



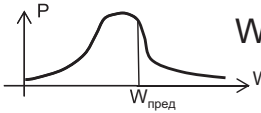
MO(W)

для многоразовых решений (массовых явлений)

$$\mathrm{MO}(W) - k \cdot \sigma_w$$

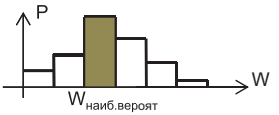
для редких решений, k – осторожность,

σ_w – среднеквадратическое отклонение



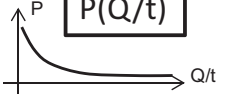
$W_{пред}$

$W=W_{пред}$ при $P \le 0{,}75$



$W_{наиб.вероят}$

Вероятность выполнения объема Q за время t –



P(Q/t)

Неопределенные условия

«природа»

нет статистики на данный момент

- Известны вероятности

$$\mathrm{MO}(W) = \sum P \cdot W$$

- Всё равновероятно (критерий Лапласа)
- Крайний пессимизм (лучший в наихудших условиях)
- Критерий Сэйвиджа (для смягчения крайнего пессимизма)
- Критерий Гурвица (от степени оптимизма)

«разум»

нет статистики в принципе

Показатели из теории игр

Примерная структура второй главы

НЕОПРЕДЕЛЕННЫЕ УСЛОВИЯ («ПРИРОДА»): нет статистики на данный момент

вероятная обстановка (например, варианты погоды)

варианты действий

	A_1	A_2	...	A_j	...	A_J
a_1	K_{11}	K_{12}	...	K_{1j}	...	K_{1J}
a_2	K_{21}	K_{22}	...	K_{2j}	...	K_{2J}
...	...	...	...	...	...	...
a_i	K_{i1}	K_{i2}	...	K_{ij}	...	K_{iJ}
...	...	...	...	...	...	...
a_I	K_{I1}	K_{I2}	...	K_{Ij}	...	K_{IJ}

K_{ij} – выигрыш при ***i***-том варианте действий для ***j***-той вероятной обстановки

1. Критерий Лапласа: A_j – равновероятны. Вычисляем сумму выигрышей в по каждой строке и выбираем такое значение a_i, для которого сумма максимальна

2. Критерий Вальда: крайнего пессимизма (всегда рассчитывать на худшее). Определяем вариант действия, при котором минимальный выигрыш максимален: $\max_j(\min_i K_{ij})$ (из каждой строки минимальный выигрыш, в получившемся столбце максимальный выигрыш)

Примерная структура второй главы

НЕОПРЕДЕЛЕННЫЕ УСЛОВИЯ («ПРИРОДА»): нет статистики на данный момент

3. **Критерий Сэвиджа**: сожаление между выбором действительным и наиболее благоприятным

$$\overline{K_i} = \min_i (K_{ij} - K_{ij_{\max}})$$

(по строкам от каждого значения выигрыша отнимаем максимальное значение выигрыша и выбираем строку, в которой эта разность минимальна)

4. **Критерий Гурвица**: пессимизма - оптимизма

$$\overline{K_i} = \max_i \left\{ \mu K_{ij_{\max}} + (1-\mu) K_{ij_{\min}} \right\}$$

$K_{ij\ max}$ и $K_{ij\ min}$ – максимальные и минимальные значения K в i-той строке; $\mu \in [0;1]$

$\mu=1$ – крайний оптимизм, $\mu=0$ – крайний пессимизм

5. **Субъективная оценка математического ожидания выигрыша**

$$\overline{K_i} = \alpha \frac{\sum_{j=1}^{J} P}{m_i} + \beta \frac{\sum_{j=1}^{J} M}{p_i} + \gamma \frac{\sum_{j=1}^{J} S}{n_i}$$

Для каждого варианта обстановки подсчитываем суммы максимальных (***S***), минимальных (***P***) и средних (***M***) выигрышей и их количества – ***m***, ***n*** и ***p***. Определяются из логических соображений субъективные вероятности получить максимальные (***α***), минимальные (***β***) и средние (***γ***) выигрыши. ***α+β+γ=1***

Примерная структура второй главы

ПРИМЕР ОБОСНОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ АСР ПРИ ДТП

время выполнения АСР	нет	применение данного показателя может привести к неверным решениям – работы будут выполняться быстро, но при этом можно ухудшить состояние пострадавшего. Например, извлечь пострадавшего с травмой позвоночника без дополнительной разборки автомобиля («быстро вытащить»)
темп извлечения пострадавших (среднее время извлечения одного пострадавшего)	нет	в ходе АСР при ДТП среднее время извлечения пострадавших из транспортных средств будет существенно отличаться в зависимости от очередности извлечения (для первого разбирается автомобиль, для второго он уже разобран)
относительное количество людей, извлеченных живыми	да	$K_{osn} = \frac{N}{N_0}$ количество спасенных / количество живых после аварии

Примерная структура второй главы

МЕТОДЫ (МОДЕЛИ, МЕТОДИКИ, АППАРАТ) ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

- Предпосылки - исходные положения, которые составляют основу метода

Обстановка на объекте работ в зоне разрушения определяется параметрами завалов, а также количеством пострадавших и структурой медицинских потерь в завалах

- Допущения – предположения, положенные в основу упрощения объекта, процесса, явления

Пострадавшие распределяются в завале равномерно

Не вводя это допущение, нужно:
прогнозировать местонахождение людей в здании до обрушения;
рассчитывать характер разрушающих воздействий на все элементы здания;
оценивать параметры разрушения всех элементов здания;
рассчитывать траектории падения, перемещения обломков строительных конструкций здания;
рассчитывать траектории падения, перемещения людей с учетом перемещения обломков.

Примерная структура второй главы

МЕТОДЫ (МОДЕЛИ, МЕТОДИКИ, АППАРАТ) ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

- Допущение – *пострадавшие распределяются в завале равномерно*

Вводя это допущение, получаем:

возможное количество пострадавших в различных слоях завала зависит от объема слоев:

$$\frac{N_l}{N_m} = \frac{V_l}{V_m}$$

Т.е. моделируя процесс применения УМРЗ в завалах можно **просто** оперировать средними объемами завала на одного пострадавшего.

Но при этом **ничего нельзя будет сказать** о тактике устройства лаза в завале! – направление движения, места крепления обломков и т.п.

- Ограничения – требования к форме представления или пределам изменения варьируемых данных,

*Рассматриваются завалы разрушенных зданий **панельного** типа*

Примерная структура второй главы

МЕТОДЫ (МОДЕЛИ, МЕТОДИКИ, АППАРАТ) ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

- Схемы, алгоритмы, блок-схемы, поясняющие процедуру в основе метода

Розыгрыш события, заключающегося в попадании в зоне действия рабочего органа УМРЗ элемента завала типа i и массы (объема) j – P_{ij}.

Для завала в целом $\sum_{i=1}^{6}\sum_{j=1}^{4} P_{ij} = 1$

↓

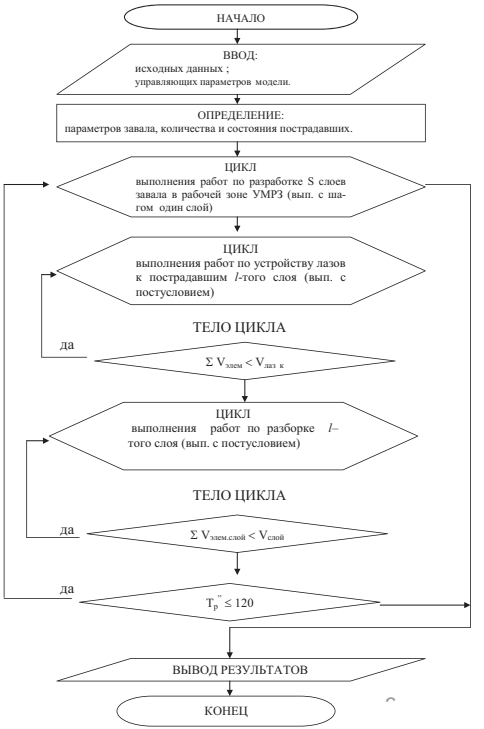
Розыгрыш типа основной операции из множества допустимых (выполняемых с элементом завала типа i и массы (объема) j

↓

Определение типов обеспечивающих операций

↓

Определение времени обработки элементов завала типа i и массы (объема) j



Примерная структура второй главы

МЕТОДЫ (МЕТОДИКИ, ПРОЦЕДУРЫ, АППАРАТ) СВЁРТКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Средства информирования и оповещения

Раньше отдельно
2-а показателя →

$N_{охв}$ – количество людей, охваченных оповещением и информированием
$T_{дов}$ - время доведения информации

Затем отдельно
3-и показателя →

$N_{охв}$ – количество людей, охваченных оповещением и информированием
$T_{дов}$ - время доведения информации
$P_{усв}$ - вероятность усвоения информации

В итоге свертка
из 3-х показателей →

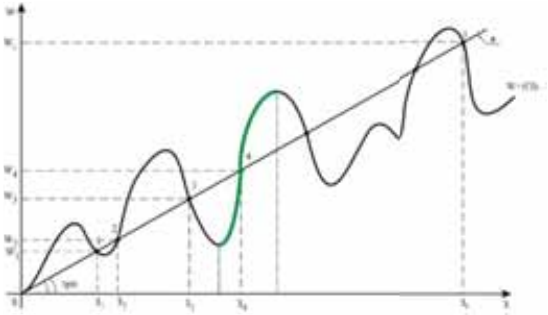
$$W = \frac{N_{охв}}{T_{дов}} \cdot P_{усв}$$

вероятный темп оповещения (информирования) населения

Примерная структура второй главы

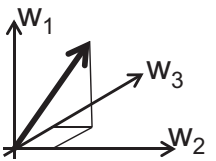
МЕТОДЫ (МЕТОДИКИ, ПРОЦЕДУРЫ, АППАРАТ) СВЁРТКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

1. «Здравие / упокой» $\frac{W}{C}$ ← всё, что нужно увеличить, например, эффективность
← всё, что нужно уменьшить, например, стоимость



W – эффективность
З – затраты
W = f(З) – функция эффективности от затрат
а – секущая
tg α - тангенс угла наклона ***а*** к оси ***З***, равный отношению $\frac{W}{З}$

2. «Нормы векторов» $\sqrt{\left(\sum_i \alpha_i \cdot W_i\right)^2}$



Вектор обобщенного показателя в пространстве частных показателей

3. «Взвешенные суммы» $\sum_i \alpha_i \cdot W_i$ α_i – вес ***i***-того показателя

4. «Гермейера» $\min_i w_i \cdot \alpha_i$
(пессимизм, гарантия)

5. «Мультипликативный» $\prod_i w_i^{\alpha_i}$
Применяется, когда принципиально наличие ненулевых значений у всех критериев

Примерная структура второй главы

МЕТОДЫ (МЕТОДИКИ, ПРОЦЕДУРЫ, АППАРАТ) СВЁРТКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

6. «Иерархии критериев» - важность (вес) составного критерия пропорциональна количеству входящих в него простых критериев (О.И. Ларичев)

Недостатки методов свёртки с весами

- ❑ недостатки по одному показателю можно компенсировать достоинствами по другому
- ❑ веса, как правило, зависят от конкретных значений показателей для сравниваемых альтернатив

Пример:

- ➢ семьей из 4 человек сравниваются два автомобиля А1 и А2 по трем показателям – максимальная скорость П1, расход топлива на 100 км П2 и вместимость П3
- ➢ наверное, для данной семьи веса показателей могут быть следующими – α(П1)=0,2 (зачем нужна большая скорость с ограничением на большинстве дорог 90 км/ч); α(П2)=0,7 (важно для малобюджетной семьи); α(П3)=0,1 (вместимость, как правило, 5 человек)
- ➢ значения показателей для А1и А2 показаны в табл.
- ➢ с учётом этих значений видно, что при близких значениях расхода топлива П2 уже не так важен (разница всего на 0,1), зато важна скорость П1 (т.к. планируется строительство дорог с ограничением до 140 км/ч), а также вместимость (на пятое место можно посадить кошку)

	П1	П2	П3
А1	158	7,7	5
А2	120	7,8	4

- ➢ в этой связи веса могут быть другими, например: α(П1)=0,4; α(П1)=0,2; α(П1)=0,4.

Примерная структура второй главы

МЕТОДЫ (МЕТОДИКИ, ПРОЦЕДУРЫ, АППАРАТ) СВЁРТКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

7. «Перевод в ограничения» $W \rightarrow \max$ при $C_{огр}$ → $W_{max} = W_{огр}$ при $C \rightarrow \min$

8. «Лексикографический»

а) Исходная задача линейного программирования с двумя «конфликтующими» целевыми функциями

$$E_{ин} \cdot t_{ин} + E_{оп} \cdot t_{оп} + E_{под} \cdot t_{под} + E_{мон} \cdot t_{мон} - t_{рекл} \rightarrow \max \qquad t_{ин} - \phi \cdot t_{оп} = 0$$

$$-c_{ин} \cdot t_{ин} - c_{оп} \cdot t_{оп} - t_{под} \cdot c_{под} - c_{мон} \cdot t_{мон} + c_{рекл} \cdot t_{рекл} \rightarrow \max \qquad t_{ин}, t_{оп}, t_{под}, t_{мон}, t_{рекл} > 0$$

$$t_{ин} + t_{оп} + t_{под} + t_{рекл} \le 24 \qquad t_{мон} \le 24 \qquad t_{подг} > T_{мин}$$

б) Решение задачи линейного программирования для одной целевой функции (более важной)

$$E_{ИТТ}^{инф} \cdot t_{инф} + E_{ИТТ}^{опов} \cdot t_{опов} + E_{ИТТ}^{подг} \cdot t_{подг} + E_{ИТТ}^{монит} \cdot t_{монит} - t_{рекл} \rightarrow \max$$

в) Решение задачи линейного программирования для второй целевой функции с ограничением на первую целевую функцию

$$-c_{инф} \cdot t_{инф} - c_{опов} \cdot t_{опов} - c_{подг} \cdot t_{подг} - c_{монит} \cdot t_{монит} + c_{рекл} \cdot t_{рекл} \rightarrow \max$$

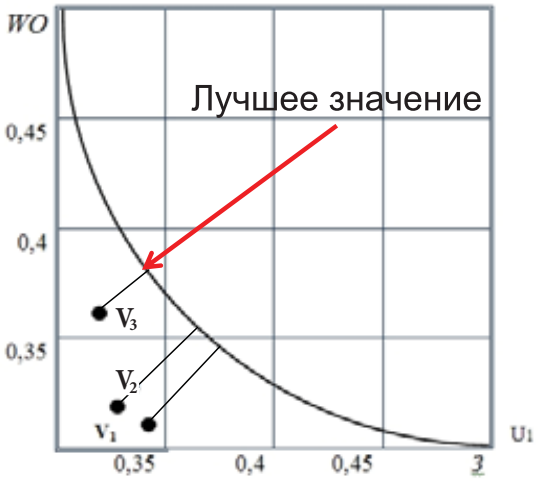
$$E_{ИТТ}^{инф} \cdot t_{инф} + E_{ИТТ}^{опов} \cdot t_{опов} + E_{ИТТ}^{подг} \cdot t_{подг} + E_{ИТТ}^{монит} \cdot t_{монит} - t_{рекл} \ge E$$

Примерная структура второй главы

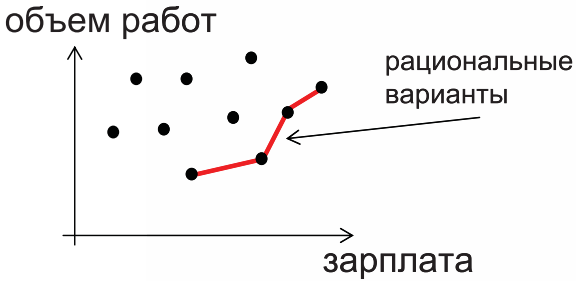
МЕТОДЫ (МЕТОДИКИ, ПРОЦЕДУРЫ, АППАРАТ) СВЁРТКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

9. «Кривые безразличия»

WO	0,15	0,20	0,36	?
З	0,30	0,25	0,20	



10. «Парето-оптимизация»

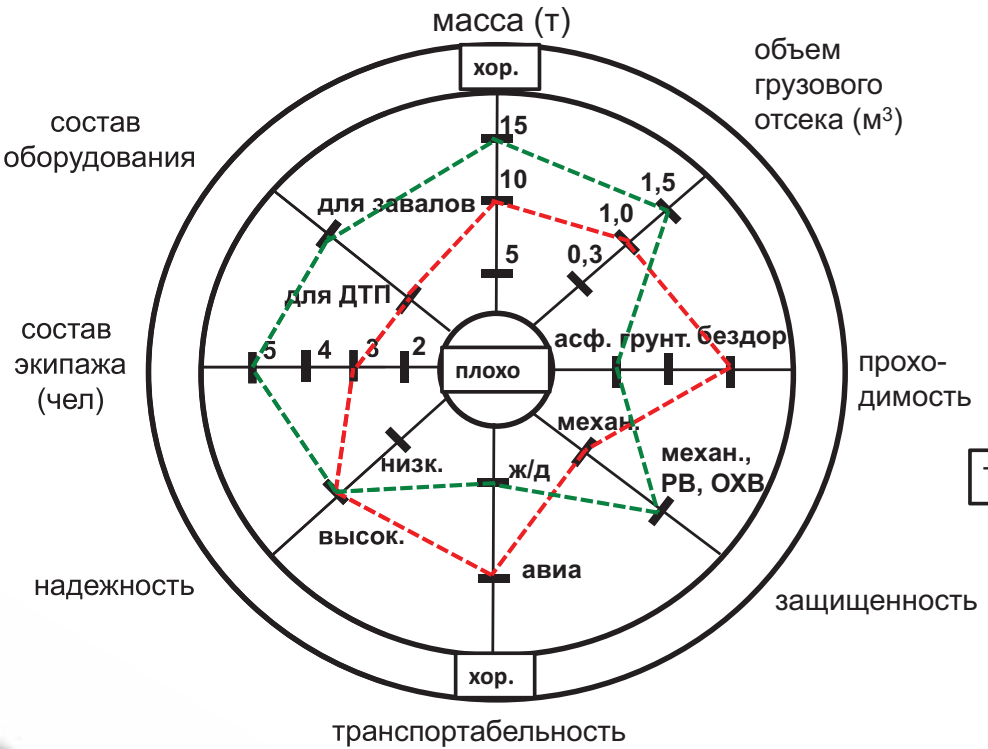


- оптимальный по Парето – вариант, который является лучшим среди других вариантов хотя бы по одному показателю и не худшим по остальным
- решение Парето-оптимально, если значение любого из показателей можно улучшить лишь за счет ухудшения других

Примерная структура второй главы

МЕТОДЫ (МЕТОДИКИ, ПРОЦЕДУРЫ, АППАРАТ) СВЁРТКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

11. «Полярные координаты»



Выбор АСМ:
тип 1 ------
тип 2 ------

$S_{тип\ 2} > S_{тип\ 1}$

где S – площадь многоугольника

⇓

Тип 2 лучше Тип 1

Примерная структура второй главы

МЕТОДЫ (МЕТОДИКИ, ПРОЦЕДУРЫ, АППАРАТ) СВЁРТКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

12. «Квадратичного штрафа отклонений от наилучшего значения» (чем меньше значение штрафа, тем лучше) (О.И. Ларичев)

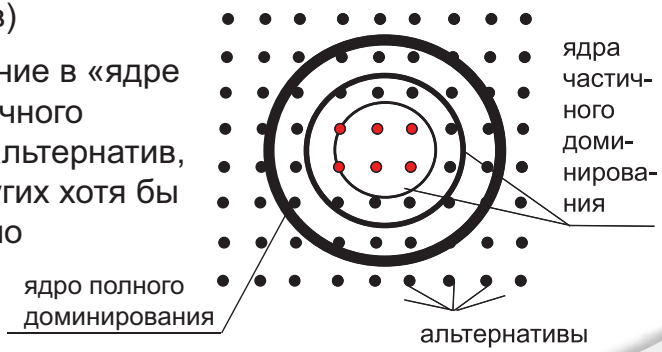
$$\sum_{i=1}^{N}\left[\frac{W_i - W_i^*}{W_i^*}\right]^2$$

W_i – оценка эффективности альтернативы по ***i***-тому критерию
W_i^* – наилучшая (по всем альтернативам) оценка эффективности по ***i***-тому критерию

13. «Порогов несравнимости» (Б.Руа) (для большого количества альтернатив и критериев сравнения)

I этап – Парето-оптимизация альтернатив – выбор множества альтернатив, которые являются лучшими среди других хотя бы по одному показателю и не худшими по **всем** остальным, т.е. установления «ядра полного доминирования» (множество несравнимых альтернатив)

II этап – последовательное установление в «ядре полного доминирования» «ядер частичного доминирования» - выбор множества альтернатив, которые являются лучшими среди других хотя бы по одному показателю и не худшими по **некоторым** остальным



Примерная структура второй главы

МЕТОДЫ (МЕТОДИКИ, ПРОЦЕДУРЫ, АППАРАТ) СВЁРТКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

14. «Классический»

При заданном объеме финансирования, выделяемого на развитие системы, можно определить максимальный выигрыш

$$З_{общ_i} \le З_{зад} \qquad W_{выиг} \to \max, \quad s \in S$$

Наилучшие свойства при заданной стоимости

При заданных размерах выигрыша от функционирования системы можно определить минимальные затраты необходимые для достижения заданного размера выигрыша

$$W_{выиг_i} \ge W_{зад} \qquad З_{общ} \to \min, \quad s \in S$$

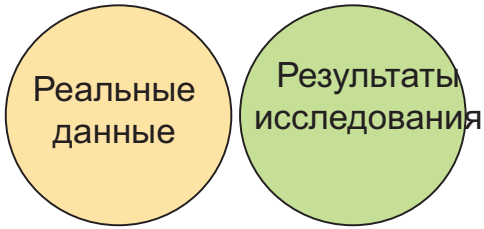
Заданные свойства при наименьшей стоимости

15. Другие – см.:

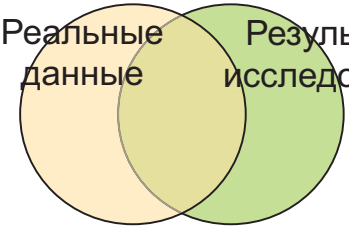
О.И. Ларичев. Наука и искусство принятия решений. М.: Наука, 1979.
Подиновский В.В., Ногин В.Д. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач. М: Наука, 1982.

Примерная структура второй главы

ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНКИ ДОСТОВЕРНОСТИ РАЗРАБОТАННЫХ МЕТОДОВ



Несовпадение – результаты использовать **нельзя**!



Частичное совпадение – результаты использовать можно



Полное совпадение **–** результаты использовать **не имеет смысла**, т.к. модель (метод) не дает ничего нового по сравнению с реальностью

Подойдут все статистические процедуры, позволяющие оценить близость двух рядов чисел:

- для действительных чисел, нормального закона – критерии Стьюдента, коэффициенты корреляции и т.п.
- для целых чисел, рангов, баллов – коэффициенты парной ранговой корреляции, конкордации, медианы Кемени, Кондорсе и т.п.
- для любых чисел, непараметрических распределений – критерии Вилкоксона, Манна и т.п.

Примерная структура второй главы

ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНКИ ДОСТОВЕРНОСТИ РАЗРАБОТАННЫХ МЕТОДОВ

Для оценки достоверности, кроме статистических, могут применяться эвристические процедуры, например, тест Тьюринга:

- экспертов просят проанализировать выборочные совокупности реальных данных и результатов исследования
- эксперты заранее не знают, какие совокупности относятся к реальным данным и результатам исследования
- если эксперты находят различия между этими совокупностями, то методы, на основе которых получены результаты исследования, нуждаются в доработке

Достоверность разработанного метода для технических наук должна оцениваться количественно. Для 2-х значений – хотя бы процент расхождения!

№ п/п, источник данных	Сравниваемый параметр	Среднее значение параметра		Расхождение
		в модели	в процессе	
1, /59/	Производительность при разборке завала ж/б промышленного здания , $м^3$/час	25,3	28,3	11%
2, /59/	Производительность при разборке завала кирпичного жилого здания, $м^3$/час	16,7	13,1	22%
3, /65/	Производительность при деблокировании пострадавших из завала ж/б промышленного здания, $м^3$/час	20,3	21,8	7%

Примерная структура третьей главы

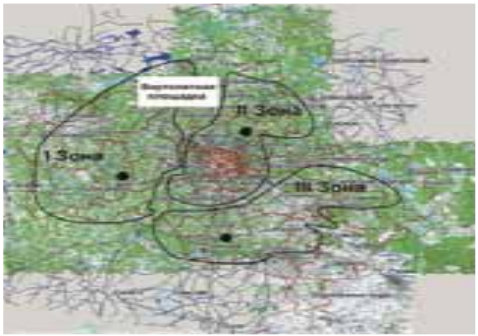
Глава 3 – Проведение исследований по обоснованию…(далее из темы диссертационной работы)

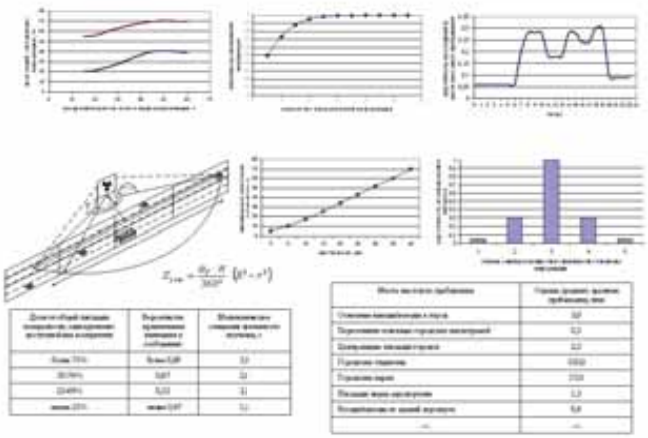
Исходные положения, принятые при проведении исследований

- для задания наиболее «тяжелых» условий для функционирования УМРЗ было принято:

время разрушения жилых зданий с $1^{\underline{00}}$ до $6^{\underline{00}}$, промышленных – с $10^{\underline{00}}$ до $13^{\underline{00}}$. В это время суток в указанных зданиях находится максимальное количество людей;

Применение всего того, что было отражено во 2-ой главе (и свое и чужое)



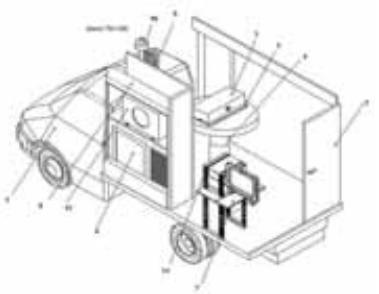


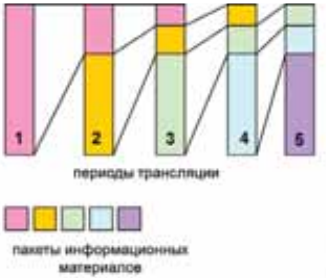
Примерная структура четвертой главы

Глава 4 – Предложения по практическому использованию результатов исследований по обоснованию… (приводится название диссертационной работы)

Оформление результатов для непосредственного практического использования:

- предложения по тактико-техническим требованиям к УМРЗ
- рекомендации в методику проведения испытаний опытного образца УМРЗ
- предложения в нормативно-технологическую документацию по ведению АСДНР с применением УМРЗ в условиях разрушений
- другое





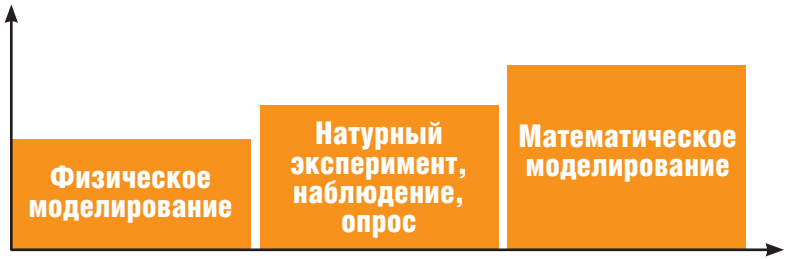
Тип места массового пребывания	Тип и продолжительность трансляции материалов
Тип 1 (входы в метрополитен и др.)	Электронные плакаты, текстовые сообщения, до 15 с
Тип 2 (площади перед вокзалами и др.)	Электронные плакаты, тестовые сообщения, до 40 с Видеороники, до 15 с
Тип 3 (стадионы, пляжи и др.)	Электронные плакаты, тестовые сообщения, до 40 с Видеороники, до 15 с Видеофильмы, до 30 мин
…	…

3. Краткий обзор современных методов научных исследований

(применительно к техническим наукам и специальностям «Безопасность в ЧС» и «Гражданская оборона. Местная оборона»)

Посылки к рассмотрению современных методов

1. Рассматриваются методы, которые применимы к количественному обоснованию решений, системному анализу*)



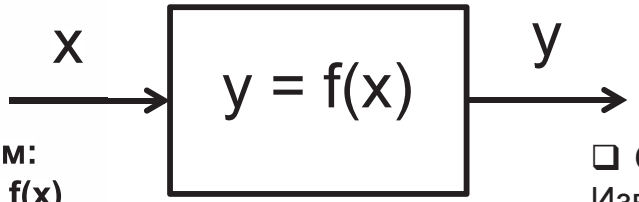
2. Рассмотрение методов предусматривает только постановочное ознакомление и не предполагает глубокое изучение особенностей их применения
3. Превалирует рассмотрение методов, которые позволяют получать нетривиальные (неочевидные) результаты путем глубоких размышлений и при минимуме математического аппарата

---

* Системный анализ – дисциплина, занимающаяся проблемами принятия решений в условиях, когда выбор альтернативы требует анализа сложной информации различной физической природы (Н.Н. Моисеев)

Посылки к рассмотрению современных методов

4. Математический аппарат гарантирует только то, что полученные выводы являются прямым следствием принятых предположений («помойка на входе – помойка на выходе»)
5. Бум развития методов – 50-60 гг. XX века. Новое практически не появляется, углубляется существующее
6. Сегодня методы проще использовать, чем в недавнем прошлом, т.к. есть многочисленные пакеты программного обеспечения. Но нужно понимать суть метода
7. Типы задач, для решения которых применяют методы:



❑ **Анализ систем:**
Известны **x** и **y = f(x)**
Найти **y**

❑ **Идентификация систем:**
Известны **x** и **y**
Найти **y = f(x)**

❑ **Синтез систем:**
Известны **y = f(x)** и **y**
Найти **x**

Посылки к рассмотрению современных методов

8. Т.к. методы количественного обоснования решений уже разработаны и маловероятно, что мы разработаем что-то принципиально новое в этой области, то возникает вопрос – как получить новизну?

Нужно не задачу диссертации изменять под метод, а метод дорабатывать, усовершенствовать, изменять под задачу и проверять достоверность и обоснованность таких изменений. **Задача – const, метод – вариативен!**



Посылки к рассмотрению современных методов

9. Существует множество методов принятия решений, дающих противоречивые результаты для одних и тех же данных. Как оценить эти методы?

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ МЕТОДОВ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ (по Саати Т.)

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ	ПРИКЛАДНЫЕ
❑ реалистичность предположений о достоверности результатов	❑ интуитивная привлекательность
❑ возможность структурного обобщения	❑ применимость к осязаемым и неосязаемым факторам
❑ возможность математического обобщения	❑ простота и доступность для непосвященных
❑ значимая шкала	❑ отсутствие эффекта чёрного ящика
❑ отсутствие парадоксов	❑ универсальность
❑ способность учитывать зависимости между элементами проблемы	❑ возможность постепенного и решительного пересмотра суждений
❑ возможность прогнозирования изменений факторов, влияющих на решения	❑ дружественное представление результатов
❑ точность выражения экспертных предпочтений	❑ возможность поддержки групповых процессов принятия решений

Классификация современных методов

1. Методы распределения

	Завал жилого кирпичного 5-этажного дома	Завал жилого 14-этажного панельного дома	Завал промышленного здания
Спасательное формирование №1	Возможно спасти 15 пострадавших	Возможно спасти 54 пострадавших	Возможно спасти 43 пострадавших
Спасательное формирование №2	Возможно спасти 10 пострадавших	Возможно спасти 115 пострадавших	Возможно спасти 72 пострадавших

Распределить формирования по объектам работ так, чтобы спасти **максимальное** количество пострадавших или **минимизировать** затраты на спасение пострадавших

Классификация современных методов

2. Методы управления запасами

Дано:

- В зоне радиоактивного загрязнения респираторы для ликвидаторов заменяются с интенсивностью 100 штук в день.
- Служба тыла заказывает респираторы с определенной периодичностью.
- Стоимость размещения конкурсного заказа на приобретение респираторов составляет 3000 руб.
- Стоимость хранения респиратора на складе 5 руб. в день.
- Срок выполнения заказа 10 дней.

Соображения: если часто заказывать большими партиями – то будут большие складские издержки, если редко и маленькими партиями – возникнет дефицит респираторов.

Найти: **рациональную** стратегию заказа респираторов.

Необходимо **минимизировать** суммарные затраты на **бесперебойное** обеспечение ликвидаторов респираторами.

Классификация современных методов

3. Методы замены

Дано:
- спасательное формирование обслуживает сеть автодорог в целях ликвидации последствий ДТП
- используется 5 комплектов ГАСИ с разными сроками эксплуатации

Соображения: если часто менять комплекты ГАСИ, то резко возрастут затраты на содержание спасательного формирования, а если редко менять – то возрастет вероятность отказа ГАСИ в момент выполнения АСР и гибели пострадавшего из-за несвоевременного оказания ему помощи.

Найти: рациональную стратегию замены ГАСИ.

Необходимо минимизировать затраты на содержание спасательного формирования при условии соблюдения заданных сроков наработки на отказ
или
минимизировать вероятность отказа ГАСИ при условии не превышения уровня затрат на содержание спасательного формирования

Пояснения по существу методов

Цель применения методов – найти **рациональное** решение (стратегию, систему мероприятий, структуру подразделений)

- Решение рационально тогда, когда оценивается с разных позиций, с разных точек зрения, с применением разных критериев. Т.е. **рациональное – это многокритериальное**

Пример: необходимо выбрать такое оснащение спасательного формирования, при котором его эффективность будет максимальной. Эта задача не имеет корректного решения, т.к. нет никаких других критериев (ограничений). В этом случае можно выбрать ГАСИ с «алмазными режущими кромками», «золотые каски спасателей», чтобы их было видно с воздуха в солнечную погоду и т.п.

Корректно:

Необходимо выбрать такое оснащение, при котором затраты не будут превышать заданного уровня, а эффективность будет максимальной.

$$\begin{cases} W_{выиг_i} \to \max \\ s \in S \\ З_{общ_i} \le З_{зад} \end{cases}$$

$$\begin{cases} З_{общ_i} \to \min \\ s \in S \\ W_{выиг_i} \ge W_{зад} \end{cases}$$

Необходимо выбрать такое оснащение, при котором затраты будут минимальными, а эффективность не ниже заданной.

Пояснения по существу методов

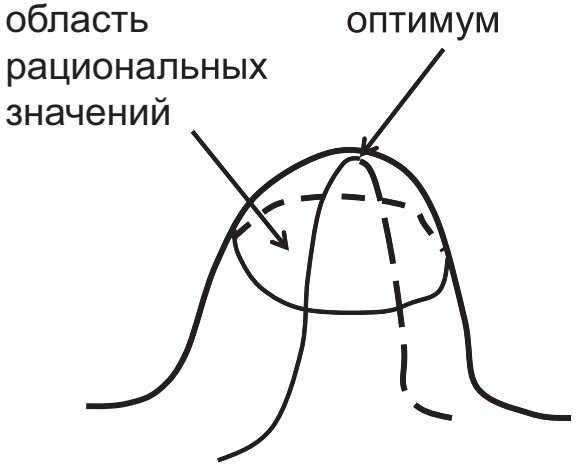
- Следует говорить не об оптимальных, а о рациональных решениях:

- оптимальное (экстремальное) – это максимальное или минимальное, то есть **наилучшее** (каком-то смысле)

- оптимальное – это понятие математическое, а рациональное – практическое

- мы, как правило, не достигаем оптимума, вследствие каких-то ограничений (например, затрат)

- строгая оптимизация по многим критериям бесплодна, мы получаем компромиссное решение



Пояснения по существу методов

- мы изучаем реальные явления, процессы и объекты. Реальное обладает бесконечным множеством свойств, факторов. Всю эту сложность мы описываем приближенными схемами, например, аппроксимирующими (сглаживающими) функциями. Эти функции уже не совпадают с реальностью. Поэтому когда мы находим **оптимум аппроксимирующей функции** – это **не является оптимумом реальности**.

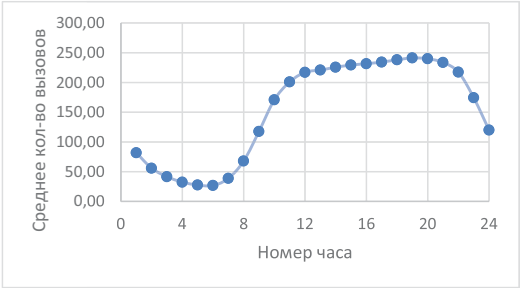




Классификация современных методов

4. Методы массового обслуживания

Дано:
- распределение телефонных обращений в ЕДДС по часам и месяцам
- распределение времени разговора абонента с операторами ЕДДС
- количество телефонных обращений и время разговоров являются случайными величинами



(данные Юдина С.С.)

Соображения: если в ЕДДС много операторов – то повышаются расходы на их содержание, если мало – можно пропустить важный вызов

Найти: рациональное количество операторов ЕДДС

Необходимо минимизировать затраты на содержание штата ЕДДС при заданной вероятности обслуживания абонента
или
максимизировать вероятность обслуживания абонента при условии не превышения уровня затрат на содержание штата ЕДДС

Классификация современных методов

5. Методы упорядочения и координации

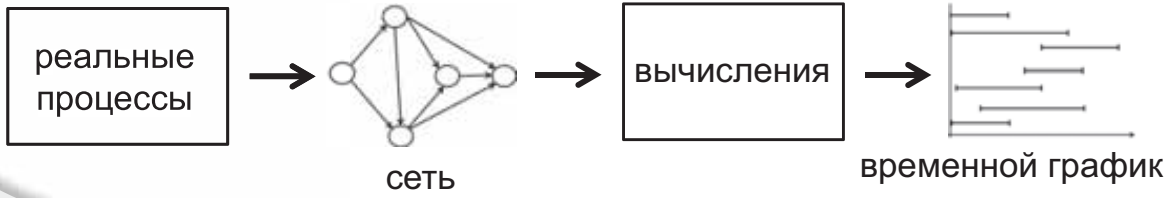
Дано:

- состав оборудования пунктов временного размещения (ПВР) пострадавшего населения
- время прибытия и количество пострадавшего населения
- состав сил развертывания ПВР

Соображения: если все силы применять последовательно для выполнения операций по развертыванию ПВР, то затянутся сроки развертывания и увеличатся расходы, если параллельно – то возникнут отдельные простои сил

Найти: рациональный график развертывания ПВР

Необходимо минимизировать затраты (временные, финансовые) на развертывание ПВР для заданного количества пострадавшего населения и времени его прибытия



Классификация современных методов

6. Методы выбора маршрута

Дано:

- место нахождения пострадавшего в завале разрушенного здания
- пространственное расположение обломков строительных конструкций, их размеры и состав
- варианты маршрутов лазов к пострадавшему

Соображения: если двигаться по кратчайшему маршруту, то могут на пути встретиться такие элементы завала, которые трудно будет обработать (разрезать, раздробить), например, металлическая балка. А если двигаться по протяженному маршруту, то можно потерять много времени и пострадавший погибнет. Кроме того, кратчайший маршрут может быть опасным для спасателя

Найти: рациональный маршрут лаза в завале

Необходимо минимизировать затраты (временные, энергетические) на обеспечение доступа к пострадавшему при соблюдении требований безопасности

Классификация современных методов

7. Состязательные методы

Дано:
- наряд воздушных средств поражения 2-ух КВО – крылатая ракета и бомбардировщик
- количество наибольшей работающей смены
- временные затраты на приведение в готовность различных ЗС ГО

Соображения: неизвестно, по какому объекту будет нанесен бомбовый и ракетный удары, отличающиеся точностью попадания, поражающим воздействием

Найти: рациональную стратегию укрытия смены в ЗС ГО

8. Методы поиска и др.

См. Р. Акоф, М. Сасиени. Основы исследования операций. М.: Мир,1971
Таха, Хэмди, А. Введение в исследование операций. М.: Вильямс, 2001

Классификация современных методов

МЕТОДЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Методы принятия индивидуальных оптимальных решений

- Скалярная оптимизация
- Многокритериальная оптимизация
- Итеративные методы многокритериальной оптимизации
- Многоэтапный оптимальный выбор
- Оптимальный выбор при неполной информации
- Оптимальный выбор при нечеткой информации

Методы принятия индивидуальных рациональных решений

- Эвристические методы
- Методы теории полезности
- Метод анализа иерархии
- Пороговые методы
- Вербальный анализ решений
- Методы функций выбора

Методы принятия коллективных решений

- Голосование
- Агрегирование предпочтений
- Групповой многокритериальный выбор

Петровский А.Б. Теория принятия решений. М.: Издательский центр «Академия», 2009

Будем применять классификацию, исходя из математического существа методов!

Постановочная характеристика методов



Постановочная характеристика методов

1. Методы **математического программирования** – оптимизация функции нескольких переменных при дополнительных ограничениях, наложенных на эти переменные

А. Линейное программирование

$$\sum_i c_i x_i \to opt$$

- целевая функция нескольких переменных

$$\sum_i a_{i1} x_i \le b_1$$
$$\dots$$
$$\sum_i a_{ij} x_i \le b_j$$

- система ограничений

Нужно определить **состав инструментов** бригады спасателей, например:

кусачек – 10 шт.; ножниц – 5 шт.; …; отбойных молотков **–** 2 шт., **при котором**:

- операции выполняются с требуемой производительностью (например, исходя из времени выживания пострадавших, «золотого часа») – столько инструментов, чтобы успеть всё за один час
- суммарные затраты на обслуживание инструмента были бы минимальны

$$З_{общ_s} \to \min$$
$$s \in S$$
$$W_{выиг_s} \ge W_{зад}$$

Постановочная характеристика методов

Тип операции, *l*	Тип инструмента, *q*			
	1 - ножницы	2 - кусачки	...	*n* – отб. молоток
1 (резка)	a_{11}	a_{12}	…	a_{1n}
2 (подъем)	a_{21}	a_{22}	…	a_{2n}
…	…	…	…	…
…	*6 рез/мин*	*4 рез/мин*	…	*1 дробл/мин*
…	…	…	…	…
m (дробление)	a_{m1}	a_{m2}	…	a_{mn}

a_{lq} – производительность ***q***–того типа инструмента при выполнении ***l***–того типа операции (резов/мин, подъемов/мин и т.п. Некоторые величины могут быть равны 0, например a_{1n} – нельзя резать молотком)

Постановочная характеристика методов

Тогда, если c_q – число инструментов ***q***–того типа, T_l - требуемое время проведения ***l*** – того типа операции, то:

$c_q \cdot a_{lq}$ – производительность, которую развивают одновременно использующиеся ***c*** единиц инструментов ***q***–того типа при выполнении ***l***–того типа операции (опер./час): **8 кусачек • 10 рез/мин = 80 рез/мин**

$\sum_{q=1}^{n} c_q \cdot a_{lq}$ - производительность, которую развивают инструменты типов ***q*** = *1, 2,…, n,* одновременно использующиеся в ***l***–том типе операции (опер./час): **8 кусачек • 10 рез/мин + 3 ножниц • 15 рез/мин = 125 рез/мин**

$(\sum_{q=1}^{n} c_q \cdot a_{lq}) \cdot T_l$ - объем работ при выполнении ***l***–того типа операции с использованием инструментов *1, 2,…, n* типов за требуемое время T_l *(например, «золотой час» - 60 мин., или норматив)*: **(8 кусачек • 10 рез/мин + 3 ножниц • 15 рез/мин) • 60 мин = = 125 рез/мин • 60 мин = 7500 рез.**

Постановочная характеристика методов

Число инструментов различных типов должно быть таким, чтобы выполнить ожидаемый объем работ при выполнении ***I***-того типа операции за требуемое время T_I:

$$\begin{cases} (c_1 \cdot a_{11} + c_2 \cdot a_{12} + \ldots + c_n \cdot a_{1n}) \cdot T_1 = Q_1 \\ (c_1 \cdot a_{21} + c_2 \cdot a_{22} + \ldots + c_n \cdot a_{2n}) \cdot T_2 = Q_2 \\ \ldots \\ (c_1 \cdot a_{m1} + c_2 \cdot a_{m2} + \ldots + c_n \cdot a_{mn}) \cdot T_m = Q_m \end{cases}$$

(**X** кусачек • 10 рез/мин + **+ Y** ножниц • 15 рез/мин) • 60 мин = = 300 рез.

или

$$\begin{cases} (c_1 \cdot a_{11} + c_2 \cdot a_{12} + \ldots + c_n \cdot a_{1n}) = Q_1 / T_1 \\ (c_1 \cdot a_{21} + c_2 \cdot a_{22} + \ldots + c_n \cdot a_{2n}) = Q_2 / T_2 \\ \ldots \\ (c_1 \cdot a_{m1} + c_2 \cdot a_{m2} + \ldots + c_n \cdot a_{mn}) = Q_m / T_m \end{cases}$$

(**X** кусачек • 10 рез/мин + **+ Y** ножниц • 15 рез/мин) = 300 рез./ 60 мин.= 5 рез/мин

Состав инструментов должен быть таким, чтобы АСР выполнялись с требуемой (заданной, фиксированной) производительностью.

Постановочная характеристика методов

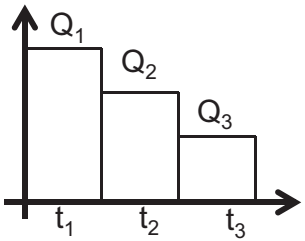
Целевая функция - минимизация суммарной стоимости эксплуатации инструментов

$$\sum_{q=1}^{n} s_q \cdot c_q \rightarrow \min$$

s_q – стоимость эксплуатации (за определенный период) q-того типа инструмента (руб.)

при ограничениях

$$\begin{cases} \sum_{q=1}^{n} c_q \cdot a_{lq} = Q_l / T_l \\ l = 1,2,\ldots,m \\ c_1, c_2, \ldots, c_n \geq 0 \\ c_1, c_2, \ldots, c_n - целые.числа \end{cases}$$



Недостатки этого подхода:

- трудно определить производительность инструментов – нет данных в паспортах, нужен эксперимент
- трудно определить объемы работ в единицах – количество резов и т.п.
- произвол в определении требуемого времени работ – 1 час, 5 сут.
- грубое упрощение – все инструменты одновременно обеспечены фронтом работ (при резке автомобиля – это не так).

$$\left\{ \ldots \frac{Q_1}{t_1}; \quad \left\{ \ldots \frac{Q_2}{t_2}; \quad \left\{ \ldots \frac{Q_3}{t_3}; \right. \right. \right.$$

Потребуется несколько систем линейных уравнений

Постановочная характеристика методов

Можно привести к задачам линейного целочисленного программирования обоснование:

- состава технического оснащения подразделений различными типами техники
- состава группировки сил и средств на определенной территории
- комплекта средств обучения
- состава оборудования АСМ
- размещения пожарных депо на территории
- рациона спасателей и т.п.

Недостатки линейного программирования

❑ неустойчивость решения

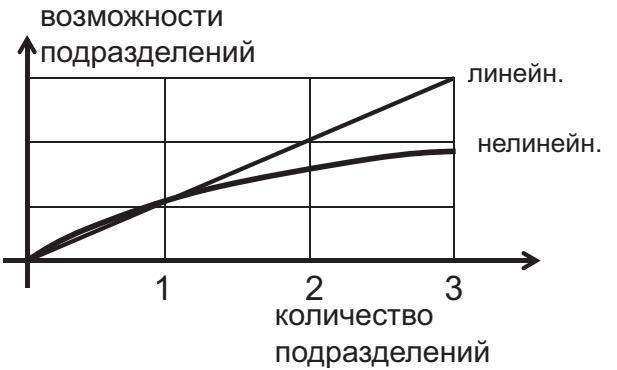
$$\begin{cases} x_1 + 10x_2 = 11 \\ 10x_1 + 101x_2 = 111 \end{cases}$$

$x_1=1$
$x_2=1$

$$\begin{cases} x_1 + 10x_2 = 11{,}1 \\ 10x_1 + 101x_2 = 111 \end{cases}$$

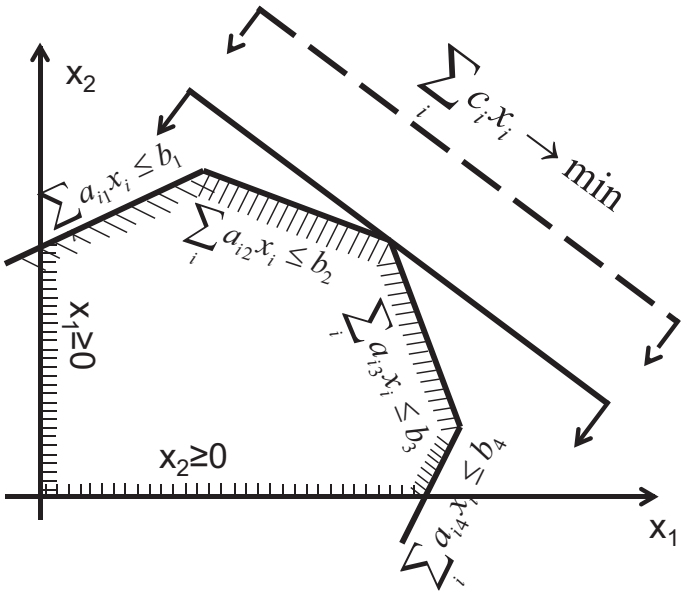
$x_1=11,1$
$x_2=0$

❑ Погрешности в связи с линеаризацией

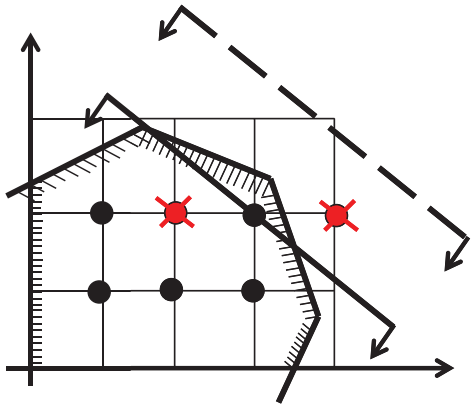


Постановочная характеристика методов

Геометрическая интерпретация



Линейное программирование



Линейное **целочисленное** программирование

Резюме: т.к. нельзя округлять до целых чисел (!), то значения целевой функции меньше, следовательно, целочисленность ухудшает решение

Постановочная характеристика методов

Формализмы математического программирования

1. **Целевая функция** или **критерий оптимизации** – показывает, в каком смысле решение должно быть оптимальным, т.е. наилучшим

Виды назначения целевой функции:
- максимизация
- минимизация
- заданное значение

$$F = f(x_j) \rightarrow \overset{(\min;const)}{\max}$$

2. **Ограничения** – устанавливают зависимости между переменными

$$g_1(x_j) \overset{(\geq;=)}{\leq} b_1 \quad \bullet\bullet\bullet \quad g_i(x_j) \overset{(\geq;=)}{\leq} b_i \quad \bullet\bullet\bullet \quad g_m(x_j) \overset{(\geq;=)}{\leq} b_m$$

3. **Граничные условия** – показывают, в каких пределах могут быть значения искомых переменных в оптимальном решении

$$d_j \leq x_j \leq D_j$$
$$i = \overline{1;m}$$
$$j = \overline{1;n}$$

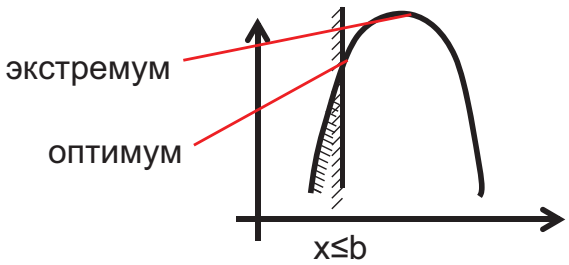
Постановочная характеристика методов

Классы задач математического программирования

Исходные данные	**Искомые переменные**	**Зависимости**	**Классы задач**
детерминированные	непрерывные	линейные	**Линейного программирования**
детерминированные	целочисленные	линейные нелинейные	**Целочисленного программирования**
детерминированные	непрерывные целочисленные	нелинейные	**Нелинейного программирования**
случайные	непрерывные	линейные нелинейные	**Стохастического программирования**

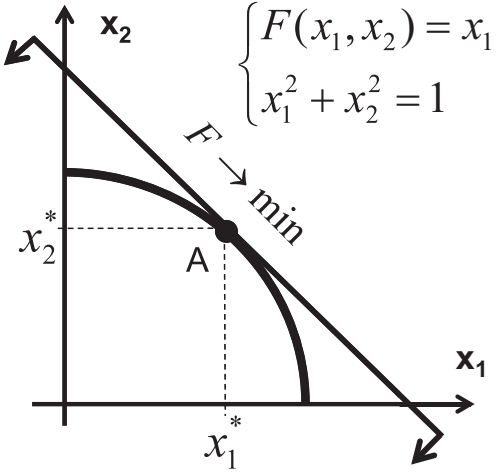
+ многопараметрическое программирование

Б. Нелинейное программирование

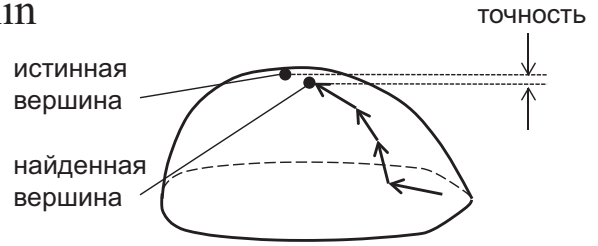


Нелинейные – целевая функция и/или ограничения

Постановочная характеристика методов



$$\begin{cases} F(x_1, x_2) = x_1 + x_2 \to \min \\ x_1^2 + x_2^2 = 1 \end{cases}$$



Длина шага и направление движения для поиска оптимума выбираются исходя:

- ❑ из целевой функции
- ❑ из первых производных целевой функции
- ❑ из вторых производных целевой функции

В. Стохастическое программирование

$$\sum_i c_i x_i \to opt \qquad \sum_i a_{i1} x_i \le b_1 \;\bullet\bullet\bullet\; \sum_i a_{ij} x_i \le b_j \qquad d_j \le x_j \le D_j$$

случайные величины

Постановочная характеристика методов

Типы случайных величин

$\sum_i c_j x_i \to opt$ - коэффициенты целевой функции случайные величины

❑ **М-постановка** – максимизация (минимизация) среднего значения целевой функции

$$M[F] \to \overset{(\min)}{\max}$$

❑ **Р-постановка –** максимизация вероятности получения максимального (минимального) значения целевой функции

$$P\left[F_{\underset{(\min)}{\max}}\right] \to \max$$

$\sum_i a_{ij} x_i \le b_j$ - коэффициенты и свободные члены, входящие в ограничения, случайные величины

$P\left(\sum_i a_{ij} x_i \le b_j\right) \ge \alpha_i$ **α_i** – заданная вероятность, с которой должно быть выполнено ***i***-тое ограничение

$d_j \le x_j \le D_j$ - граничные условия случайные величины (редко)

$P[x_j \ge d_j] \le \alpha_j$ и $P[x_j \le D_j] \le \alpha_j$

Постановочная характеристика методов

Переход от стохастического к детерминированному эквиваленту

Целевая функция

$$\sum_i c_i x_i \qquad \sum_i M(c_i) \cdot x_i$$

Ограничения

$$\sum_i a_{ij} x_i \le b_j \qquad \sum_i M(a_{ji}) \cdot x_i + t(\alpha_j)\sqrt{\sigma^2(a_{ji}) \cdot x_i^2 + \sigma^2(b_j)} \le M(b_j)$$

Граничные условия

$$x_j \ge d_j \qquad x \ge M(d_j)$$

$$x_j \le D_j \qquad x \le M(D_j)$$

M – математическое ожидание
σ – среднее квадратическое отклонение
α_j – задаваемый уровень вероятности, с которой должно выполняться j-тое ограничение
$t(\alpha_j)$ – случайная величина, распределенная по стандартному нормальному закону (M=0, σ=1)

Резюме - стохастизм ухудшает решение:

- ❑ целевая функция принимает худшие значения
- ❑ требуется больше ресурсов (для гарантированного результата при случайности)

Постановочная характеристика методов

Г. Многопараметрическое программирование

$$F_{об} = \sum_{k=1}^{S} \alpha_k \frac{F_k}{F_k^{норм}} \rightarrow \max$$

$F_{об}$ – обобщенная целевая функция
F_k – ***k***-тая целевая функция
$F_k^{норм}$ - нормирующее значение ***k***-той целевой функции
s – число составляющих целевых функций
α_k – вес ***k***-той целевой функции

$F_k^{норм} = F_k^{\max}$ - при максимизации ***k***-той целевой функции

$F_k^{норм} = F_k^{\min}$ - при минимизации ***k***-той целевой функции

Для решения задач математического программирования нужно сформулировать задачу, определить коэффициенты и надстроить «Поиск решения» в Excel

---

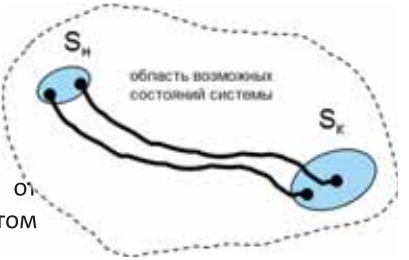
Б.Я. Курицкий. Оптимизация вокруг нас. М.: Машиностроение, 1989
Б.Я. Курицкий. Поиск оптимальных решений средствами Excel 7.0. СПб.: BHV - Санкт-Петербург, 1997.

Постановочная характеристика методов

2. Метод **динамического программирования** – оптимизация многоэтапных, многошаговых процессов

Шаги – года, временные этапы, участки маршрута, участки траектории, промежуточные результаты процесса и т.п.

$$W_i(x_i) = \max_{U_i}\left\{w_i(x_i, U_i) + W_{i+1}(\varphi_i(x_i, U_i))\right\}$$



где U_i - возможные управления на *i*-том шаге;

$w_i(x_i, U_i)$ - выигрыш (доход, эффект) на *i*-том шаге, зависящий от состояния системы (x_i) и примененного управления на этом шаге;

$W_{i+1}(\varphi_i(x_i, U_i))$ - условный выигрыш, получаемый на всех последующих шагах, начиная с *i*+1, и зависящий от состояния системы и примененного управления на предыдущем, *i*-том, шаге;

φ_i - функция состояния системы на *i*-том шаге.

Каково бы ни было состояние системы в результате ***i*** шагов, необходимо выбрать управление на ближайшем шаге так, чтобы оно в совокупности с оптимальным управлением на всех последующих шагах, приводило к максимальному выигрышу на всех оставшихся шагах, включая данный.

Постановочная характеристика методов

Оптимальное распределение финансов для приспособления объектов подземного пространства (далее — ОПП) (формулировка Князева П.А.)

Исходные данные:

- количество финансовых средств
- конечное множество ОПП, отобранных для приспособления
- стоимость всех мероприятий по приспособлению $i-$ го ОПП
- начальная вероятность защиты населения в ОПП (до приспособления)
- конечная вероятность защиты населения в ОПП (после приспособления)
- шаг финансирования и стоимость шага финансирования

Ожидаемое повышение вероятности выживания среди укрываемых

Шаги финансирования	Условные приращения вероятности, обратной вероятности наступления общих потерь среди укрываемых			
	ОПП_1	ОПП_2		ОПП_i
C_t	P_1^0	P_2^0	...	P_i^0
$2C_t$	ΔP_{12}	ΔP_{22}		ΔP_{i2}
$3C_t$	ΔP_{13}	ΔP_{23}		ΔP_{i3}
...				
$t \cdot C_t$	ΔP_{1t}	ΔP_{2t}		ΔP_{it}

Постановочная характеристика методов

Фрагмент расчетной таблицы для 1-го этапа финансирования

1	2	3	4	5	6	7
x_0	u_1	x_1	z_1	$B_1(x_1)$	$z_1 + B_1$	$B_0(x_0)$
0	0	0	0	$max_0(z_2 + B_2)$	$max_0(z_2 + B_2)$	$max(z_1 + B_1)$
	C_t	C_t	ΔP_{11}	$max_1(z_2 + B_2)$	$\Delta P_{11} + max_1(z_2 + B_2)$	
	$2C_t$	$2C_t$	ΔP_{12}	$max_2(z_2 + B_2)$	$\Delta P_{12} + max_2(z_2 + B_2)$	
	$3C_t$	$3C_t$	ΔP_{13}	$max_3(z_2 + B_2)$	$\Delta P_{13} + max_3(z_2 + B_2)$	
	...	...	...	...	...	
	$t \cdot C_t$	$t \cdot C_t$	ΔP_{1t}	$max_t(z_2 + B_2)$	$\Delta P_{1t} + max_t(z_2 + B_2)$	

Результаты:

- максимально возможное приращение вероятности защиты населения во всех ОПП
- оптимальное распределение финансовых средств между ОПП в целях максимального приращения вероятности защиты населения
- оптимальная функция («траектория») трат финансовых ресурсов

Постановочная характеристика методов

Можно привести к задаче динамического программирования:

- распределение по годам финансовых средств на развитие спасательных служб субъектов РФ таким образом, чтобы эффективность была максимальной
- распределение ресурсов по годам на обеспечение защищенности критически важных объектов
- распределение сил и средств первого и второго эшелона ликвидации ЧС таким образом, чтобы потери населения и материальный ущерб были минимальные
- выбор материальных и культурных ценностей, имеющих различную важность и массогабаритные параметры, для эвакуации в безопасные районы с учетом ограничений по грузоподъемности эвакотранспорта («задача о рюкзаке»)
- распределение спасательных формирований по объектам ведения работ, при которых эффективность спасения будет максимальной

Преимущества метода – вместо оптимизации большой n-мерной задачи мы оптимизируем несколько подзадач, значительно меньшей размерности

Постановочная характеристика методов

Обоснование рационального распределения объемов средств, выделяемых на развитие систем информирования и оповещения населения

$$W_i(C) = \max_{0 \le C_{сэ_i} \le C} \{ \frac{C_{сэ_i}}{C_{сэ}^{(1)}} \cdot (\vartheta_{бжд} \cdot K_{инф} \cdot D_1 \cdot P_1^{усв} \cdot C_{жч} + \vartheta_{рекл} \cdot C_{сэ}^{арен}) +$$

$$+ \frac{C_{пп_i}}{C_{пп}^{(1)}} \cdot (\vartheta_{бжд} \cdot K_{инф} \cdot D_2 \cdot P_2^{усв} \cdot C_{жч} + \vartheta_{рекл} \cdot C_{пп}^{арен}) + W_{i+1}(C_0 - C) \}$$

$W_i(C)$ - выигрыш на i-том шаге управления в зависимости от количества финансовых средств C;
C - характеристика состояния системы перед i-тым шагом (количество финансовых средств, оставшихся от предыдущих i-1 шагов), руб.;
$\vartheta_{бжд}$ - доля эфирного времени, используемого для трансляции информационных материалов в области безопасности жизнедеятельности;
$\vartheta_{рекл}$ - доля эфирного времени, используемого для трансляции рекламных информационных материалов;
$K_{инф}$ - коэффициент, учитывающий вероятность спасения человека в ЧС при оперативном оповещении и регулярном информировании в области безопасности жизнедеятельности;
D_j - пропускная способность ТК (j=1 – светодиодные экраны, j=2 – плазменные панели), чел/ч;
$P_j^{усв}$ - вероятность усвоения информации;
$C_{сэ}^{арен}$, $C_{пп}^{арен}$ - стоимости аренды соответственно светодиодных экранов и плазменных панелей, руб.;
$C_{жч}$ – величина предотвращенного ущерба от спасения человека, руб.;
$C_{сэ_i}$, $C_{пп_i}$ - размеры средств, выделяемые в i-том году на закупку и установку светодиодных экранов и плазменных панелей, руб.;
C_0 – средства, выделяемые на закупку и установку ТК, руб.;
$C_{сэ}^{(1)}$, $C_{пп}^{(1)}$ - стоимость соответственно одного светодиодного экрана, плазменной панели, руб.

Недостатки метода:

- метод комбинаторный, поэтому увеличение переменных вызывает комбинаторный взрыв («проклятие размерности»)
- требует больших затрат времени для усвоения и расчетов
- все уравнения уникальны для разных процессов, отсутствует универсальное программное обеспечение

Постановочная характеристика методов

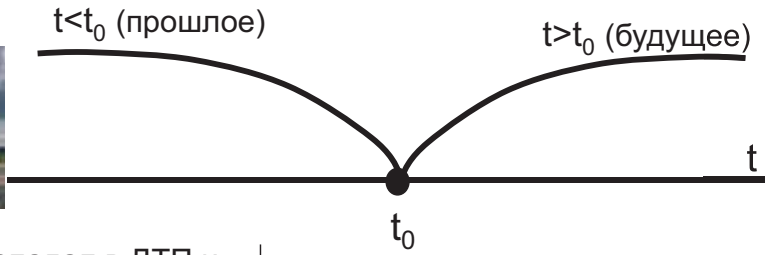
3. Метод **марковских случайных процессов** (с дискретными состояниями и непрерывным временем)

Марковским называется случайный процесс, в котором для любого момента времени t_0 вероятностные характеристики процесса в будущем зависят только от его состояния в данный момент t_0 и не зависят от того, когда и как это состояние было достигнуто (**без последействия**)









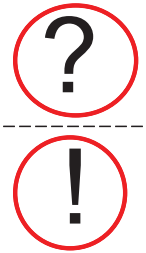


Автомобиль попадал в ДТП и качественно отремонтирован

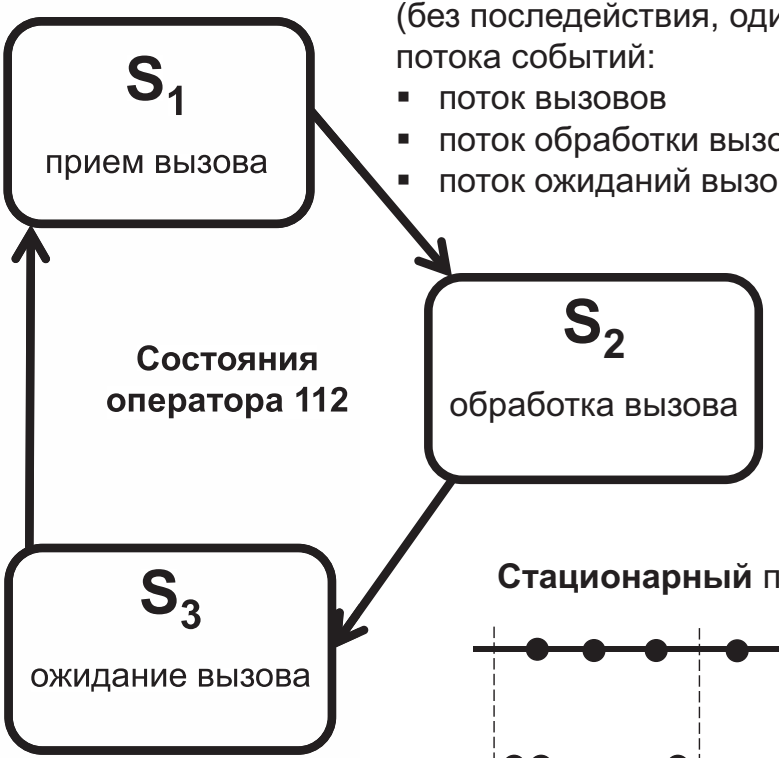
Автомобиль не попадал в ДТП и бережно эксплуатировался

Визуальная диагностика – автомобиль в **хорошем состоянии**

Вывод: автомобиль будет долго и надежно служить



Постановочная характеристика методов

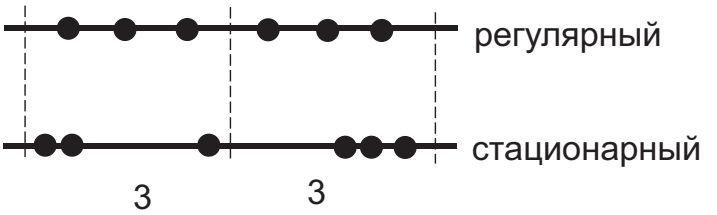


Переход из S_i в S_j под воздействием простейшего (без последействия, одинарного, стационарного) потока событий:

- поток вызовов
- поток обработки вызовов
- поток ожиданий вызовов

λ_{ij} - интенсивность потока событий, переводящего оператора из S_i в S_j : среднее число событий в единицу времени

Стационарный поток – λ_{ij}=const

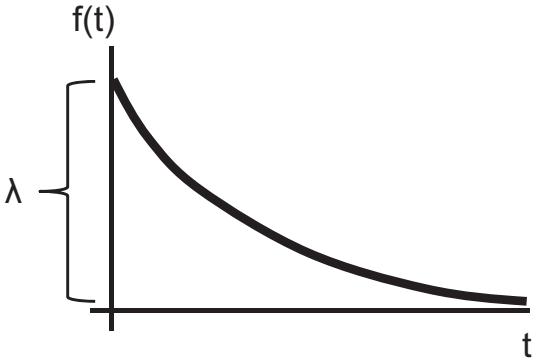


Постановочная характеристика методов

Ординарный поток – события появляются поодиночке

Поток **без последействия** – события, образующие поток, появляются независимо друг от друга (поток контрольных документов из центрального аппарата – все руководители посылают, как правило, независимо друг от друга)

Для простейшего потока интервал времени между соседними событиями имеет показательное распределение:

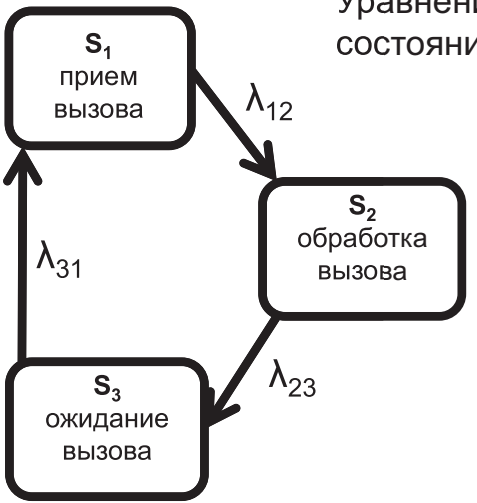


$$f(t) = \lambda e^{-\lambda t}$$

$$\lambda = \frac{1}{T}$$

T – среднее время между событиями

Постановочная характеристика методов



Уравнения Колмогорова: вероятности пребывания в состояниях в зависимости от времени

$$\frac{dP_1}{dt} = \lambda_{31} p_3(t) - \lambda_{12} p_1(t)$$

$$\frac{dP_2}{dt} = \lambda_{12} p_1(t) - \lambda_{23} p_2(t)$$

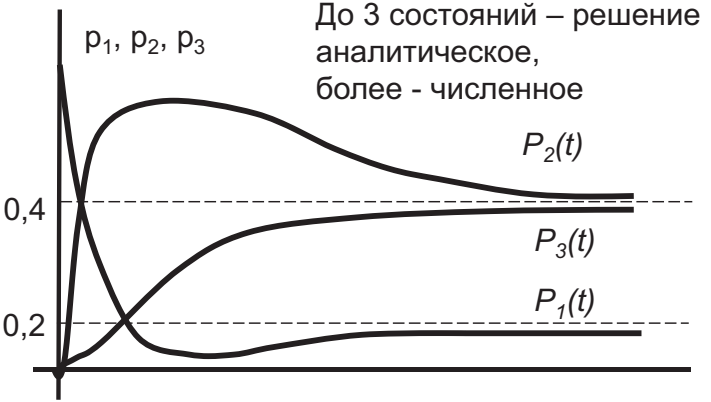
$$\frac{dP_3}{dt} = \lambda_{23} p_2(t) - \lambda_{31} p_3(t)$$

$$p_1(t) + p_2(t) + p_3(t) = 1$$

Пусть:

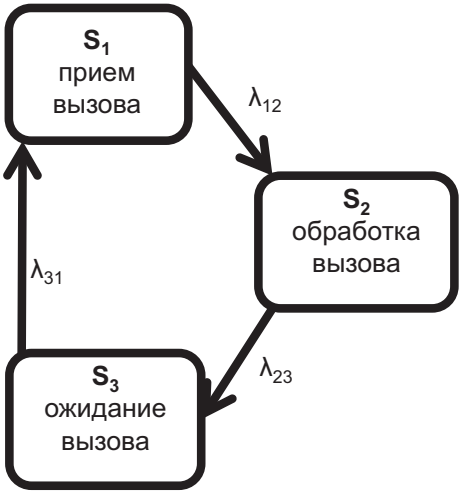
начальные условия:
$p_1(0)=1$, $p_2(0)=p_3(0)=0$

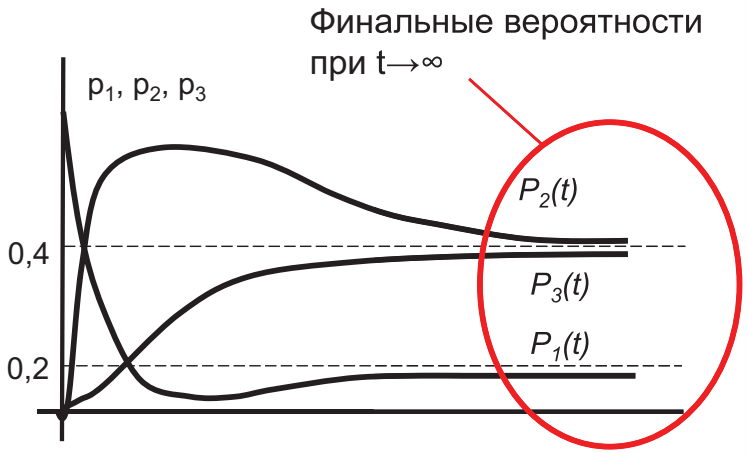
$\lambda_{23}= \lambda_{31}=1$, $\lambda_{12}=5$



До 3 состояний – решение аналитическое,
более - численное

Постановочная характеристика методов





Финальные вероятности – среднее относительное время пребывания в определенных состояниях, например:
20% - в состоянии приема вызова
40% - в состоянии обработки вызова
40% - в состоянии ожидания вызова (Σ=100)

Преимущество – легко решать для небольшого числа состояний (линейные алгебраические уравнения)
Недостатки – предположение о последействии, необходимость обширной временно**й** статистики, трудоемкость для большого числа состояний

$$\lambda_{31} p_3(t) - \lambda_{12} p_1(t) = 0$$

$$\lambda_{12} p_1(t) - \lambda_{23} p_2(t) = 0$$

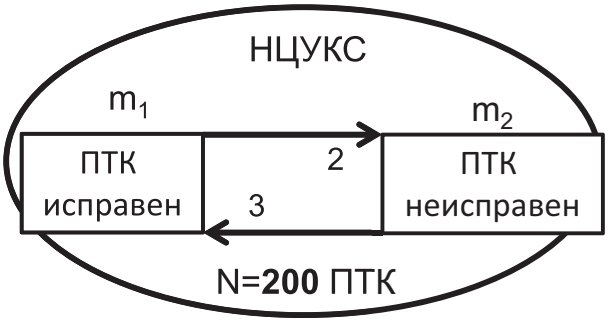
$$\lambda_{23} p_2(t) - \lambda_{31} p_3(t) = 0$$

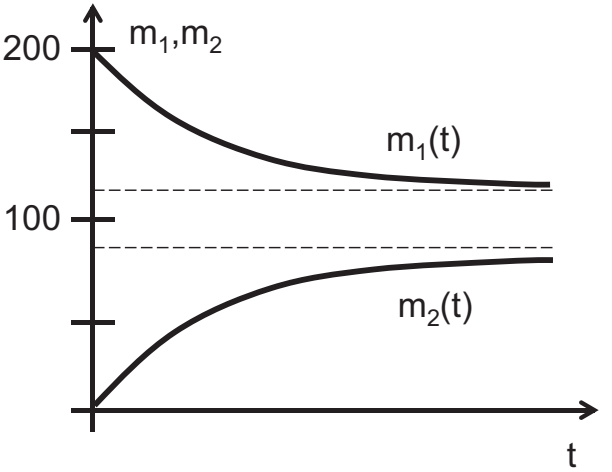
$$p_1(t) + p_2(t) + p_3(t) = 1$$

Постановочная характеристика методов

4. Метод **динамики средних**

- для большого числа состояний (сотни-тысячи) однотипных элементов
- использует данные по вероятностям состояний отдельных элементов системы
- определяет численность каждого состояния и пределы фактической численности

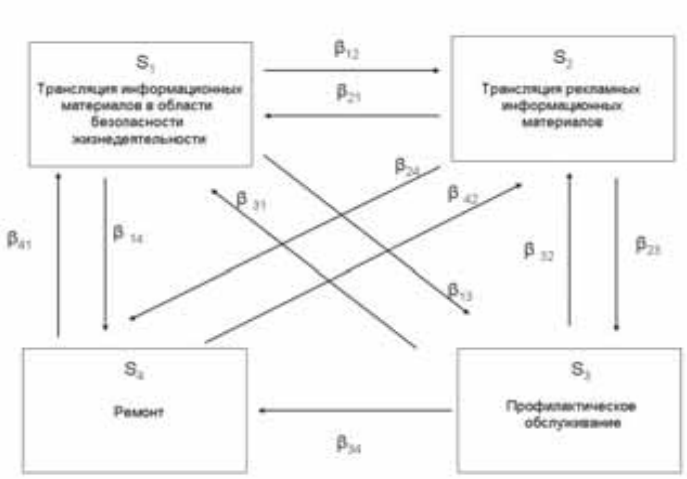




$$\frac{dm_1}{dt} = -2m_1 + 3m_2 \qquad \frac{dm}{dt} = -3m_2 + 2m_1$$

$$m_2 = N - m_1$$

Постановочная характеристика методов



Граф состояний стационарных терминальных комплексов (СТК)

*$СТК_i$ – численность СТК в **i**-том состоянии, ед.*
*β_{ij} – интенсивность перехода из **i**-того в **j**-тое состояние, $ч^{-1}$*

$$\frac{dCTK_1}{dt} = -\beta_{12} \cdot CTK_1 + \beta_{21} \cdot CTK_2 - \beta_{13} \cdot CTK_1 + \beta_{31} \cdot CTK_3 - \beta_{14} \cdot CTK_1 + \beta_{41} \cdot CTK_4$$

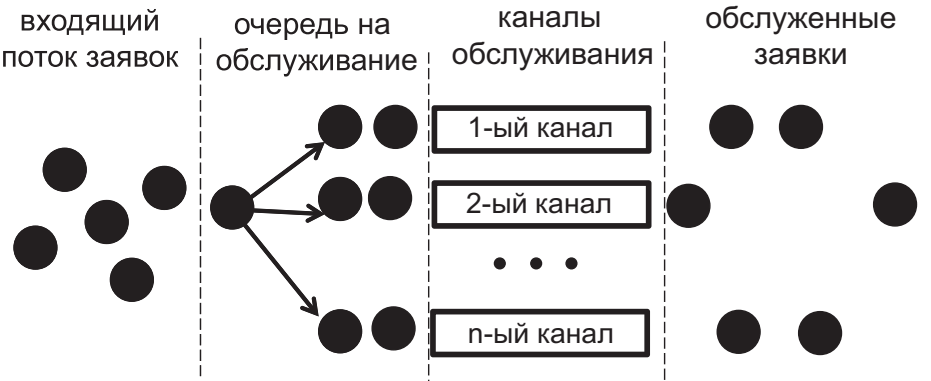
$$\frac{dCTK_3}{dt} = -\beta_{32} \cdot CTK_3 + \beta_{23} \cdot CTK_2 - \beta_{31} \cdot CTK_3 + \beta_{13} \cdot CTK_1 - \beta_{34} \cdot CTK_3$$

$$\frac{dCTK_4}{dt} = -\beta_{41} \cdot CTK_4 + \beta_{14} \cdot CTK_1 - \beta_{42} \cdot CTK_4 + \beta_{24} \cdot CTK_2 + \beta_{34} \cdot CTK_3$$

$$\sum_{i=1}^{4} CTK_i = CTK$$

Постановочная характеристика методов

5. Методы теории **массового обслуживания** (теории очередей)



Покупатели
Ремонтируемая техника
Звонки

…
Вызовы абонентов

Объемы АСР
ДТП

Кассы
Ремонтные мастерские
Телефонные станции
…
ЦОВ 112
ЕДДС
АС машины
АС вертолеты

Системы массового обслуживания (СМО):

- ❑ с отказами и очередью
- ❑ с марковским потоком заявок и немарковским
- ❑ открытые и замкнутые

Случайный характер потока заявок (**простейший**) + Случайное время обслуживания (**показательное**)

варианты

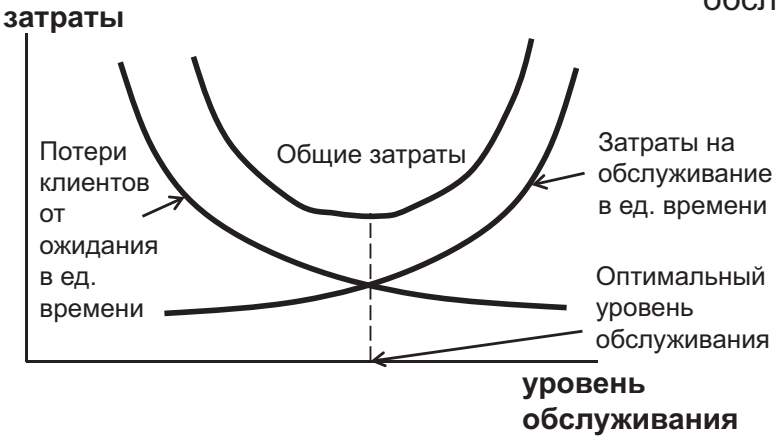
- очередь заявок, заявки ждут
- очередь заявок, заявки уходят
- очереди нет, система простаивает

Постановочная характеристика методов

Построение модели значительно **облегчается** в связи с тем, что:

- ❑ поток заявок марковский
- ❑ процесс работы с дискретными состояниями и непрерывным временем

с точки зрения владельцев СМО	Цели	с точки зрения клиентов
максимальная загрузка каналов, выжать полную прибыль ↓ минимальное количество высокопроизводительных каналов		минимальные очередь и время обслуживания ↓ максимальное количество каналов с высоким качеством обслуживания



Показатели эффективности:

- ❑ число каналов
- ❑ производительность каналов
- ❑ режим работы каналов
- ❑ стоимость работы каналов и т.п.

Постановочная характеристика методов



Дано:
статистика ДТП на территории субъекта РФ
производительность АС вертолетов по ведению АСР при ДТП

Найти:
требуемое количества АС вертолетов для спасения пострадавших в ДТП

Формулировка задачи:
- ❑ АС вертолеты рассматриваются в качестве системы массового обслуживания
- ❑ каждый из АС вертолетов является каналом обслуживания
- ❑ каждое ДТП, на которое прибывают АС вертолеты, является заявкой на обслуживание
- ❑ время обслуживания включает время прибытия, время АСР, время доставки в больницу

Определить число каналов обслуживания (АС вертолетов) при заданных характеристиках потока заявок (ДТП) и параметрах СМО (места базирования вертолетов, состав их оснащения)

Постановочная характеристика методов

СМО с ожиданиями:

- при неограниченной длине очереди
- при ограниченном времени ожидания

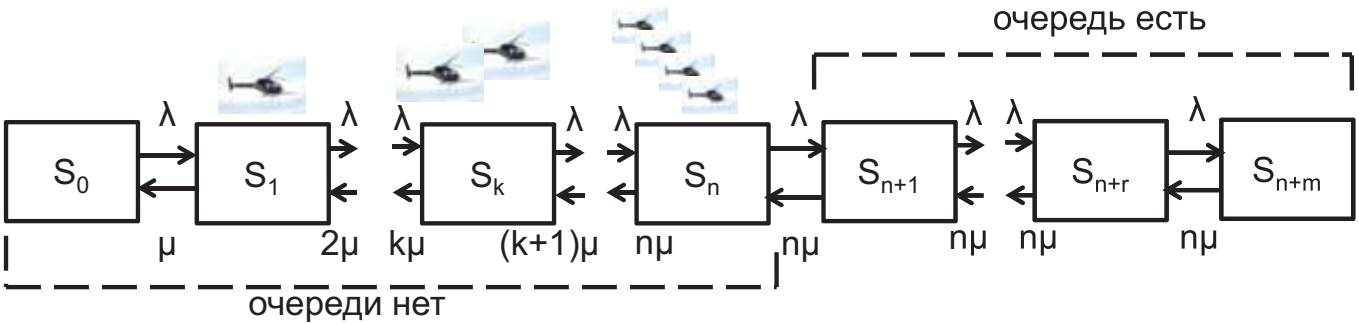


Схема гибели-размножения

S_i - состояния СМО (системы вертолетов);
S_0 - все каналы (вертолеты) свободны;
S_1 - занят один вертолет, остальные свободны;
S_k - заняты ***k*** вертолетов, ***(n-k)*** - свободны;
S_n - заняты все ***n*** вертолетов;
S_{n+1} - заняты все ***n*** вертолетов, одна заявка (ДТП) стоит в очереди;
S_{n+r} - заняты все ***n*** вертолетов, ***r*** ДТП стоит в очереди;
λ - интенсивность потока ДТП;
μ - интенсивность потока обслуживания ДТП вертолетами.

Постановочная характеристика методов

Интенсивность потока заявок

$$\lambda = \frac{1}{\overline{T_d}}$$

$\overline{T_d}$ - среднее время между отдельными ДТП (час)

Интенсивность потока обслуживания

$$\mu = \frac{1}{\overline{T_o}}$$

$\overline{T_o}$ - среднее время «обслуживания» вертолетами ДТП (среднее время прибытия к месту ДТП, проведения АСР и оказания необходимой медицинской помощи, доставки пострадавших в л/у) (час)

Среднее время ожидания пострадавшими в ДТП спасателей и медицинских работников на вертолете для оказания необходимой помощи

$$\overline{t_{oj}} = \frac{\rho \cdot p_0}{n \cdot \mu \cdot n! \cdot \left(1 - \frac{\rho}{n}\right)^2}$$

$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$ - среднее число заявок, приходящих в СМО за среднее время обслуживания одной заявки

n - число вертолетов (ед.)

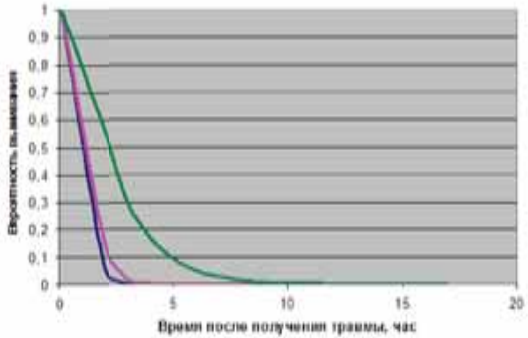
P_0 - вероятность того, что все каналы свободны

Постановочная характеристика методов

Изменяя число вертолетов при неизменных характеристиках потока ДТП можно получить совокупность значений времени ожидания помощи.

Если выполняется условие

время ожидания помощи на вертолете	≤	время выживания пострадавших



то найдено требуемое количество вертолетов.

Преимущества:

- ❑ все возможные варианты классических задач массового обслуживания сформулированы, выведены практически все формулы
- ❑ задача соискателя – найти среднее время поступления заявок и их обслуживания
- ❑ возможно получение нетривиальных, неочевидных результатов

Недостатки:

- ❑ предположения о простейшем потоке и показательном времени обслуживания
- ❑ трудоемкость для немарковских процессов резко возрастает (метод «псевдосостояний», имитационное моделирование СМО и т.п.)
- ❑ трудно получить новый научный результат, являющейся вкладом в науку

Постановочная характеристика методов

6. **Методы имитационного (статистического) моделирования** (метод Монте-Карло для анализа сложных систем)

Математическое моделирование

Аналитические методы

Недостатки:

1. Необходимы грубые предположения:
   - ❑ о линейности описания процессов
   - ❑ о простейших потоках
   - ❑ об экспоненциальном характере временных параметров
2. Незначительное число управляющих параметров

Преимущества:

- ❑ обозримые результаты
- ❑ видно направление оптимизации
- ❑ незначительная трудоемкость применения

Статистические (имитационные) методы

Преимущества:

1. Возможно использование любых законов распределения, любых видов потоков, нелинейных зависимостей
2. Высокая точность расчетов
3. Большое число управляющих параметров

Недостатки:

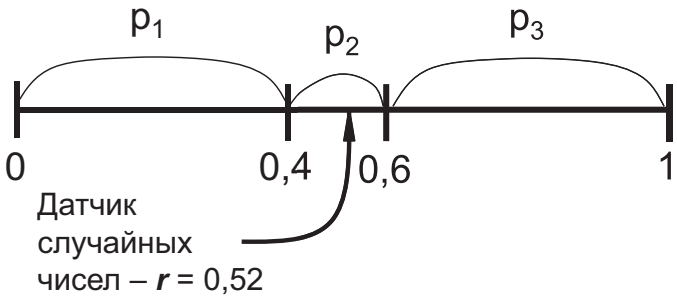
- ❑ не всегда обозримые результаты
- ❑ направление оптимизации необходимо искать
- ❑ трудоемкость применения (для коллектива от 3 мес. до 3 лет)

Постановочная характеристика методов

Сущность имитационного моделирования:

- процесс имитируется с помощью арифметических и логических операций в той последовательности элементарных актов, которая характерна для моделируемого процесса
- каждый раз, когда на ход моделируемого процесса влияет случайный фактор (случайное событие, случайная величина, случайная функция) – его влияние имитируется с помощью специально организованного розыгрыша на ПЭВМ (датчик случайных чисел)
- после набора множества таких реализаций возможна обычная статистическая обработка результатов

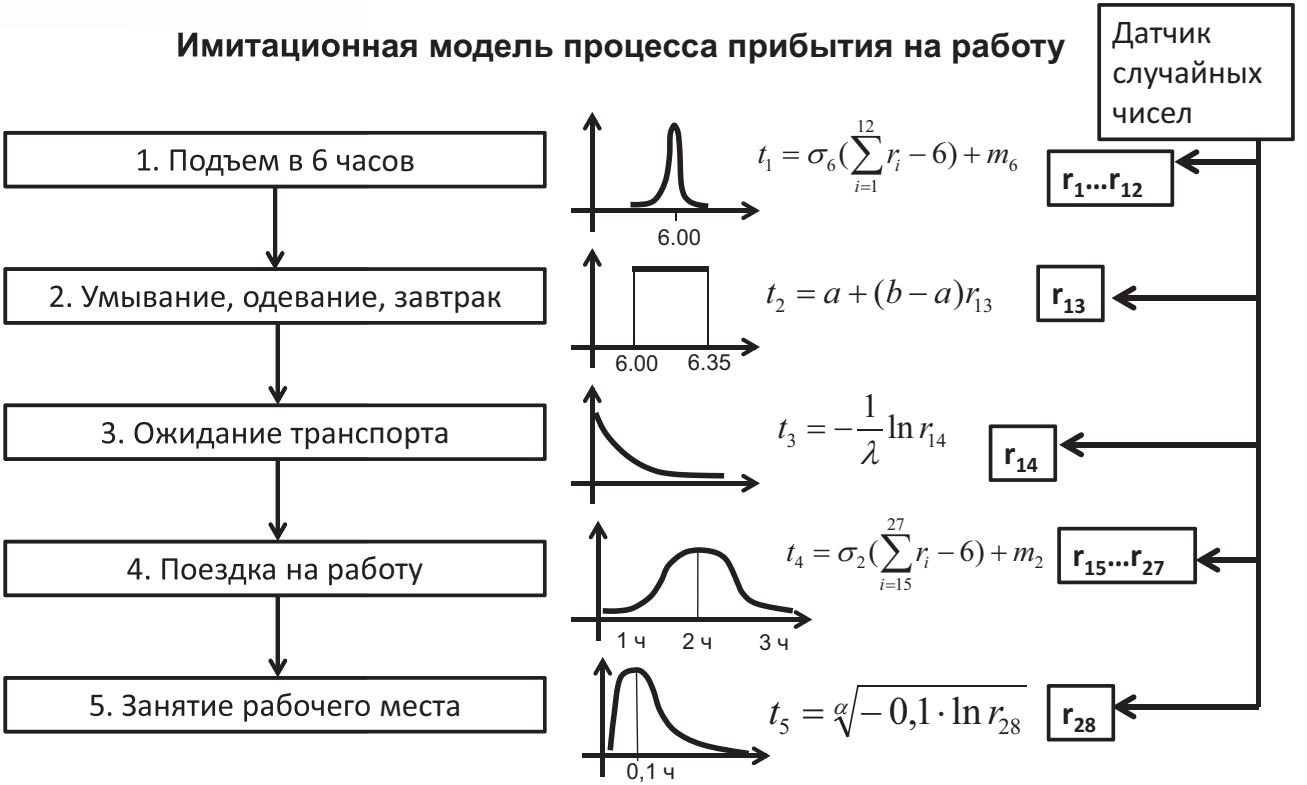
P_1=0,4 – вероятность того, что оператор ЕДДС в режиме ожидания
P_2=0,2 – вероятность того, что оператор ЕДДС в режиме обработки вызова
P_3=0,4 – вероятность того, что оператор ЕДДС в режиме ответа на вызов



Свершилось событие – оператор в режиме обработки вызова

Постановочная характеристика методов

Имитационная модель процесса прибытия на работу

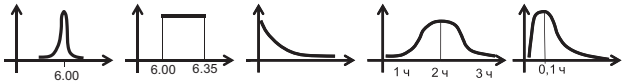


Найти: закон распределения времени прибытия на работу

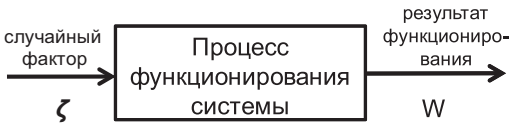
r – равномерно распределенные случайные числа

Постановочная характеристика методов

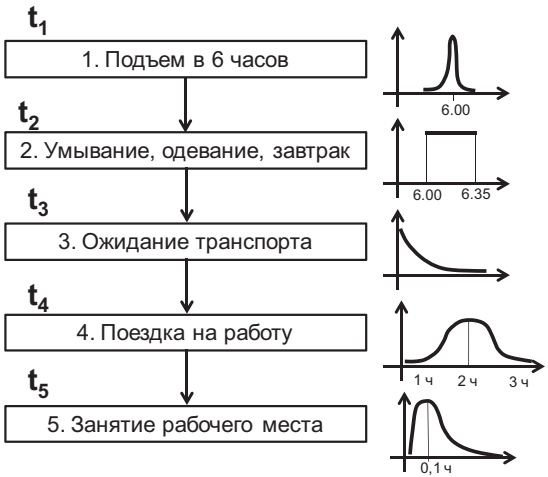
1. Композиция множества различных функций распределения сложна



2. Действие факторов ζ (в т.ч. случайных) на систему приводит не только к разбросу результатов её функционирования W, но и к смещению их средних значений, т.е. средние значения факторов $\zeta_{ср}$ в большинстве случаев не приводят к среднему результату функционирования системы $W_{ср}$



Пусть $W = f(\zeta)$,
тогда в общем случае
$f(\zeta_{ср}) \neq W_{ср}$



за **1-у** реализацию (прогон)

$$t_{приб} = \sum_{j=1}^{5} t_j \qquad j = 1,2,\ldots,5$$

за n реализаций (прогонов)

$$MO(T_{приб}) = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} t_{приб_i}$$

$i = 1,2,\ldots,n$

$$D(T_{приб}) = MO\left[t_{приб\,i} - MO\left(T_{приб}\right)\right]^2$$

Постановочная характеристика методов





Две решаемые задачи:

- ❑ на основе изучения адекватной модели - предложения по функционированию системы
- ❑ на основе изучения неадекватной модели - предложения по изменению структуры системы

Постановочная характеристика методов

Розыгрыш события, заключающегося в попадании в зоне действия рабочего органа УМРЗ элемента завала типа i и массы (объема) j – P_{ij}.
Для завала в целом $\sum_{i=1}^{6}\sum_{j=1}^{4} P_{ij} = 1$

Розыгрыш типа основной операции из множества допустимых (выполняемых с элементом завала типа типа i и массы (объема) j

Определение типов обеспечивающих операций

Определение времени обработки элементов завала типа i и массы (объема) j

Определение числа пострадавших в завале

Определение группы медицинских потерь и состояния k-того пострадавшего

Розыгрыш события, заключающегося в выживании k-того пострадавшего к моменту окончания работ по его деблокированию

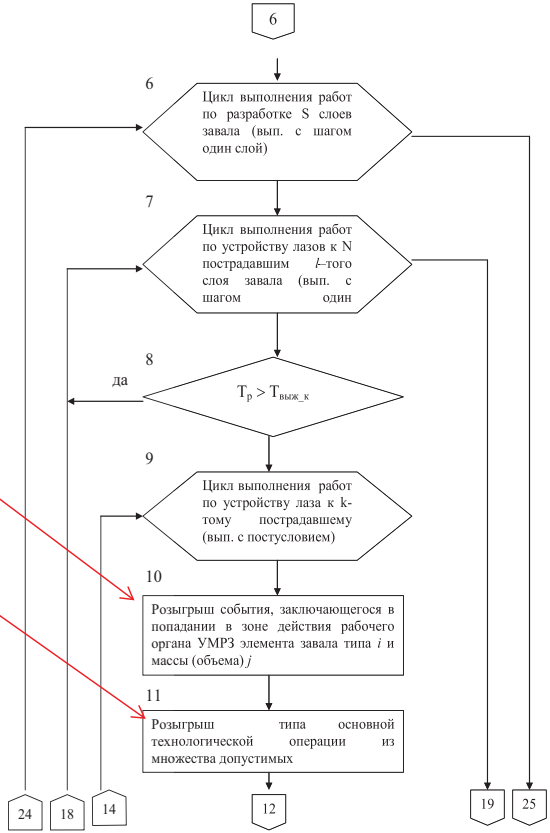
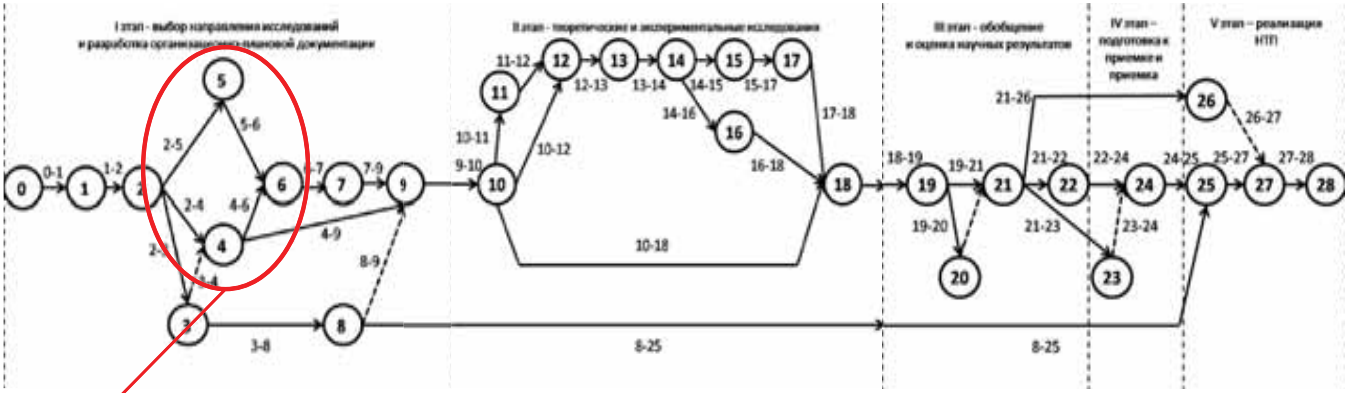


Рис. 2.1. Блок-схема модели функционирования УМРЗ (продолжение)

Постановочная характеристика методов

7. **Методы сетевого планирования (PERT) –** рациональное планирование сложных, комплексных работ **при случайном времени выполнения**:

- ❑ комплексной НИОКР
- ❑ системы защитных мероприятий в субъекте РФ
- ❑ переоснащения пожарно-спасательных сил
- ❑ аварийно-спасательных и других неотложных работ и др.



Работы взаимно обуславливают друг друга: работа №6 не может начаться, пока не будут завершены работы №№ 4 и 5.

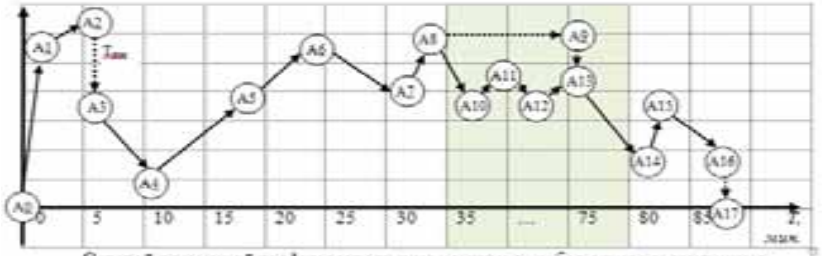
→ работа (мероприятие) ◯ событие, состоящее в выполнении работы

Постановочная характеристика методов

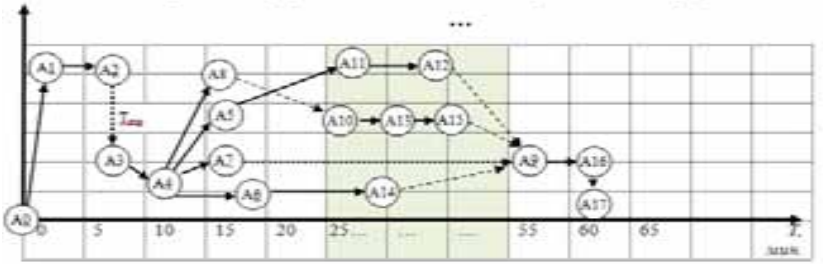
Учет в методах сетевого планирования:

- ❑ времени на проведение отдельных работ и всего комплекса
- ❑ стоимости отдельных работ и всего комплекса
- ❑ сырьевых, энергетических и других ресурсов

Обоснование рационального состава экипажа

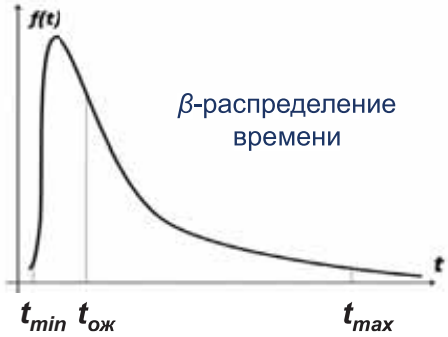


Сетевой временной график выполнения комплекса работ одним сотрудником



Сетевой временной график выполнения комплекса работ четырьмя сотрудниками

Случайное время выполнения работ



$$t_{ож} = \frac{3t_{\min} + 2t_{\max}}{5}$$

$$\sigma = 0{,}04(t_{\max} - t_{\min})^2$$

Постановочная характеристика методов

Задачи сетевого планирования:

прямая - что будет, если примем данную схему выполнения работ

✓ какие могут быть препятствия и как их устранять

обратная – как нужно организовать работы, чтобы они были эффективными:

✓ как распределить ресурсы между работами

✓ когда начинать и заканчивать отдельные работы

Вариант формулировки обратной задачи

Дано:

❑ комплекс состоит из работ a_1, a_2,…,a_n с временем выполнения t_1, t_2,…,t_n

❑ критический путь (минимальное время комплекса работ) больше заданного времени

❑ вложение дополнительных средств в каждую из работ повышает её стоимость, но снижает время выполнения

Найти:

рациональное распределение дополнительных средств в каждую работу, при котором:

❑ срок выполнения комплекса работ будет не выше заданного

❑ сумма вложенных дополнительных средств будет минимальной

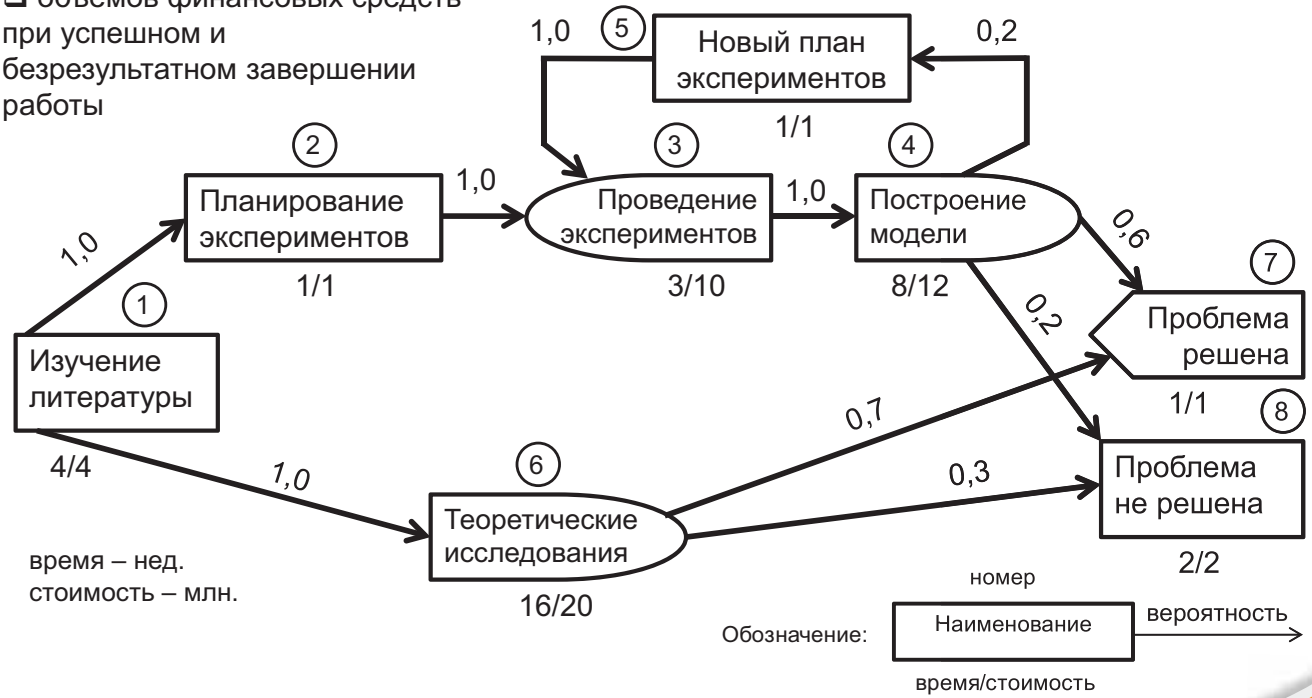
Алгоритмы решения - Б.Я. Курицкий. Поиск оптимальный решений средствами Excel 7.0. СПб.: BHV - Санкт-Петербург, 1997

Постановочная характеристика методов

8. Методы сетевого планирования (GERT) – учет **вероятности реализации** работ

Оценка:

- ❑ вероятности успешного результата работы
- ❑ времени при успешном и безрезультатном завершении работы
- ❑ объемов финансовых средств при успешном и безрезультатном завершении работы



Постановочная характеристика методов

Выход	Вход		
	конъюнктивный 	альтернативный 	дизъюнктивный 
детерминированный 			
вероятностный 			

Постановочная характеристика методов

Выход:

- **детерминированный** – с естественным продолжением намеченных работ (как в PERT)
- **вероятностный** – в зависимости от исходов предыдущих работ

Вход:

- **конъюнктивный (логическое «И»)** - все предшествующие события, указанные приходящей стрелкой, должны произойти прежде, чем сможет начаться данная работа (как в PERT)
- **альтернативный (логическое включающее «ИЛИ»)** - каждая подходящая к событию стрелка (обозначающая наступление единственного события в прошлом) может вызвать начало работы. Таким образом, работа начинается сразу же после завершения любой из предыдущих
- **дизъюнктивная связь (логическое исключающее «ИЛИ»)** - каждая стрелка, подходящая к событию, может вызвать начало работы. Однако в отличие от альтернативной связи, работы, связанные с ходом всего исследования, не независимы, а взаимно исключают одна другую. Поэтому невозможно параллельное выполнение работ и прохождение стартового сигнала к последующей работе по нескольким путям

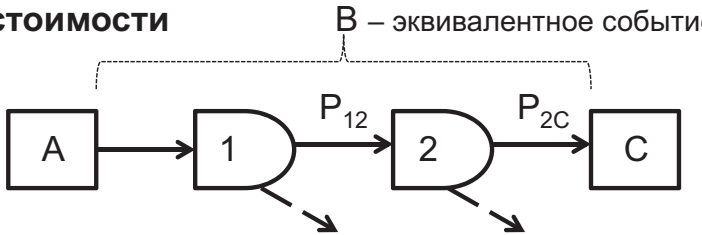
Постановочная характеристика методов

Расчёт вероятности, времени и стоимости

Последовательное соединение

вероятность $P_{BC} = P_{12} \cdot P_{2C}$

время $T_B = T_1 + T_2$

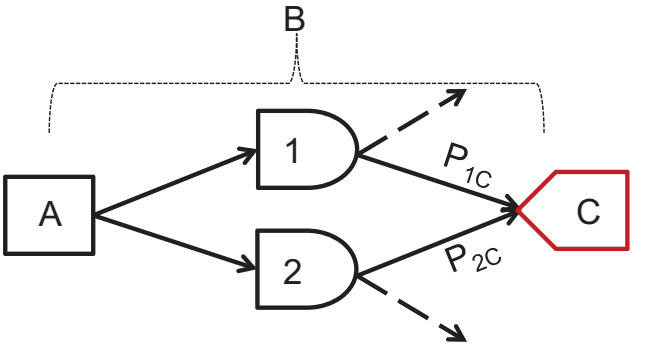


стоимость $З_B = З_1 + З_2$

Конъюнктивное параллельное соединение

вероятность $P_{BC} = P_{1C} \cdot P_{2C}$

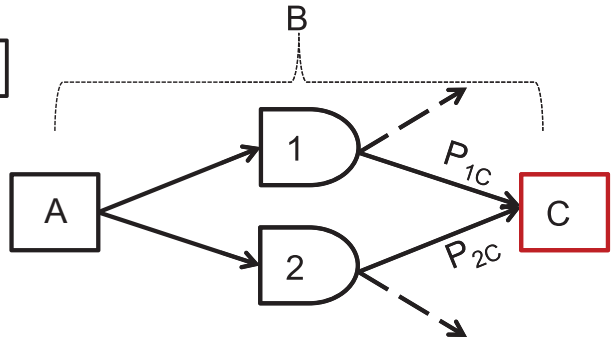
время $T_B = \max(T_1; T_2)$



стоимость $З_B = З_1 + З_2$

Постановочная характеристика методов

Альтернативное параллельное соединение

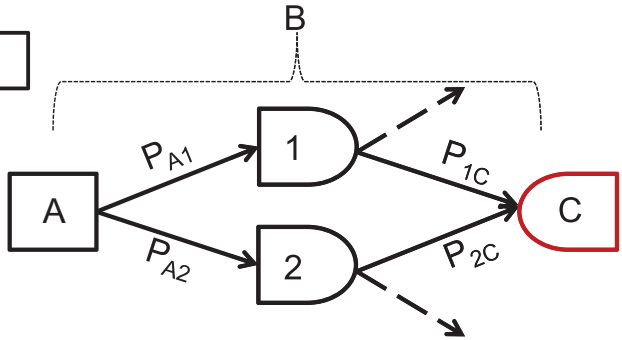


вероятность $P_{BC} = P_{1C} + P_{2C} - P_{1C} \cdot P_{2C}$

стоимость $З_B = З_1 + З_2$

время $T_B = \frac{1}{P_{BC}} \{P_{1C} \cdot T_1 + P_{2C} \cdot T_2 + P_{1C} \cdot P_{2C} [\min(T_1; T_2) - T_1 - T_2]\}$

Дизъюнктивное параллельное соединение



вероятность $P_{BC} = P_{A1} \cdot P_{1C} + P_{A2} \cdot P_{2C}$

время

$T_B = \frac{1}{P_{BC}} (P_{A1} \cdot P_{1C} \cdot T_1 + P_{A2} \cdot P_{2C} \cdot T_2)$

стоимость $З_B = \frac{1}{P_{BC}} (P_{A1} \cdot P_{1C} \cdot З_1 + P_{A2} \cdot P_{2C} \cdot З_2)$

Постановочная характеристика методов

Простое обратное соединение (обратная связь)

вероятность

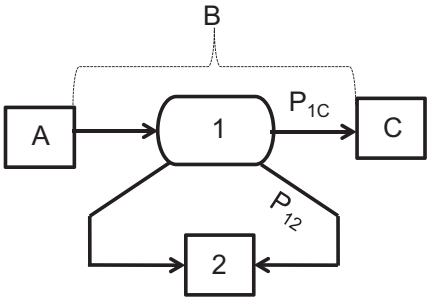
$$P_{BC} = \frac{P_{1C}}{1 - P_{12}}$$

время

$$T_B = \frac{T_1 + P_{12} \cdot T_2}{1 - P_{12}}$$

стоимость

$$З_B = \frac{З_1 + P_{12} \cdot З_2}{1 - P_{12}}$$



Для используемых исходных данных:

- ❑ вероятность успешного результата работы – 82,5%
- ❑ время успешного завершении работы – 20,2 недели
- ❑ стоимость успешного завершения работы – 53,8 млн. руб.

- ❑ вероятность безрезультатного завершения работы – 17,5%
- ❑ время безрезультатного завершении работы – 23 недели
- ❑ стоимость безрезультатного завершения работы – 54,8 млн. руб.

Науман Э. Принять решение, но как? М.: Мир, 1987.
Ахьюджо Х. Сетевые методы управления при проектировании и производстве. М.: Мир, 1979.

Постановочная характеристика методов

9. **Методы экспертного опроса** применяются в случае:
- ❑ недостаточной достоверности информации
- ❑ качественного характера информации
- ❑ сбор информации требует больших затрат
- ❑ неопределенности информации и т.п.

Предпосылки и допущения экспертных опросов:
- ❑ эксперт высказывает мнение на основе опыта, здравого смысла, интуиции, без расчетов и логического анализа
- ❑ мнение одного эксперта эквивалентно одной реализации случайной величины, совокупность мнений – выборке из генеральной совокупности. Можно применять математическую статистику
- ❑ для простых проблем: чем ближе мнения экспертов, тем более достоверна групповая оценка
- ❑ для сложных проблем: чем дальше, оригинальнее мнения эксперта, тем оно может быть более достоверным
- ❑ оценка сложной проблемы более достоверна, если она структурирована, т.е. разделена на более мелкие составляющие
- ❑ человек плохо мыслит числами, лучше понятиями. Поэтому более предпочтительны номинальная и порядковая шкалы, менее предпочтительны – интервальная, отношений и абсолютная шкалы

Постановочная характеристика методов

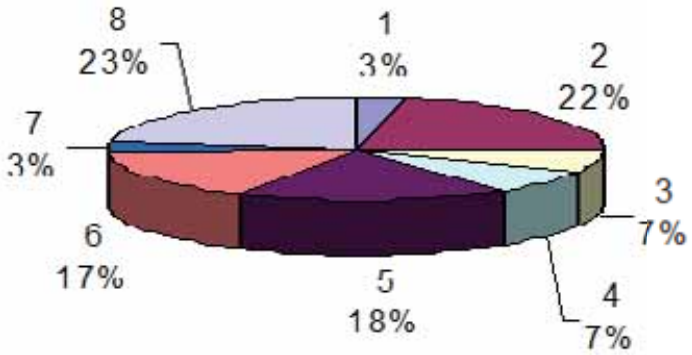
❑ Экспертный выбор наиболее существенных характеристик УМРЗ по порядковой (**ранговой**) шкале

Эксперт	Характеристика							
	номенк-латура рабочих органов (РО)	грузо-подъем-ность стрелы	тип крепле-ния РО	тип стрелы	наличие разъе-мов для ГАСИ	коли-чество манипу-ляторов	объем грей-ферного ковша	время замены РО
1	1	11	5	3	8	10	2	12
2	1	11	4	3	10	8	2	12
3	1	11	5	3	10	9	2	12
4	3	12	4	5	7	10	1	11
5	2	11	3	4	9	10	1	12
6	1	11	3	4	10	8	2	12
7	2	12	3	4	11	9	1	10

❑ Расчет коэффициента **ранговой корреляции** (конкордации) для оценки **согласованности мнений экспертов**

Постановочная характеристика методов

❑ Усредненные оценки значимости характеристик УМРЗ после подтверждения неслучайного характера согласованности мнений экспертов



1 - номенклатура РО
2 - грузоподъемность стрелы при вылете 10-12 м
3 - тип крепления РО
4 - тип стрелы
5 - наличие разъемов для подсоединения ручного ГАСИ
6 - количество манипуляторов на стреле
7 - емкость жесткого грейферного ковша
8 - время замены РО

Постановочная характеристика методов

❑ Методика экспертной оценки стоимости вариантов УМРЗ с использованием аппарата **теории планирования экспериментов** (ТПЭ).

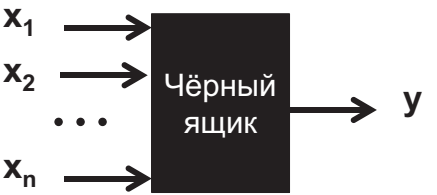
Планирование экспериментов выполняется с целью:

- ❑ оптимизации выхода продукта (в химической промышленности и т.п.)
- ❑ **построения интерполяционной зависимости** явления, процесса

Определялась зависимость стоимости машины от ее характеристик. Поскольку истинный вид такой зависимости неизвестен, то для его описания применялся степенной ряд (полином):

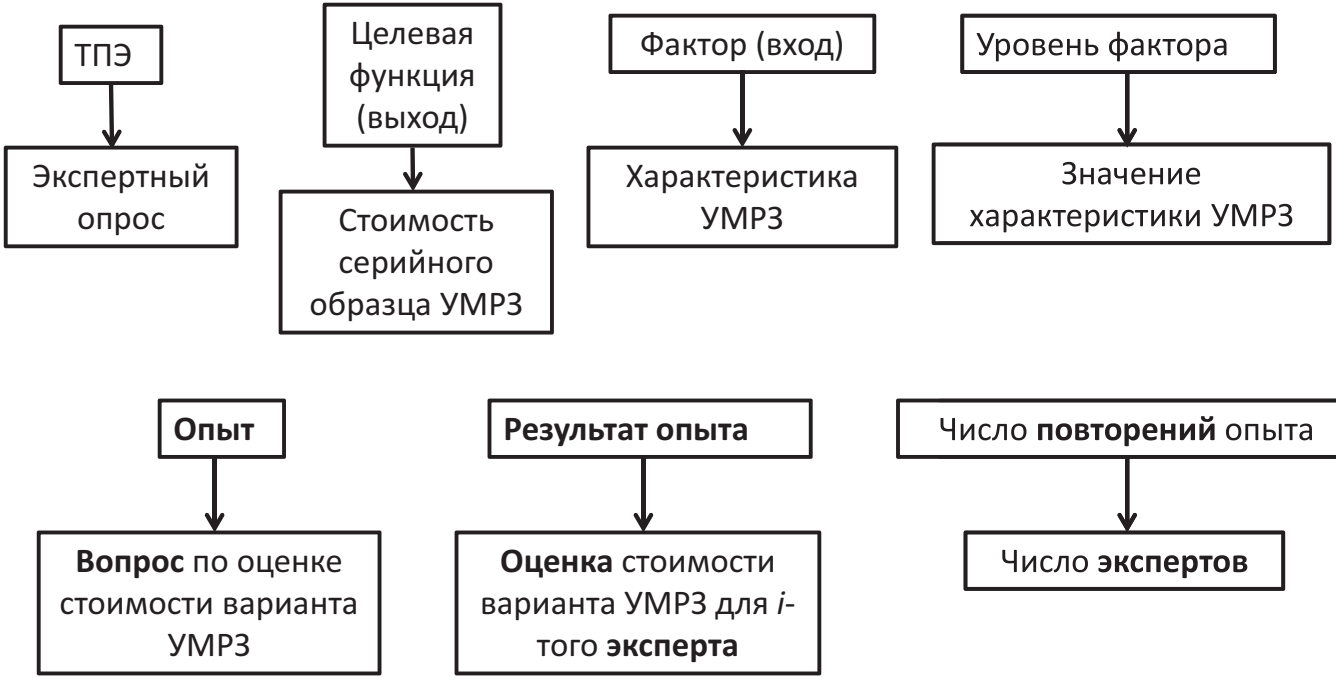
$$y = b_0 + \sum_{i=1}^{n} b_i \cdot x_i + \sum_{i,j=1}^{n} b_{ij} \cdot x_i \cdot x_j + \sum_{i=1}^{n} b_{ii} \cdot x_i^{\,2} + \ldots,$$

x – переменный фактор
b – коэффициент регрессии
n – количество переменных факторов



Постановочная характеристика методов

Соотношение понятий ТПЭ и экспертного опроса
по оценке стоимости вариантов УМРЗ



Постановочная характеристика методов

Для получения линейного полинома (для интерполяции - достаточно) факторы варьируются на двух уровнях. При этом количество опытов подсчитывается по формуле:

$$N = 2^n$$

N – количество опытов (**экспертов**)

n – количество факторов (**характеристик** УМРЗ)

Эксперты давали оценку стоимости машины при определенных сочетаниях значений ТТХ (**уровней факторов**), т.е. отвечали на вопрос:

какая будет стоимость УМРЗ, если время замены рабочих органов будет 2 мин., грузоподъемность стрелы – 10 тонн и т.п.

Уровни факторов (***min*** и ***max*** значения **ТТХ**)

Уровни / Факторы	Верхний уровень	Нижний уровень
Время замены РО, час	0,1	0,025
Грузоподъемность стрелы при вылете 10-12 м, т	5	0,5
Количество манипуляторов , ед	2	1
Наличие разъемов для подключения ГАСИ	+1 (если есть)	-1 (если нет)

Постановочная характеристика методов

Средняя стоимость

Чем больше коэффициент – тем значимей вклад ТТХ в стоимость

Знак «+» - положительный вклад в стоимость, «-» - отрицательный

$$C_{умрз} = 142{,}3 - 9{,}5 \cdot T_{зам} + 6{,}3 \cdot G + 3{,}8 \cdot n_m + 2{,}0 \cdot n$$

$T_{зам}$ – время замены рабочих органов
G - грузоподъемность стрелы при вылете 10-12 м
n_m - количество манипуляторов
n - наличие разъемов для подключения ГАСИ

Далее:
- ❑ оценка значимости коэффициентов регрессии
- ❑ оценка адекватности уравнения регрессии результатам экспертного опроса

Постановочная характеристика методов

Формы экспертных вопросов

Оцените, пожалуйста, минимальное и максимальное время выполнения этапов НИОКР:

Этап НИОКР	Один год выполнения этапа								Два года ...
	1 мес.	2 мес.	3 мес.	4 мес.	5 мес.	6 мес.	...	12 мес.	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Разработка нового научно-методического аппарата			X			X			
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Сбор и обработка исходных данных		X		2 чел.		X			
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Проведение натурных экспериментов	X			5 чел.				X	

Постановочная характеристика методов

Формы экспертных вопросов

Оцените, пожалуйста, степень влияния **уровня научных результатов** и **наличия научно-технического задела** на продолжительность НИОКР. Для этого проведите по пунктиру линию от каждого варианта к одному из значений шкалы влияния, которое, по Вашему мнению, в наибольшей степени ему соответствует.

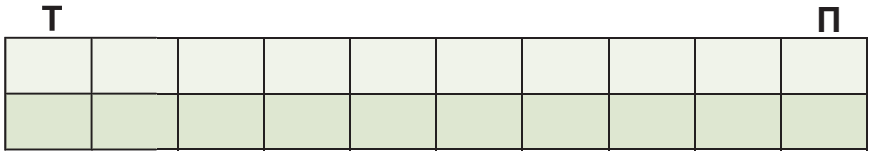


Лингвистические значения шкалы влияния	Количественные значения шкалы влияния
Практически **не влияет** на увеличение продолжительности	**1,0**
Слабо влияет на увеличение продолжительности	**2,0**
В **существенной мере влияет** на увеличение продолжительности	**3,5**
Сильно влияет на увеличение продолжительности	**5,0**
Очень сильно влияет на увеличение продолжительности	**7,5 и более**

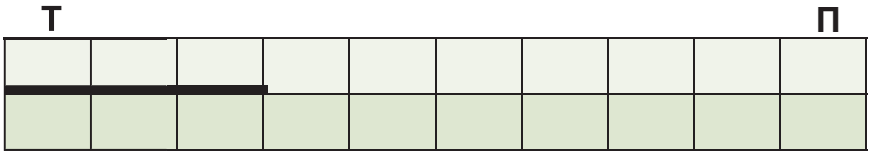
Постановочная характеристика методов

Формы экспертных вопросов

Оцените, пожалуйста, **требуемое соотношение** (по времени) **практических** и **теоретических занятий** по теме «Действия при аварии на химически опасном объекте». Для этого необходимо использовать следующую форму:



Всё пространство разбито на десять равных частей. Каждая часть соответствует 10% общего объема учебного времени, отводимого на данную тему. Буквы «Т» и «П» обозначают теоретические и практические занятия соответственно. Необходимо от левого края (буквы «Т») или правого края (буквы «П») провести линию, пересекающую столько делений, сколько учебного времени (в %) должно отводиться на теоретическую или практическую части.



Линия проведена от левого края (буквы «Т») на 3 деления вправо. Это означает, что по данной теме 30% времени нужно отвести на теоретические занятия, а 70% - на практические

Постановочная характеристика методов

Формы экспертных вопросов

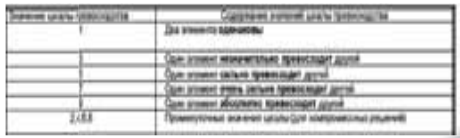
Оцените, пожалуйста, значимость следующих разделов курса ОБЖ для общеобразовательных учреждений:

- ❑ безопасность и защита человека в чрезвычайных ситуациях
- ❑ основы медицинских знаний и охрана здоровья
- ❑ основы подготовки к военной службе

	Безопасность и защита человека в чрезвычайных ситуациях	Основы медицинских знаний и охрана здоровья	Основы подготовки к военной службе
Безопасность и защита человека в чрезвычайных ситуациях	**1**	**1/3**	**2**
Основы медицинских знаний и охрана здоровья	**3**	**1**	**5**
Основы подготовки к военной службе	**1/2**	**1/5**	**1**

Заполнение таблицы выполняется последовательно – для 1-ой строки «перебираются» все столбцы, для второй и т.д. На пересечении строки и столбца ставится значение шкалы превосходства, характеризующее степень различия одной темы (строка) с другой (столбец) с точки зрения достижения цели обучения.

Шкала превосходства



Постановочная характеристика методов

Измерительные шкалы

Измерение (шкалирование) – операция, когда наблюдаемому состоянию объекта (явления, процесса) ставится в соответствие определенное обозначение (символ – а, б; номер – 1, 2; число – 3,24; 3,89).

Шкала зависит от характера явления и необходимой полноты информации.

Шкала: **номинальная** (классификационная)

- **Определяет**: различие объектов или их принадлежность к одному классу
- **Наличие точки отсчета (нуля), единицы измерения**: нет
- **Пример**: классы техники, категории больных, типы инструмента, закрытые типы вопросов (выбор одного варианта из нескольких)
- **Допустимые действия**: проверка совпадения (да-нет), количество совпадений, относительная частота, **мода** (номер наиболее частого класса – средняя величина), допустимые статистические процедуры

Допустимые действия: выводы, сделанные на основе данных, измеренных в шкале определенного типа, не должны меняться при допустимом преобразовании шкалы измерения этих данных

Постановочная характеристика методов

Шкала: **порядковая** (ранговая, бальная)

- **Определяет**: сравнение объектов между собой (лучше-хуже, дальше-ближе, сильней-слабей)
- **Наличие точки отсчета (нуля), единицы измерения**: нет
- **Пример**: сила ветра, магнитуда землетрясений, баллы обучаемых, ранги свойств
- **Допустимые действия**: те же, что в номинальной шкале, а также ранг наблюдения, выборочная **медиана** (средняя величина), выборочные квантили, ранговая корреляция
- **Предупреждение**: хотя и обозначается цифрами, но числовых действий производить нельзя (например, расчет среднего арифметического ранга)! Нужно оценивать медиану Кемени и т.п.

Постановочная характеристика методов

Шкала: **интервальная**

- **Определяет**: интервалы между отдельными наблюдениями
- **Произвольные точка отсчета и единица измерения**
- **Пример**: температура (по Цельсию, Фаренгейту), время, высота местности
- **Допустимые действия**: те же, что в порядковой шкале, а также определение интервала, отношение интервалов, среднее арифметическое (средняя величина) и т.п.
- **Предупреждение**: только интервалы имеют смысл чисел!

t_1=20^{0}C t_1=68^{0}F

t_2=30^{0}C t_2=86^{0}F

t_3=60^{0}C t_3=140^{0}F

$$\frac{t_3 - t_2}{t_2 - t_1} = \frac{60^0 C - 30^0 C}{30^0 C - 20^0 C} = \frac{140^0 F - 86^0 F}{86^0 F - 68^0 F} = 3$$

Постановочная характеристика методов

Шкала: **отношений**

- **Определяет**: расстояния, отношения (на сколько, во сколько меньше-больше)
- **Абсолютная точка отсчета и произвольная единица измерения**
- **Пример**: длина, вес, сила тока, температура (по Кельвину)
- **Допустимые действия**: любые арифметические действия

Шкала: **абсолютная**

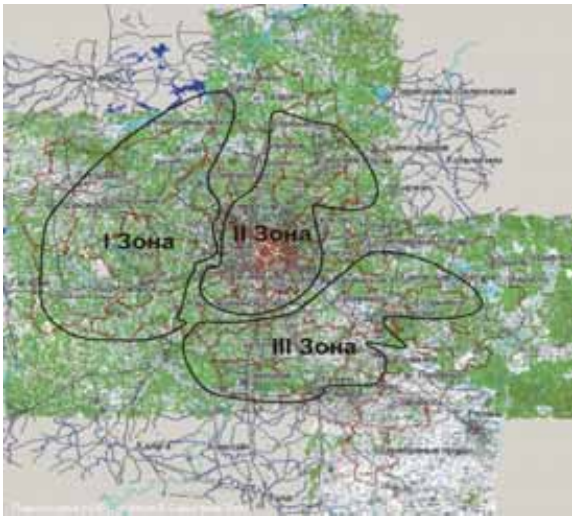
- **Определяет**: любые расстояния, отношения
- **Абсолютные точка отсчета и единица измерения**
- **Пример**: явления резонанса, гармонические отношения звуков, размеров, количество фотонов, квантов, людей, дефектов (непрерывные и дискретные)
- **Допустимые действия**: любые арифметические действия, показатель степени, аргумент логарифма

Постановочная характеристика методов

10. **Методы кластерного анализа -** разбиение множества объектов на заданное или неизвестное число подмножеств (кластеров) с учетом расстояния между объектами. Под расстоянием понимается мера сходства, близости объектов между собой по рассматриваемым признакам

Найти:
такую зону обслуживания АС вертолета, чтобы среднее расстояние от предполагаемого места размещения вертолета до мест свершения ДТП в зоне было минимальным.

- объект - место выполнения АСР (место свершения ДТП)
- признак – декартовы координаты этого места
- кластеры - объединения близкорасположенных мест выполнения спасательных работ с использованием АС вертолета, (зоны обслуживания)



Распределение территории Московской области на зоны обслуживания для трех вертолетов

Постановочная характеристика методов

Обоснование рациональной структуры систем информирования
и оповещения населения с учетом территориальных факторов

Мера близости

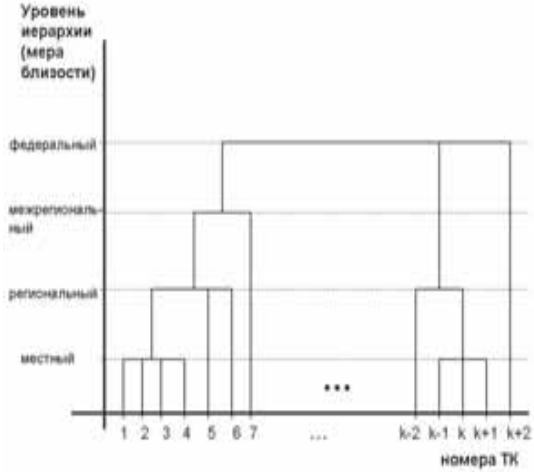
$$d_{ij} = \left(\sum_{k=1}^{p} \left| x_{ik} - x_{jk} \right|^{r}\right)^{1/r}$$

d_{ij} - расстояние между объектами *i* и *j*;

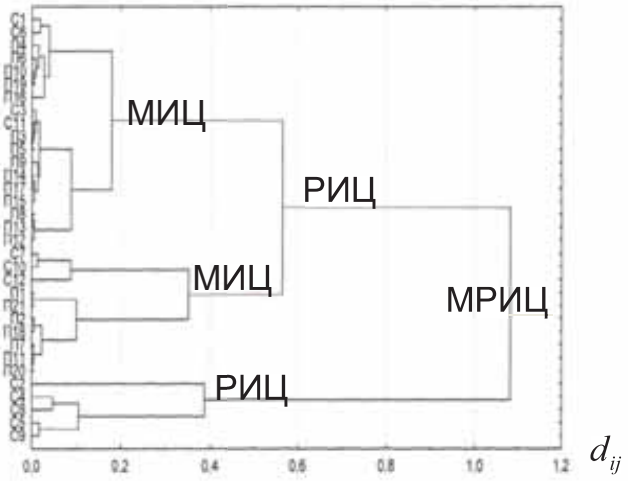
x_{ik} - значение *k*-той переменной для *i*-того объекта;

x_{jk} - значение *k*-той переменной для *j*-того объекта;

r - размерность метрического пространства.



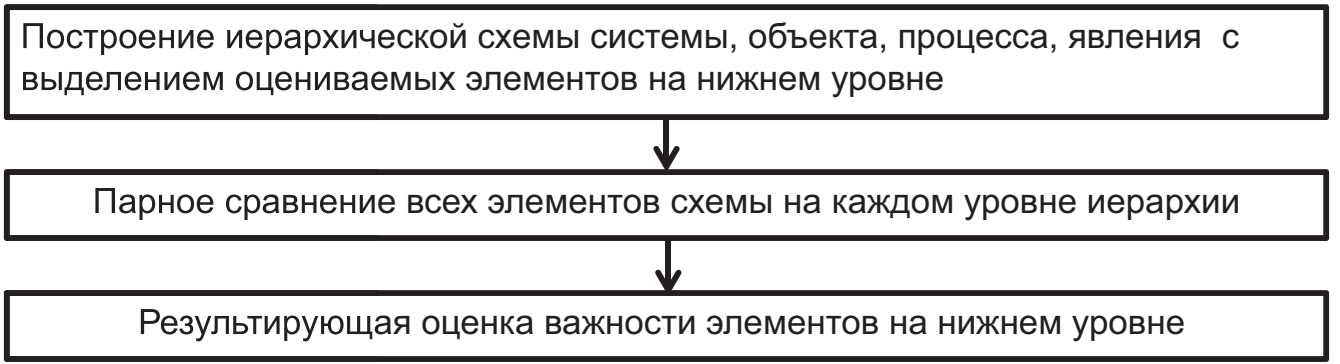
Пример использования кластерного анализа при определении структуры системы (дендрограмма объединения терминальных комплексов (ТК))



п – ТК на базе плазменных панелей
с – ТК на базе светодиодных экранов

Постановочная характеристика методов

11. **Метод анализа иерархий –** сочетает теорию матриц и экспертные процедуры



Преимущества:

- ❑ незначительные затраты на проведение исследований
- ❑ минимальное число упрощающих допущений
- ❑ значительная адекватность экспертных суждений
- ❑ возможность отразить сложность, в т.ч. многофакторность, реальности
- ❑ наглядность результатов

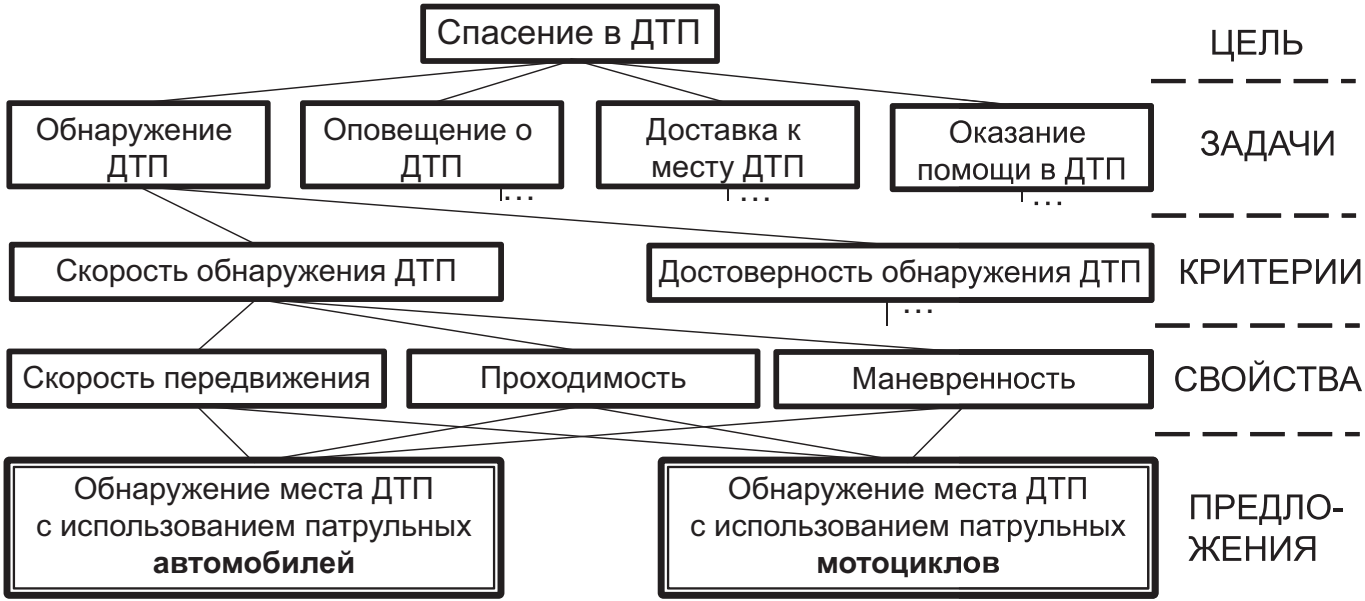
Недостатки:

- ❑ трудности в корректной постановке некоторых вопросов экспертам
- ❑ некорректная процедура перехода от бальной (порядковой) к другим шкалам

Постановочная характеристика методов

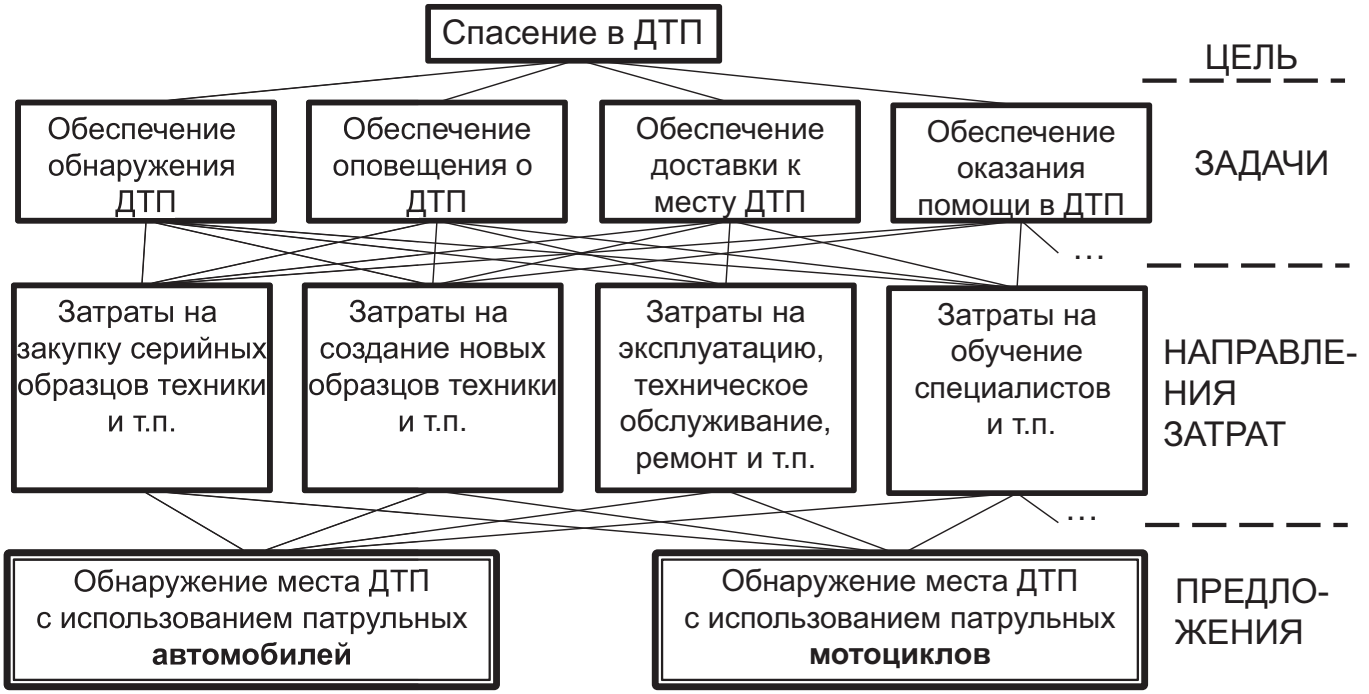
Задача – нужно выполнить технико-экономическую оценку ряда предложений по совершенствованию системы спасения пострадавших в ДТП

Иерархия влияния предложений на эффективность (W) спасения в ДТП



Постановочная характеристика методов

Иерархия влияния предложений на затраты (Z) на спасение в ДТП



Постановочная характеристика методов

Парные сравнения

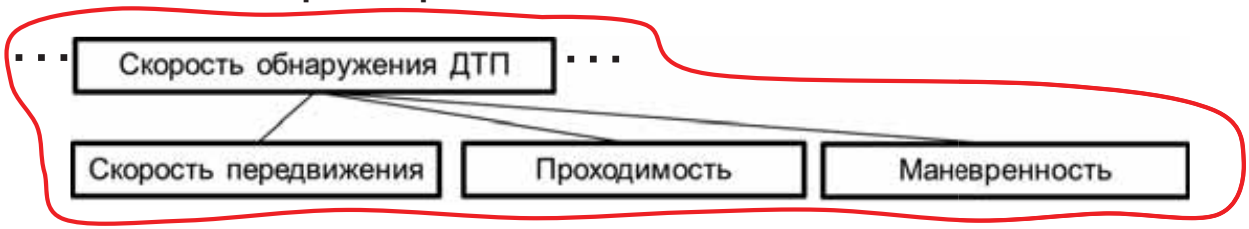


Таблица парных сравнений

С точки зрения скорости обнаружения ДТП	Скорость передвижения	Проходимость	Маневренность
Скорость передвижения	$a_{11} = \mathbf{1}$	a_{12}	a_{13}
Проходимость	$a_{21} = (a_{12})^{-1}$	$a_{22} = \mathbf{1}$	a_{23}
Маневренность	$a_{31} = (a_{13})^{-1}$	$a_{32} = (a_{23})^{-1}$	$a_{33} = \mathbf{1}$

Шкала превосходства

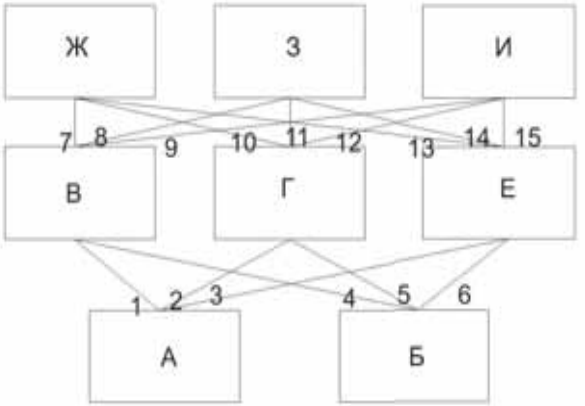
Значение шкалы превосходства	Содержание значений шкалы превосходства
1	Два элемента **одинаковы**
3	Один элемент **незначительно превосходит** другой
5	Один элемент **сильно превосходит** другой
7	Один элемент **очень сильно превосходит** другой
9	Один элемент **абсолютно превосходит** другой
2,4,6,8	Промежуточные значения шкалы (для компромиссных решений)

Постановочная характеристика методов

Вычисляем **главные собственные вектора (ГСВ)** каждой **матрицы** (таблицы сравнений).

Упрощенный способ (без решения алгебраических уравнений): суммировать элементы каждой строки и нормализовать делением суммы каждой строки на сумму всех элементов в матрице. Первый элемент ГСВ будет оценкой превосходства первого объекта, второй – второго объекта и т.д.

Вычисляем **значимость** рассматриваемых **предложений** (например, А и Б):



$$А=АВ•(ВЖ+ВЗ+ВИ)+АГ•(ГЖ+ГЗ+ГИ)+$$
$$+АЕ•(ЕЖ+ЕЗ+ЕИ)=1•(7+8+9)+2•(10+11+12)+$$
$$+3•(13+14+15)=216$$

$$Б=БВ•(ВЖ+ВЗ+ВИ)+БГ•(ГЖ+ГЗ+ГИ)+$$
$$+БЕ•(ЕЖ+ЕЗ+ЕИ)=4•(7+8+9)+5•(10+11+12)+$$
$$+6•(13+14+15)=513$$

Далее – оптимизационная задача и т.п.:

$$(w_1, w_2, ..., w_i, ..., w_n); \quad (z_1, z_2, ..., w_i, ..., z_n) \rightarrow \frac{w_1}{z_1} \geq \frac{w_2}{z_2} \geq ... \geq \frac{w_n}{z_n}$$

$$Z_i = Z_k \cdot \frac{z_i}{z_k} \longrightarrow \sum_{j=1}^{d} Z_j \leq Z_\Sigma$$

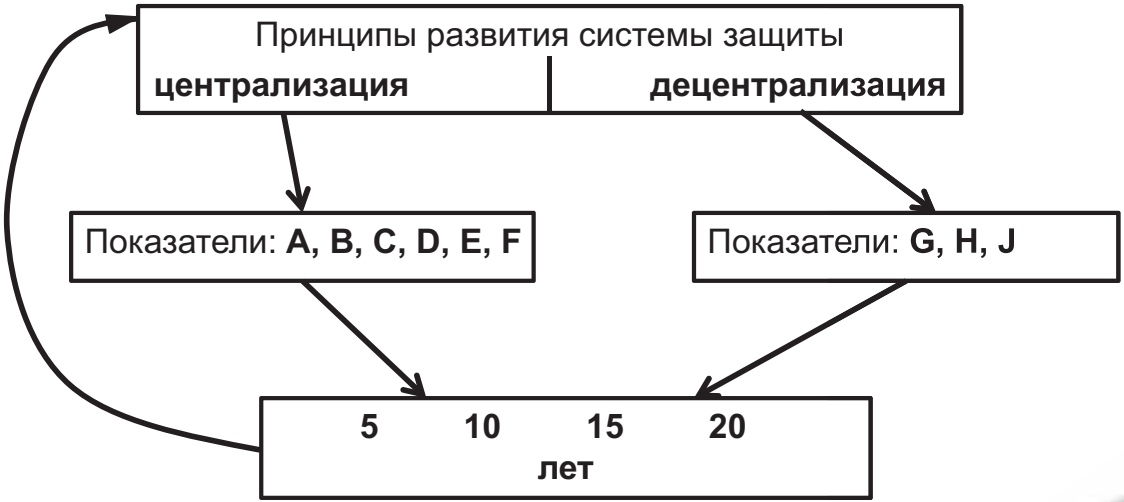
Постановочная характеристика методов

12. **Метод аналитических сетей** – расширение возможностей МАИ для зависимостей и обратных связей

Преимущества по сравнению с МАИ:

- ❑ учёт временных трендов, возможность прогноза на разные горизонты
- ❑ учёт зависимостей разных элементов друг от друга
- ❑ учёт обратных связей элементов
- ❑ возможность получения нового упорядочения старых альтернатив при введении новой альтернативы

Прогнозирование даты реализации принципа развития системы защиты



Постановочная характеристика методов

1. Какой из показателей централизации имеет больший потенциал влияния и насколько больший



2. Какой из показателей децентрализации имеет больший потенциал влияния и насколько больший

цен	A	B	C	D	E	F	ГСВ
A	1	a_{12}	…	…	…	…	.118
B	$(a_{12})^{-1}$	1	…	…	…	…	.029
C	…	…	1		…	…	.058
D	…	…	…	1	…	…	.334
E	…	…	…	…	1	…	.118
F	…	…	…	…	…	1	.343

дец	G	H	J	ГСВ
G	1	b_{12}	…	.584
H	$(b_{12})^{-1}$	1	…	.281
J	…	…	1	.135

3. Какой срок является наиболее вероятным для появления положительных изменений, если соответствующий показатель рассматривается как единственная движущая сила?

A	5	10	15	20	ГСВ
5	…	…	…	…	.043
10	…	…	…	…	.113
15	…	…	…	…	.310
20	…	…	…	…	.534

B	5	10	15	20	ГСВ
5	…	…	…	…	.083
10	…	…	…	…	.083
15	…	…	…	…	.417
20	…	…	…	…	.417

C	5	10	15	20	ГСВ
5	…	…	…	…	.078
10	…	…	…	…	.078
15	…	…	…	…	.305
20	…	…	…	…	.538

Постановочная характеристика методов

4. Какой срок является наиболее вероятным для появления положительных изменений, если соответствующий показатель рассматривается как единственная движущая сила?

D	5	10	15	20	ГСВ
5	...	...	...	...	.099
10	...	...	...	...	.087
15	...	...	...	...	.382
20	...	...	...	...	.432

E	5	10	15	20	ГСВ
5	...	...	...	...	.605
10	...	...	...	...	.262
15	...	...	...	...	.042
20	...	...	...	...	.091

F	5	10	15	20	ГСВ
5	...	...	...	...	.517
10	...	...	...	...	.305
15	...	...	...	...	.124
20	...	...	...	...	.054



5. Какой принцип с большей вероятностью будет реализован в рассматриваемые сроки?

5 лет	цен	дец	ГСВ
цен	...	...	.833
дец	...	...	.617

10 лет	цен	дец	ГСВ
цен	...	...	.833
дец	...	...	.617

15 лет	цен	дец	ГСВ
цен	...	...	.500
дец	...	...	.500

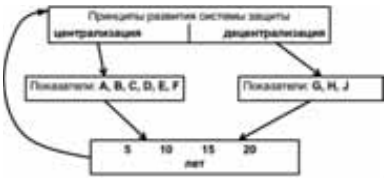
20 лет	цен	дец	ГСВ
цен	...	...	.167
дец	...	...	.833

G	5	10	15	20	ГСВ
5	...	...	...	...	.049
10	...	...	...	...	.085
15	...	...	...	...	.236
20	...	...	...	...	.630

H	5	10	15	20	ГСВ
5	...	...	...	...	.049
10	...	...	...	...	.085
15	...	...	...	...	.236
20	...	...	...	...	.630

J	5	10	15	20	ГСВ
5	...	...	...	...	.089
10	...	...	...	...	.089
15	...	...	...	...	.208
20	...	...	...	...	.613

Постановочная характеристика методов



1. Из результатов парных сравнений (ГСВ) составить суперматрицу

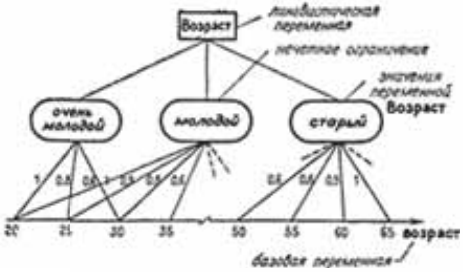
2. Суперматрицу возвести в больш*и*е степени (10 и более)

3. Из полученной матрицы выбрать предельные приоритеты альтернатив

	цен	дец	A	B	C	D	E	F	G	H	J	5	10	15	20
цен	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.833	.833	.500	.167
дец	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.167	.167	.500	.083
A	.118	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B	.029	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C	.058	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D	.334	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	.118	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F	.343	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G	0	.584	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H	0	.281	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
J	0	.135	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	.043	.083	.078	.517	.099	.605	.049	.049	.089	0	0	0	0
10	0	0	.113	.083	.078	.305	.086	.262	.085	.085	.089	0	0	0	0
15	0	0	.310	.417	.305	.124	.383	.042	.236	.236	.209	0	0	0	0
20	0	0	.534	.417	.539	.054	.432	.091	.630	.630	.613	0	0	0	0

Постановочная характеристика методов

13. **Методы теории нечетких множеств**



Предпосылки применения ТНМ:

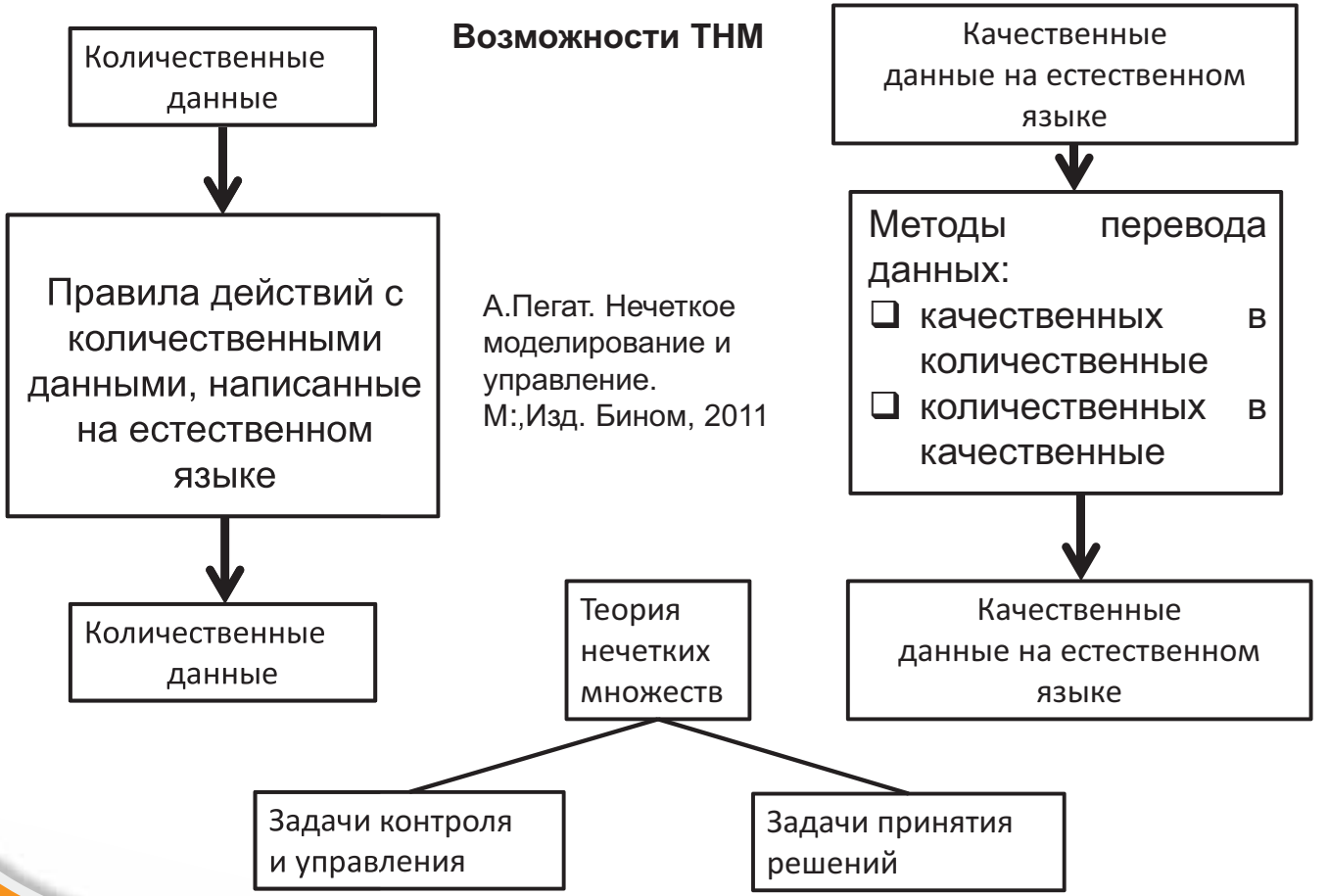
- человек мыслит не числами, а понятиями, мир человека – нечёткий
- при построении формальных моделей чаще всего пользуются детерминированными методами и тем самым вносят определенность в те ситуации, где ее в действительности не существует
- чем сложнее система, тем менее мы способны дать точные и в то же время имеющие практическое значение суждения о ее поведении
- очень часто значительная часть информации, необходимой для математического описания сложных систем, существует в форме представлений или пожеланий экспертов



Пустыня – бесплодное место, покрытое песком.
Если убрать одну песчинку, останется пустыня?
Если убрать две песчинки, останется пустыня?
…
Сколько нужно убрать песчинок, чтобы исчезла пустыня?



Постановочная характеристика методов



Постановочная характеристика методов



Постановочная характеристика методов

ОТЛИЧИЯ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТИ ОТ ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ

ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТИ

неопределенность в наступлении случайных событий



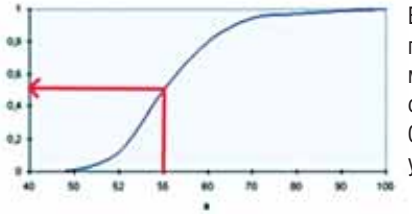


P=0,5 P≈0

ТЕОРИЯ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ

неопределенность в качественных характеристиках объектов

Функция принадлежности лингвистической переменной множеству **«зрелый»**



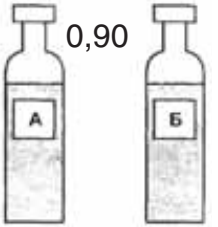
Возраст 55 лет принадлежит множеству **«зрелый»** со степенью 0,52 (экспертной уверенности)

$\mu_{55\ лет} = 0{,}52$ («зрелый»)

Пример: Путник в пустыне нашел бутылку с непонятной жидкостью.

Вероятность того, что жидкость пригодна для питья – 0,90.

Из 100 бутылок 90 содержит жидкость пригодную для питья, 10 – непригодную (шансы 1/10 случаев получить сильное отравление и летальный исход)



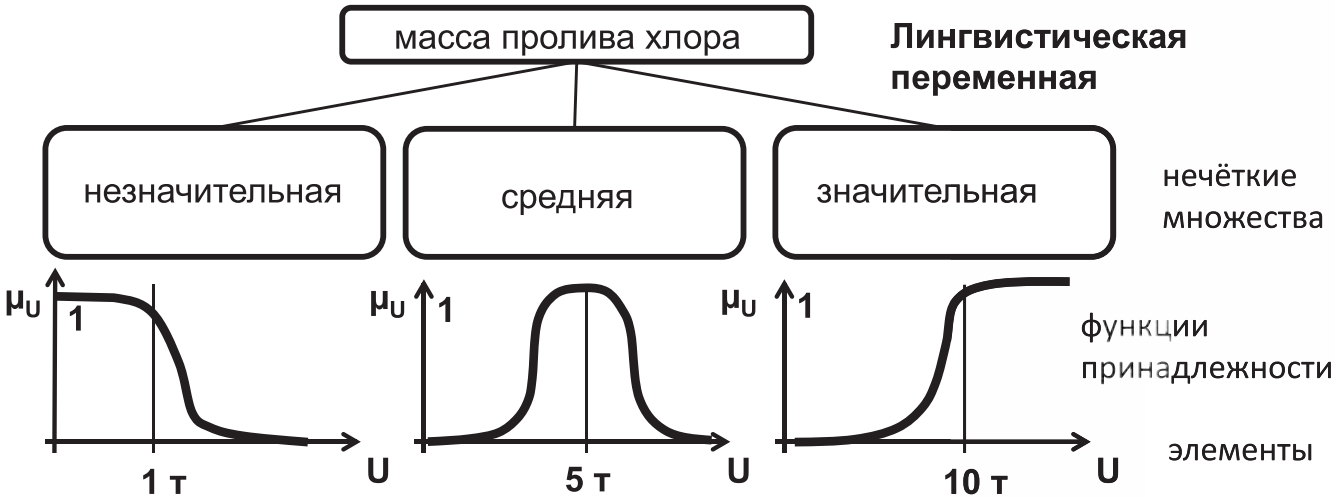
Степень принадлежности содержимого бутылки к жидкости, пригодной для питья – 0,90.

В каждой бутылке жидкость на 90% пригодна для питья, 10% - непригодна (слабое отравление от каждой бутылки)

Постановочная характеристика методов

Особенности теории нечетких множеств:

- вместо или в дополнение к числовым переменным используются нечеткие величины и **лингвистические** переменные
- простые отношения между переменными описываются с помощью **нечетких высказываний**
- сложные отношения описываются **нечеткими алгоритмами**



μ_u - функция принадлежности (степень экспертной уверенности о принадлежности элементов нечётким множествам, например, принадлежности «значений массы хлора по шкале действительных чисел U» нечётким множествам «незначительная», «средняя» и «значительная», $\mu_U \in [0;1]$, $u \in U$)

Постановочная характеристика методов

Нечеткие высказывания (импликации)

ЕСЛИ (условие) **ТО** (заключение)

ЕСЛИ (масса хлора незначительная) и (скорость ветра средняя) **ТО** (вероятность заражения средняя)

Схема вывода на основе нечетких высказываний **«Если.. то …»**

I. Вычисление степени истинности левых частей правил – определение степени принадлежности входных значений нечётким подмножествам, указанным в левой части правил вывода

Если … то…

II. Модификация нечётких подмножеств, указанных в правой части правил вывода, в соответствии со значениями истинности, полученными на первом этапе

Если …то …

III. Объединение (суперпозиция) модифицированных подмножеств

IV. Скаляризация результата суперпозиции – переход от нечетких подмножеств к скалярным значениям

Постановочная характеристика методов

Пример вывода на основе нечетких высказываний

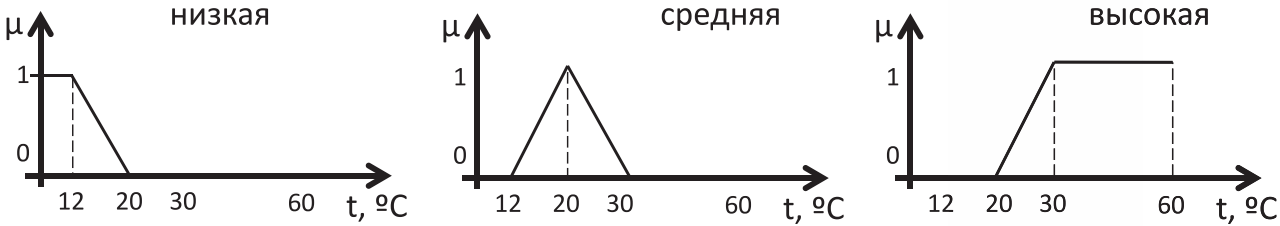
А. Задача

Поддержание оптимальной температуры воздуха в отсеке аварийно-спасательной машины

Б. Формулирование нечетких высказываний (правил, импликаций)

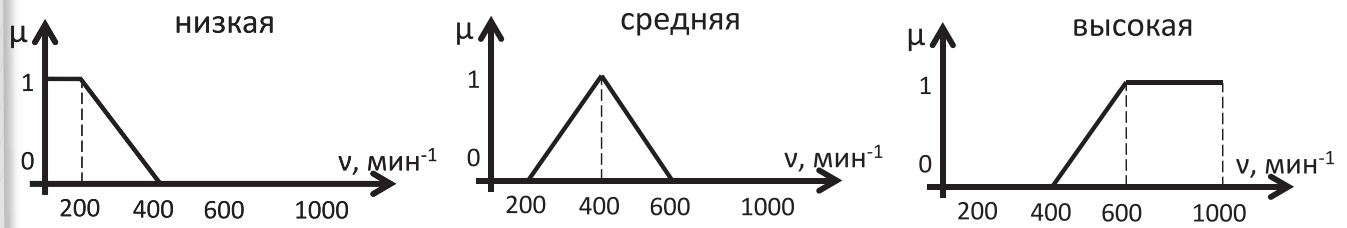
1. **Если** температура воздуха в отсеке АСМ высокая, **то** скорость вращения вентилятора высокая
2. Если **температура воздуха** в отсеке АСМ средняя, то **скорость вращения вентилятора** средняя
3. Если температура воздуха в отсеке АСМ **низкая**, то скорость вращения вентилятора **низкая**

В. Задание функций принадлежности для нечётких множеств, определенных на значениях температуры воздуха и скорости вращения вентилятора



температура воздуха

Постановочная характеристика методов



скорость вращения вентилятора

Г. Решение задачи определения скорости вращения вентилятора в зависимости от конкретной температуры воздуха в отсеке АСМ

Дано: температура воздуха в отсеке АСМ **22°С**

I. Вычисление степени истинности левых частей правил при подстановки в них значения температуры **22°С**

Если (...) то...

Степень истинности определяется значением функции принадлежности



Постановочная характеристика методов

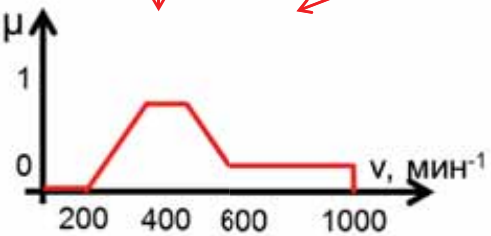
II. Модификация нечётких подмножеств, указанных в правой части правил вывода

Если ... то ...



скорость вращения вентилятора

III. Объединение (суперпозиция) модифицированных подмножеств



IV. Скаляризация результата суперпозиции



При температуре воздуха в отсеке АСМ 22°С скорость вращения вентилятора должна быть 475 мин$^{-1}$

Леоненков А.В. Нечётное моделирование в среде Matlab и fuzzyTECH. СПб.: БХВ - Петербург, 2005.

Постановочная характеристика методов

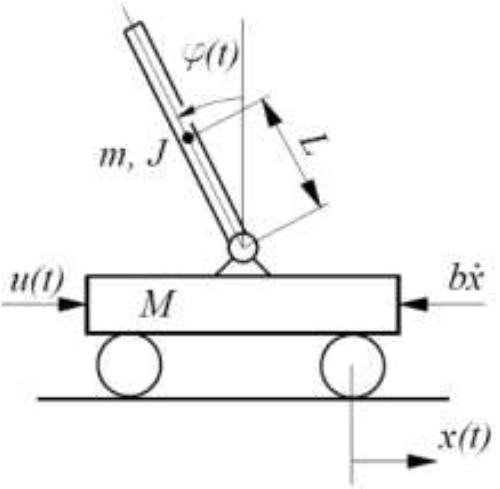
Задачи контроля и управления

Нечеткие алгоритмы

1. если **y** велико, то немного уменьшить **x**
2. если **y** не очень велико, то очень не намного увеличить **x**
3. если **y** мало, то **стоп**.

Традиционный подход

Ось перевернутого маятника монтируется на тележке, которая может перемещаться в горизонтальном направлении. Тележка приводится в действие мотором, который в момент времени *t* прикладывает к тележке силу *u(t).*

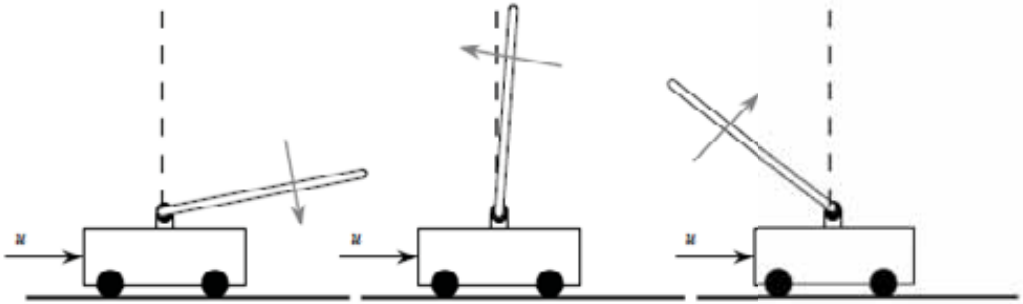


Для поддержания маятника в равновесии требуется **мгновенное решение системы нелинейных дифференциальных уравнений**.

Ещё сложней, если длина стержня маятника меняется.

Постановочная характеристика методов

Нечёткое управление

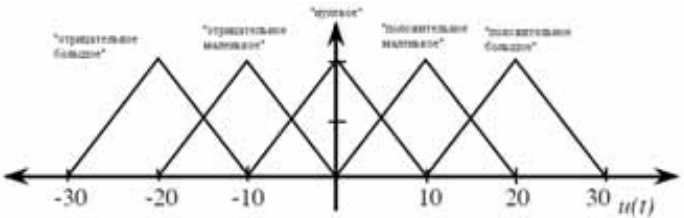


а) "быстро" переместить тележку в положительную сторону при "большом положительном" отклонении.

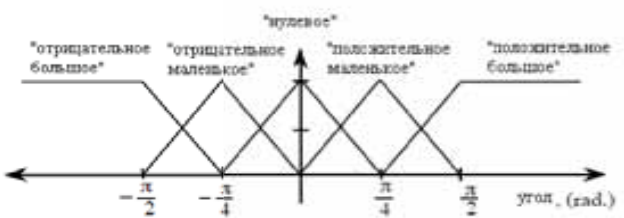
б) "чуть-чуть" переместить тележку в положительную сторону при "нулевом положительном" отклонении

в) переместить тележку со "средней скоростью" при маленьком отрицательном отклонении

ЕСЛИ **большое положительное отклонение** ТО **быстро переместить тележку**



Функция принадлежности силы



Функция принадлежности угла

Постановочная характеристика методов

Основания для постановки нечетких задач принятия решений:

- ограничения на ресурсы решения задач не позволяют получить в принципе существующую чёткую информацию и вынуждают исследователей воспользоваться знаниями экспертов, которые выражаются в нечёткой словестной форме (чёткая задача погружается в нечёткую среду)
- имеющаяся числовая информация не позволяет найти решение формальными методами при существующих ограничениях на ресурсы, но позволяет его найти с использованием нечётких правил, формулируемых экспертами («посадка самолета» – задача нечёткая по постановке)
- на раннем этапе создания сложных систем имеется ряд альтернативных вариантов, но неизвестно точно, какими именно свойствами будут обладать системы разных вариантов. Ресурсы на проработку всех вариантов отсутствуют, а опыт создателей систем выражается качественно, в виде словестного описания. Ставится задача исключения ряда вариантов на основе векторного показателя качества с нечёткими оценками значений его компонентов (задача в исходном виде погружена в нечёткую среду)

Постановочная характеристика методов

Задачи принятия решений

1 тип

Дано:

- альтернативы - a_1, a_2,…, a_n (СНС, зам.нач.отдела, ВНС)
- лингвистические критерии – c_1, c_2,…, c_m (квалификация, опыт, коммуникабельность) – равнозначные

Определяем степень принадлежности каждой альтернативы критериям:

c_1(квалификация)={0,9/a_1 ; 0,7/a_2 ;…; 0,3/a_n}

c_2(опыт)={0,7/a_1 ; 0,7/a_2 ;…; 0,1/a_n}

…

c_m(коммуникабельность)={1/a_1 ; 0,5/a_2 ;…; 0,4/a_n}

Знак принадлежности (не деления!)

0,6 / a_i

степень принадлежности

Найти: лучшую альтернативу – лучшего претендента на должность начальника отдела

Постановочная характеристика методов

Задачи принятия решений

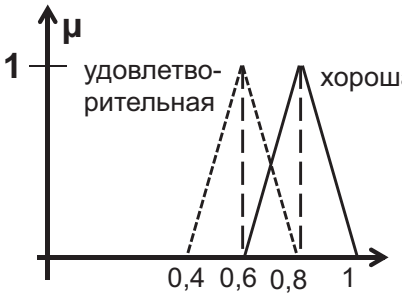
2 тип

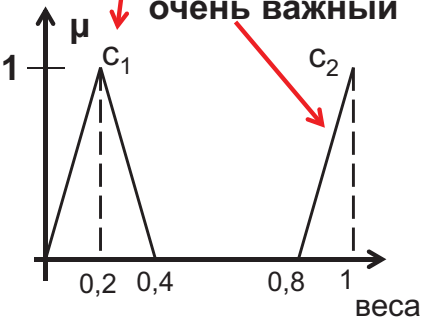
То же самое, но лингвистические критерии неравнозначные:
b_1=0,5 ; b_2=0,2 ; … ; b_m=0,01 – веса c_1, c_2,…, c_m

3 тип

Дано:

- альтернативы - a_1, a_2 (бульдозер, экскаватор)
- показатели – c_1, c_2 (производительность, масса)
- веса показателей – **довольно неважный**, **очень важный**
- функция принадлежности критериев оценок
- оценки альтернатив по критериям





	a_1	a_2
c_1	Хор.	Удов.
c_2	Удов.	Хор.

Найти: лучшую альтернативу – лучшее техническое средство

Постановочная характеристика методов

Задачи принятия решений

4 тип

Дано:

- альтернативы - a_1, a_2 (бульдозер, экскаватор)
- правила (импликации), сформированные по результатам предварительных обсуждений:

✓ d_1: Если **производительность=высокая** и **надежность=средняя** то техника=**удовлетворительная**

✓ d_2: Если **производительность=высокая** и **надежность=низкая** то техника=**неудовлетворительная**

- оценки альтернатив (бульдозер, экскаватор) по критериям в правилах (производительность, надежность):

производительность={0,8 / a_1 ; 0,5 / a_2}
надежность={0,3 / a_1 ; 0,6 / a_2}

Найти: лучшую альтернативу – лучшее техническое средство

Другие типы задач - Борисов А.Н. и др. Принятие решений на основе нечетких моделей. Рига, Изд. Зиниате, 1990

Постановочная характеристика методов

Задачи принятия решений

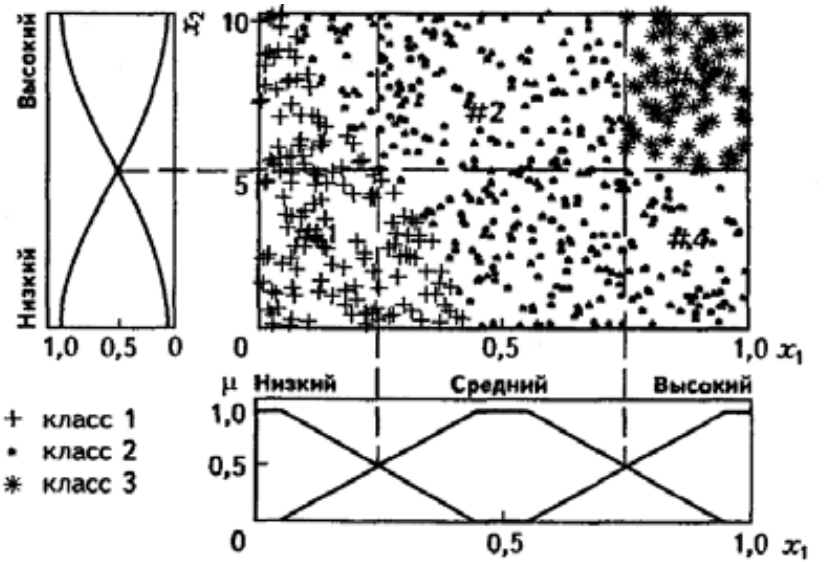
Другие типы

Классификация пунктов временного размещения пострадавших

Если x_1=низкий И x_2=низкий, ТО y=класс 1;
Если x_1=средний И x_2=высокий, ТО y=класс 2;
Если x_1=высокий И x_2=высокий, ТО y=класс 3;
Если x_1=высокий И x_2=низкий, ТО y=класс 2.

x_1 - вместимость ПВР
x_2 – комфортность ПВР

y – класс ПВР

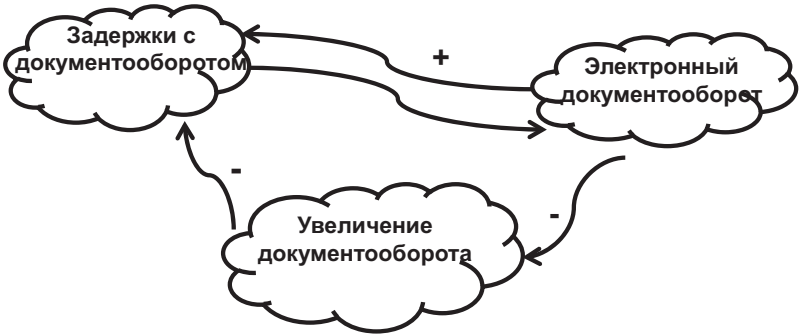


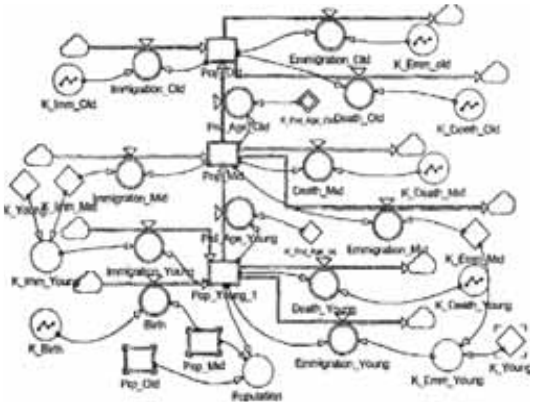
Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MATHLAB. М.: Горячая линия – Телеком, 2007.

Постановочная характеристика методов

14. **Метод системной динамики** (Дж. Форрестера) позволяет учитывать:

- ❑ нелинейные связи
- ❑ обратные связи
- ❑ задержки, опоздания в процессе реализации решений





Ментальная модель – мысленное представление действительности в причинно-следственных связях

→

Концептуальная модель – формализация ментальной модели

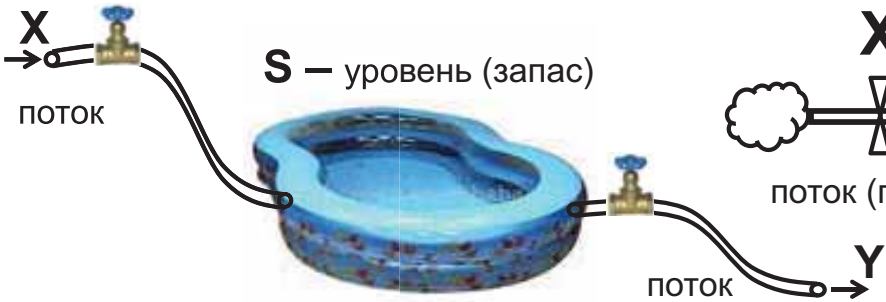
→

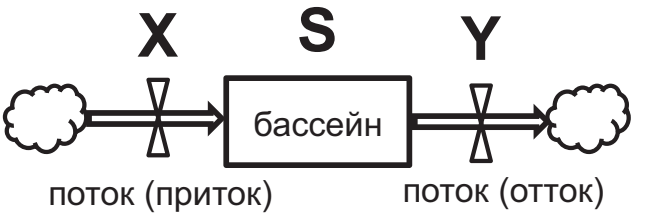
Модель системной динамики

Постановочная характеристика методов

Принципы системной динамики

1. Динамика системы описывается изменением уровней. Изменения уровней регулируются потоками, наполняющими или исчерпывающими уровни.





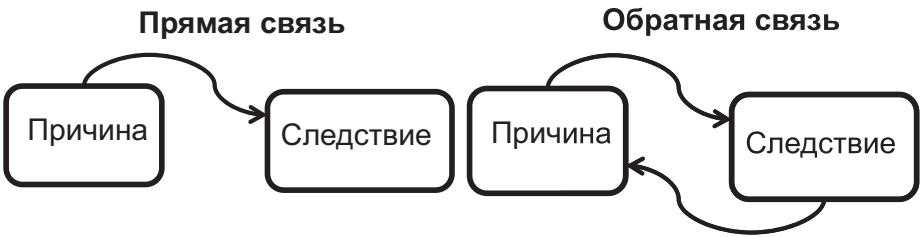
$$S = S_0 + X - Y \qquad S(t) = S(t_0) + \int_{t_0}^{t} (X(t) - Y(t))dt \qquad \frac{dS(t)}{dt} = X - Y$$

X – прибывающие силы и средства АСДНР
Y – убывающие силы и средства АСДНР
S – текущее количество сил и средств АСДНР

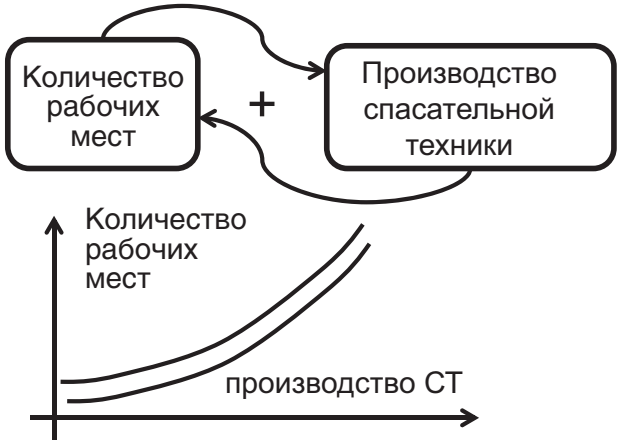
Уровни – состояния системы
Потоки – действия
Темп потока – управление (темп определяется вспомогательной переменной)

Постановочная характеристика методов

2. Изменения в системе обуславливаются обратной связью

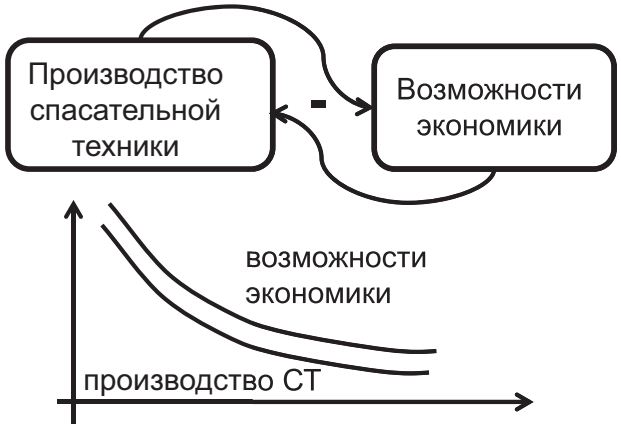


Положительная обратная связь (R)



Связь причины и следствия **прямая** (укрепляет, способствует росту)

Отрицательная обратная связь (B)



Связь причины и следствия **обратная** (балансирует, ограничивает рост)

Постановочная характеристика методов

3. Моделирование мгновенных (не зависящих от времени) изменений элементов системы осуществляется вспомогательными переменными (например, изменение темпа потока)

4. Моделирование неизменяемых элементов системы осуществляется константами (например, начальная стоимость спасательной техники)

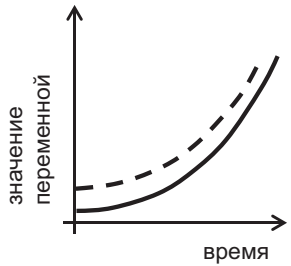
5. Для соединения (передачи информации) элементов системы используются связи



Постановочная характеристика методов

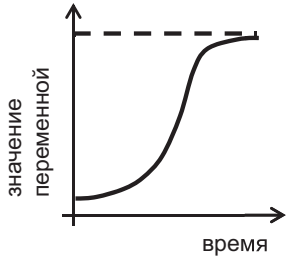
Динамика поведения систем
из-за нелинейностей, обратных связей и задержек

продолжающийся рост



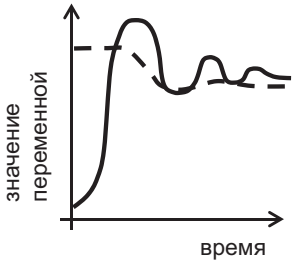
пределы далеки или сами демонстрируют экспоненциальный рост

предел и равновесие



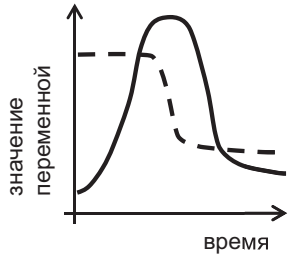
сигналы от пределов поступают оперативно или переменные «сами ограничивают себя»

затухающ. колебания за пределом



сигналам от пределов свойственно запаздывание и пределы способны быстро восстанавливаться

катастрофа за пределом



сигналам от пределов свойственно запаздывание и пределы подвержены разрушению

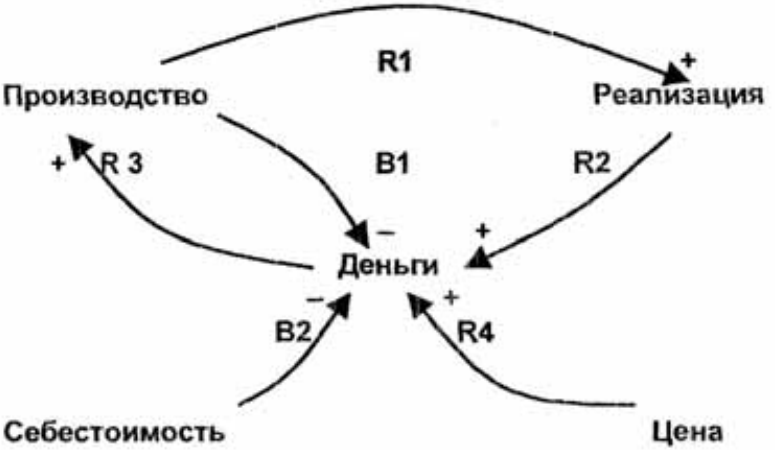
переменная — — — поддерживающая ёмкость (пределы)

Постановочная характеристика методов

Пример модели системной динамики

1. **Ментальная модель**:
- ❑ производится спасательная техника (СТ)
- ❑ СТ реализуется по установленной цене
- ❑ деньги, полученные в результате реализации СТ, расходуются только на производство СТ

2. **Концептуальная модель**:

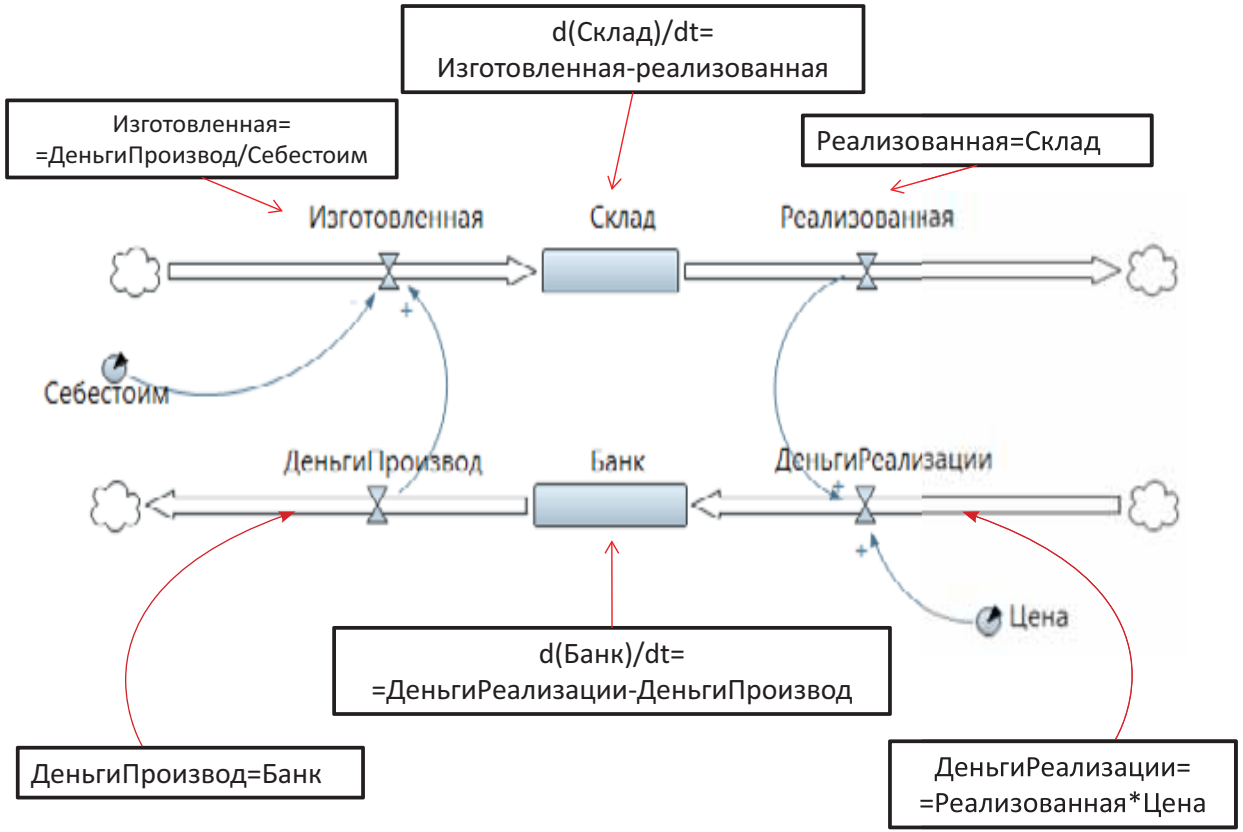


Положительные обратные связи:
R1 – увеличение производства СТ ведет к увеличению её реализации
R2 - увеличение производства СТ ведет к увеличению количества денег от реализации
R3 – увеличение количества денег ведет к увеличению производства СТ
R4 – повышение цены на СТ ведет к увеличению количества денег от реализации

Отрицательные обратные связи:
B1 – увеличение производства СТ ведет к уменьшению количества денег, ввиду затрат на производство
B2 – увеличение себестоимости продукции ведет к уменьшению количества денег

Постановочная характеристика методов

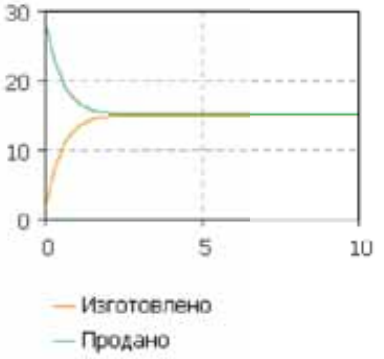
3. **Модель системной динамики**:



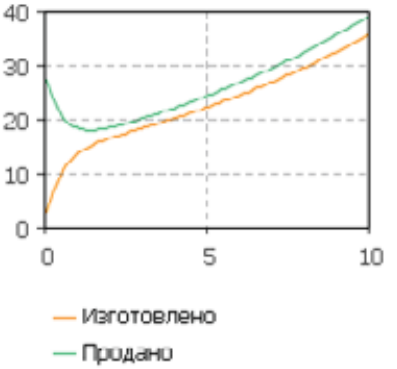
Постановочная характеристика методов

Программное обеспечение ***AnyLogic***, ***Powersim***

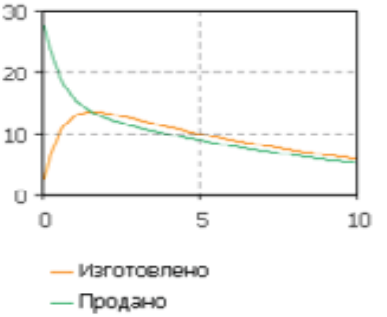
Себестоимость=Цена=10; Склад=30
Банк=30; Время имитации=10



Тоже, только Цена=12



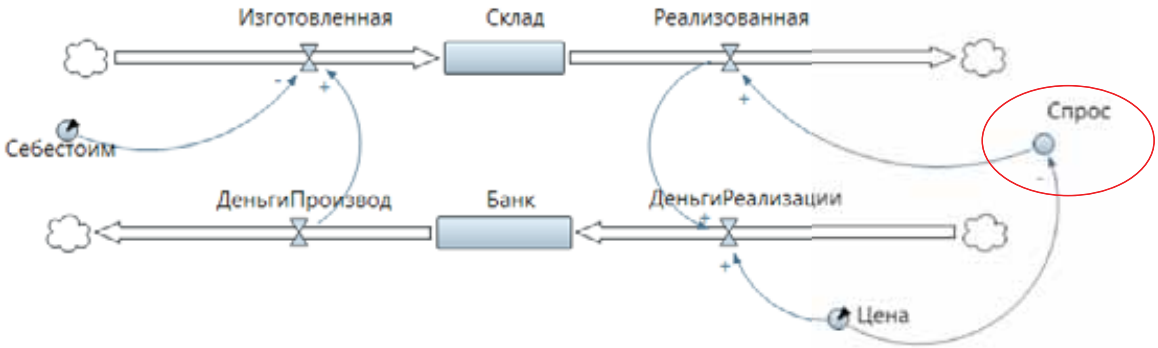
Тоже, только Цена=8

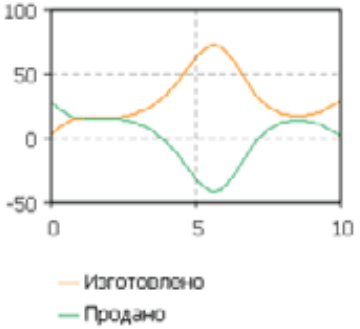


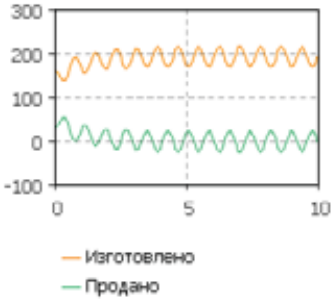
1. Дж. Форрестер. Основы кибернетики предприятия. М.: Прогресс, 1971.
2.Карпов Ю. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic. СПб: БХВ-Петербург, 2005.

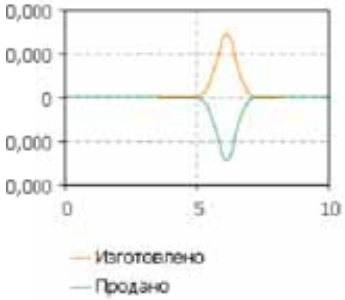
Постановочная характеристика методов

Программное обеспечение ***AnyLogic***, ***Powersim***









* значения на осях условные

Постановочная характеристика методов

15. **Метод агентного моделирования**

Агент – объект (человек, прибор, техническое средство и т.п.), который обладает активностью, автономным поведением (регламентом функционирования), может принимать решения (автоматически управляется) в соответствии с набором правил, может взаимодействовать с окружением и другими агентами и изменяться (развиваться, эволюционировать).

Индивидуальные правила для элементов → Глобальные закономерности для системы



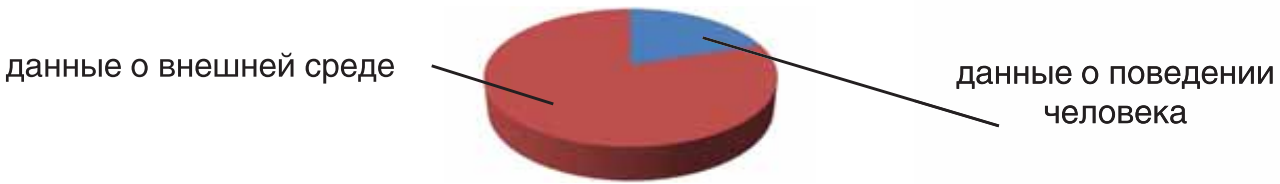


Программное обеспечение ***AnyLogic***

Постановочная характеристика методов

Человек, рассматриваемый как поведенческая система, весьма прост. Кажущаяся сложность его поведения во времени в основном отражает сложность окружающей среды (Г.Саймон).

Моделирование поведения людей

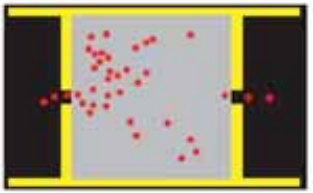


Агенты

параметры	переменные	поведение
❑ пол	❑ возраст	❑ правила действий
❑ дата рождения	❑ координаты	❑ законы перемещения
❑ другие	❑ социальные свойства	❑ изменения социального статуса
	❑ другие	❑ другие

Постановочная характеристика методов

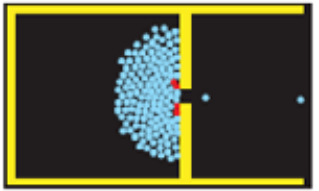
Модели эвакуации из помещения



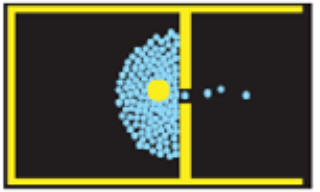
малыми группами



«стадом за лидером»

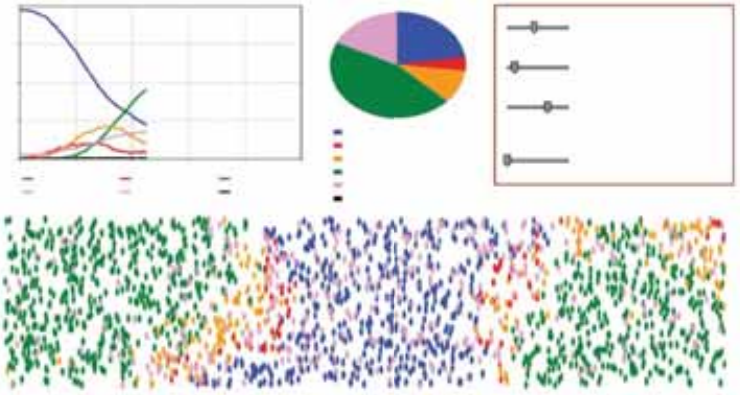


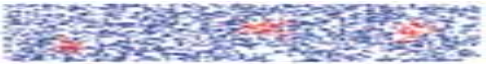
через один выход



через один выход с препятствием

Модель распространения биологического заражения





здоровые - инфицированные



заболевшие – погибшие – выздоровевшие



выздоровевшие - заболевшие – погибшие –



выздоровевшие

Каталевский Д.Ю. Основы имитационного моделирования и системного анализа в управлении. М.: МГУ, 2011.

Постановочная характеристика методов

16. **Метод сетей Петри** – моделирование параллельных процессов (информационных, вычислительных, организационных и др.)

Основания для применения сетей Петри – трудности в использовании традиционных методов при необходимости учёта:

- ❑ смены состояний множества элементов большой системы
- ❑ причинно-следственных связей процессов, выполняемых параллельно
- ❑ реализации событий внутри неопределенно долгих временных интервалов

Принципы моделирования с помощью сетей Петри:

- ❑ моделирование процессов с помощью сетей Петри основано на взаимодействии:

позиций (событий - действий, происходящих в системе) 

переходов (условий - логических описаний состояния системы)

- ❑ позиции и переходы связаны дугами 

которые могут передавать метки (фишки) 

- ❑ количество меток, которое изымается или устанавливается в позиции, определяется весом дуги

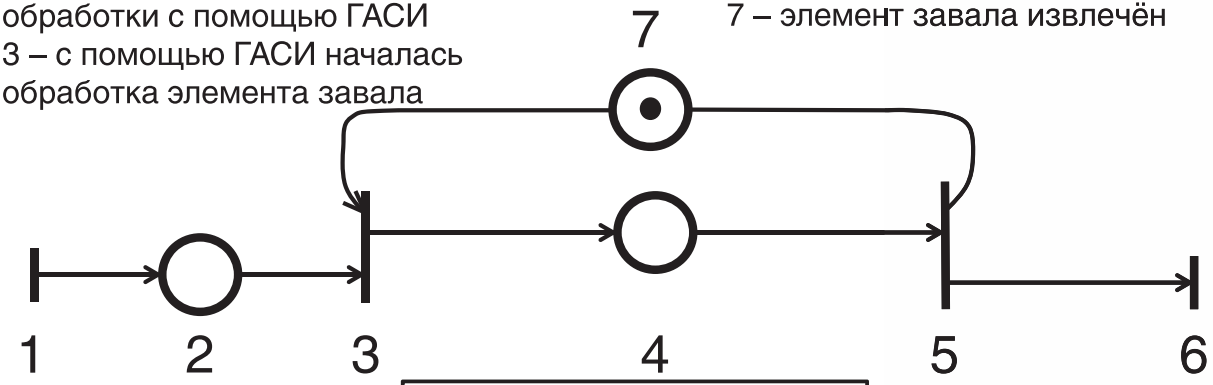
Постановочная характеристика методов

- ❑ метка может находиться только в позициях, т.к. они интерпретируют состояния системы
- ❑ количество меток, которое содержится в позиции - маркировка
- ❑ предусловие означает, что количество меток во входной позиции должно быть не меньше веса дуги, соединяющей эту позицию и переход
- ❑ постусловие означает, что выходная позиция может забрать такое количество меток, которое должно быть не меньше веса дуги, соединяющей переход и эту позицию
- ❑ когда все предусловия и постусловия выполнены, только тогда переход может сработать (метки от входных позиций перемещаются в выходные позиции)
- ❑ таким образом, события, как изменение состояний системы, выражаются запуском переходов

Постановочная характеристика методов

Моделирование работы ГАСИ

1 – элемент завала в зоне действия ГАСИ
2 – элемент завала «ждет» обработки с помощью ГАСИ
3 – с помощью ГАСИ началась обработка элемента завала
4 – элемент завала обрабатывается
5 – элемент завала обработан
6 – комплект ГАСИ свободен
7 – элемент завала извлечён



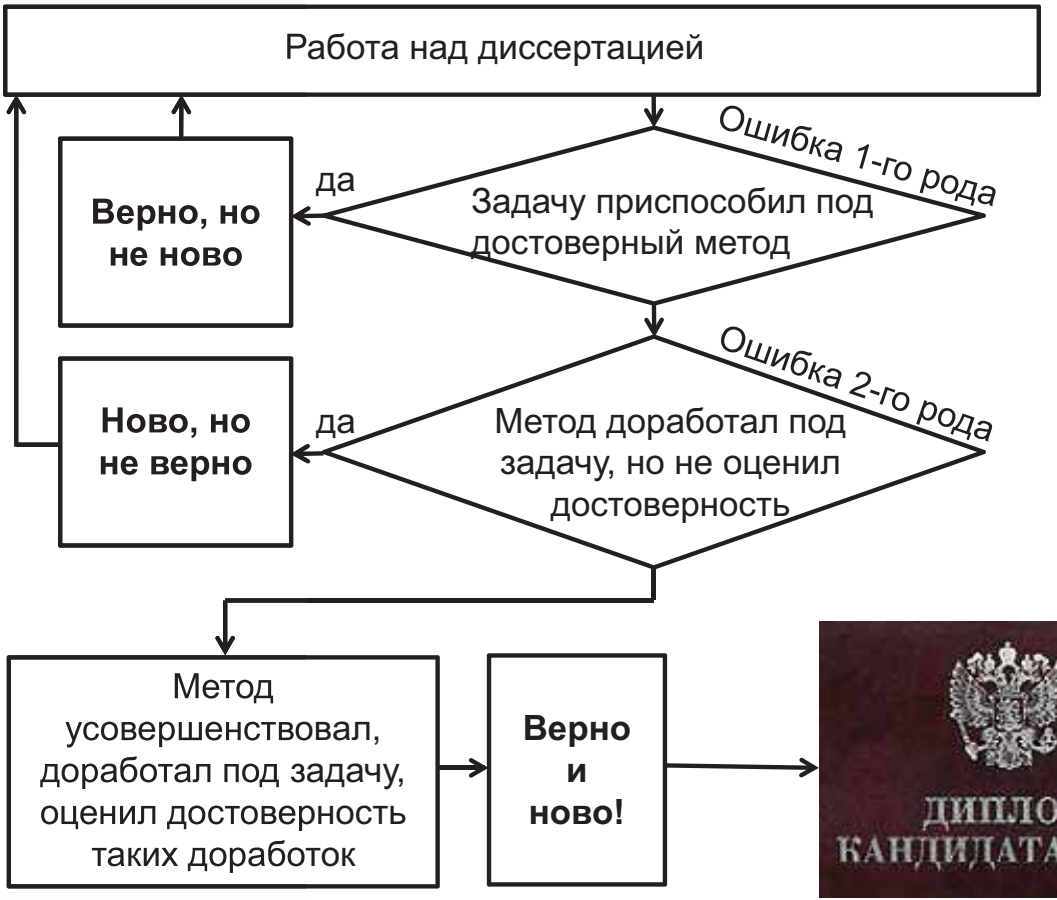
Модификации сетей Петри

- ❑ учёт времени (стохастические сети Петри)
- ❑ учёт типов потоков информации (раскрашенные сети Петри)
- ❑ учёт приоритета или вероятности перехода (конфликтные сети Петри)

Программное обеспечение ***SIMNET, PnDPI, Tina, Design/CPN (CPN Tools)***

1. Котов В.Е. Сети Петри. М.: Наука, 1984.
2. Применение аппарата сетей Петри к экономическим процессам. Уфа: УГАТУ, 2001.

Пожелания по использованию методов



4. Коллекция полезных формул, процедур, определений

1. **Пропорциональное назначение весов**:

$$\alpha_j = \frac{2^{m-j}}{2^m - 1}$$

j = 1,2,…,m – номер показателя, для которого назначается вес.

$$\alpha_j = \frac{2(m - j + 1)}{m(m+1)}$$

Пусть *j=3*:

$\alpha_1 \approx 0{,}57$; $\alpha_2 \approx 0{,}29$; $\alpha_3 \approx 0{,}14$

$\alpha_1 \approx 0{,}50$; $\alpha_2 \approx 0{,}33$; $\alpha_3 \approx 0{,}17$

2. **Необходимое число опытов, наблюдений, машинных прогонов**:

- Если в результате ***N*** реализаций частота события ***A*** получилась равной p^*, то истинное значение события ***A*** практически будет лежать в пределах:

$$p^* \pm 2\sqrt{\frac{p^*(1-p^*)}{N}}$$

- Для того, чтобы максимальная практически возможная ошибка в определении вероятности события **A** была не больше Δ, нужно осуществить не меньше, чем:

$$N = \frac{4p(1-p)}{\Delta^2}$$

p – искомая вероятность события ***A***

- Если в результате серии из ***N*** реализаций определено среднее значение ***x**** некоторой случайной величины ***X***, то истинное среднее практически будет лежать в пределах:

$$x^* \pm \frac{2}{\sqrt{N}} \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} x_i^2 - (x^*)^2}$$

- Если требуется получить среднее значение $x_{ср}$ случайной величины **X** с ошибкой, не превышающей заданной Δ, то следует сделать реализаций не меньше, чем:

$$N = \frac{4D_x}{\Delta^2}$$

$$D_x \approx \frac{1}{N_1}\sum_{i=1}^{N_1} x_i^2 - (x^*)^2$$

N_1 – начальное количество опытов, ***N_1«N***

3. **Близость измерений по разным шкалам**:

$P=(p_1, p_2,\ldots,p_n)$ и $Q=(q_1, q_2,\ldots,q_n)$- величины, измеренные в разных шкалах

P и ***Q*** близки, когда $\frac{1}{2n}\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{p_i}{q_i}+\frac{q_i}{p_i}\right) \rightarrow 1$

4. **Предварительное выявление связи между причиной и следствием**:

коэффициент согласия Юла - $$Q = \frac{n_{ПС} \cdot n_{\overline{ПС}} - n_{П\overline{С}} \cdot n_{\overline{П}С}}{n_{ПС} \cdot n_{\overline{ПС}} + n_{П\overline{С}} \cdot n_{\overline{П}С}}$$

$n_{ПС}$ - число случаев, когда причина «П» вызывает следствие «С»

$n_{\overline{ПС}}$ - число случаев, когда причина «не-П» вызывает следствие «не-С»

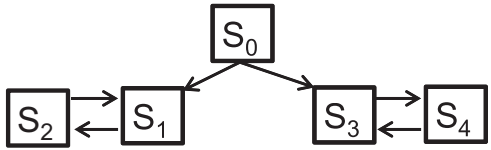
$n_{П\overline{С}}$ - число случаев, когда причина «П» вызывает следствие «не-С»

$n_{\overline{П}С}$ - число случаев, когда причина «не-П» вызывает следствие «С»

$Q \in [-1;1]$ Наибольшая связь – Q=1, наименьшая – Q= -1

5. **Эргодическое свойство** (для марковских процессов, СМО): предельный режим в системе не зависит от того, каковы были начальные условия и первоначальный период работы системы (не средние по реализациям, а средние по времени одной реализации)

не эргодическая система



зависит от начальных условий: S_1 или S_3

6. **Требования к системе аксиом**:
- ❑ непротиворечивость (нельзя вывести два и более противоречивых положения)
- ❑ независимость (если убрать одну из аксиом – количество теорем, выводов уменьшится)
- ❑ полнота (все выводы, теоремы, знания – только из аксиом)

7. **Достаточные и необходимые условия**:
- ❑ достаточное условие события – условие, наличие которого гарантирует осуществление события (для разведения костра достаточно кислорода, дров и спичек; делимость на 10 является достаточным условием делимости на 5)
- ❑ необходимое условие события – условие, отсутствие которого препятствует осуществлению события (кислород – необходимое условие для разведения костра; окончание числа на 5 является необходимым признаком делимости на 5)

В реальном мире, как правило, совокупность необходимых условий нужна для достаточности (для делимости на числа на пять, необходимо и достаточно, чтобы число оканчивалось на 0 или на 5

8. **Причина:**
- ❑ совокупность необходимых и достаточных условий
- ❑ необходимое условие, добавление которого к уже существующим вызывает следствие

Бывает сильная (функциональная) и слабая (вероятностная) причинность

9. **Методы обоснования знаний**:
- ❑ доказательство – процедура логического вывода из высказываний, истинность которых уже установлена, нового истинного выражения
- ❑ опровержение
- ❑ подтверждение (для гипотез)
- ❑ оспаривание
- ❑ объяснение
- ❑ интерпретация (приписывание содержательного смысла фактам, символам, формулам)

10. **Функции теории и методологии**:
- ❑ теория – объяснительная функция (дает знания, объясняющие…)
- ❑ методология – регулятивная функция (предписывает, как получать знания)

11. **Факт** – достоверное знание о единичном (не просто «кусочек бытия», а результат сложной мыслительной процедуры)

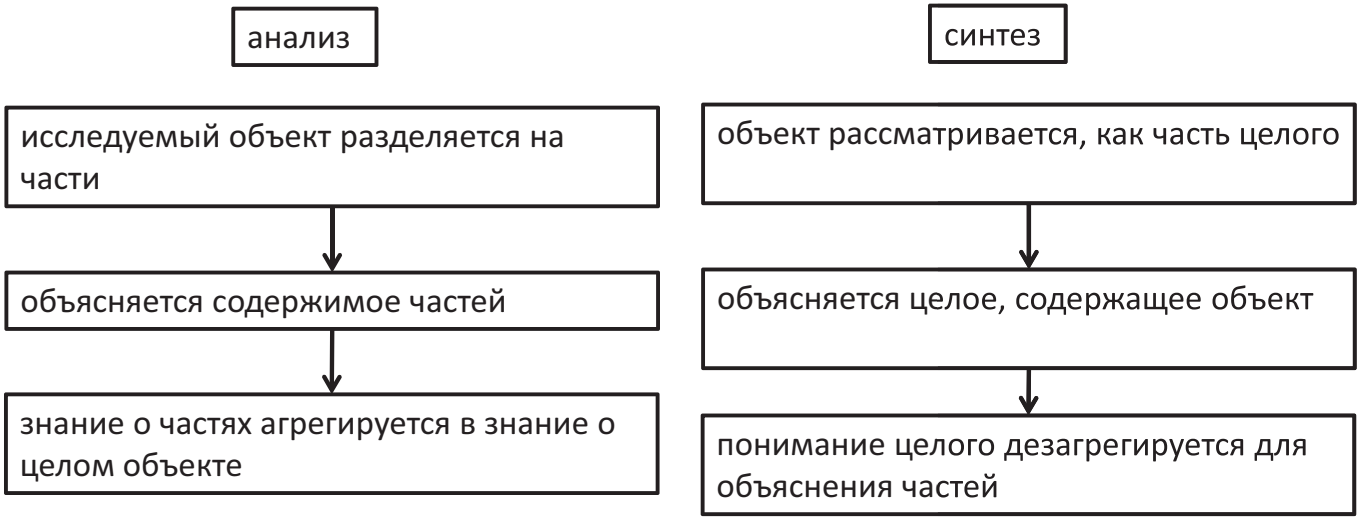
12. **Характеристика научной задачи и проблемы**:
- ❑ научная задача **–** решаемый научный вопрос, характеризующийся достаточностью средств для разрешения
- ❑ научная проблема **-** решаемый научный вопрос, характеризующийся недостаточностью средств для разрешения

13. **Алгоритм** – определенная последовательность однозначно понимаемых действий, операций

14. **Модель:**
- ❑ заменитель, отражающий изучаемые свойства оригинала таким образом, что это даёт новые знания об оригинале
- ❑ упрощённое представление действительности для получения новых знаний о ней
- ❑ упрощенное представление реального мира, которое дает абстрактное отображение причинно-следственных связей, существенных с точки зрения исследуемых вопросов (Э.Квейд)
- ❑ приспособление мышления к бытию (Н. Бердяев)

15. **Анализ и синтез:**

- ❑ анализ отвечает на вопрос – как работает? (раскрывает структуру)
- ❑ синтез отвечает на вопрос – почему работает? (раскрывает функции)



16. **Индукция** – умозаключение, позволяющее сформулировать гипотезу (общее утверждение) на основе имеющихся фактов

17. **Дедукция** – процесс формулирования вывода из цепи умозаключений (рассуждений), связанных отношением логического следования

18. **Аналогия** – метод научного познания, позволяющий получить знание об одних системах, предметах или явлениях на основании их сходства с другими

19. **Абстрагирование –** метод научного познания, заключающийся в мысленном выделении существенных свойств и связей предмета, явления и отвлечении от других частных свойств или связей

20. **Конкретизация** – метод научного познания, с помощью которого выделяются существенные свойства, признаки, связи объекта, с приданием им вполне точного, вещественно определенного смысла (содержания)

21. **Объяснение –** метод научного познания, состоящий в раскрытии изучаемого объекта через постижение определенного закона, которому он подчиняется

22. **Формализация** – отображение объекта, процесса, явления в виде совокупности знаков искусственного языка (математики, химии и др.) и изучения их свойств на основе операций со знаками, осуществляемыми по определенным правилам

23. **Наблюдение** – метод исследования объекта в условиях его реального существования в природе и обществе, основанный на непосредственном восприятии человеком его свойств, признаков

24. **Эксперимент** – метод научного познания, при котором объект, явление исследуется в определенных, заранее оговоренных (или заданных) условиях, и существует возможность наблюдать за объектом и управлять его поведением

25. **Качество** (например, продукции) - совокупность свойств, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с назначением. Если качество характеризует изделие, образец на этапе его создания, изготовления, покупки – продажи, то эффективность – в процессе применения, функционирования

26. **Риск решения:**

СВП – субъективная вероятность проигрыша
РП – размер проигрыша

$$R = 3{,}12(СВП) + \lg(РП)$$

27. **Научные положения** – выраженные в виде чётких формулировок основные научные идеи, как принятые за основу при постановке научного исследования, так и вновь выдвигаемые автором:
- ❑ исходные посылки
- ❑ научные результаты

28. **Исходные посылки** – положения, являющиеся отправными, изначальными при постановке научного исследования:
- ❑ понятия, термины, категории, определения и т.п.
- ❑ гипотезы, принципы, правила и т.п.
- ❑ предпосылки, ограничения, допущения и т.п.

29. **Понятие –** целостная совокупность суждений о наиболее существенных сторонах и признаках исследуемого объекта

30. **Категория** – основные понятия, отражающие наиболее общие свойства, стороны, отношения явлений действительности и познания

31. **Определение –** расширенное словесное отображение понятия в виде суждения

32. **Принцип** – основное исходное положение теории, учения, основное правило деятельности, руководящая идея, основа устройства или действия

33. **Правило** – положение, в котором отражена закономерность, постоянное соотношение каких-либо явлений

34. **Научные результаты** – научные положения, которые являются итогом, выходными данными научной разработки

Результат является **научным**, если он:
- ❑ представляет собой продукт исследовательской деятельности
- ❑ получен на основе применения научно-методического аппарата (этим он принципиально отличается от всех других результатов человеческой деятельности в иных сферах)

35. **Научные результаты**:
- ❑ научные результаты – сведения
- ❑ научные результаты – факты

36. **Научные результаты – сведения**:

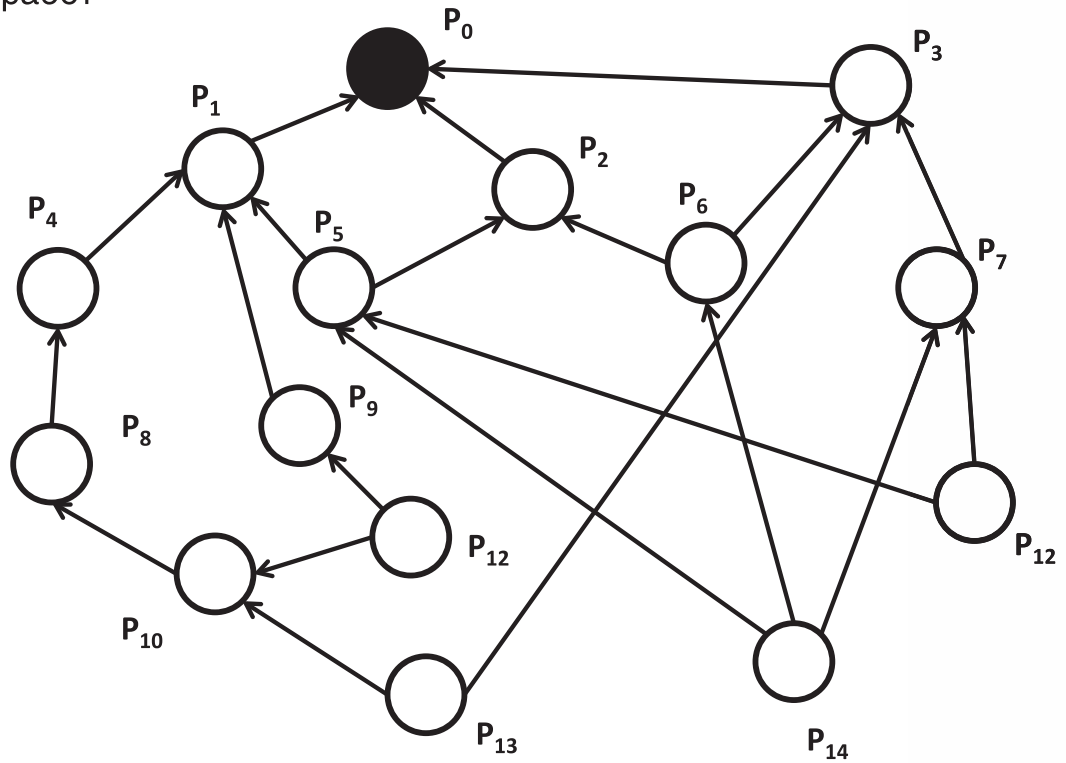
- ❑ закономерности, принципы, правила, отражающие объективно существующие, устойчивые связи явлений, выраженные в качественной или количественной форме;
- ❑ выводы, представляющие собой итоговые утверждения констатирующего типа;
- ❑ рекомендации, представляющие собой суждения и утверждения как форму перехода к реализации научных результатов.

37. **Научные результаты – факты**:

- ❑ эффекты, отражающих ранее неизвестные проявления свойств объекта исследования, как правило, экспериментального или практического происхождения (к этой категории относятся все известные научные эффекты, носящие имена их открывателей)
- ❑ научные факты, выражающих в числовой мере соответствующие универсальные величины или экспериментальные константы

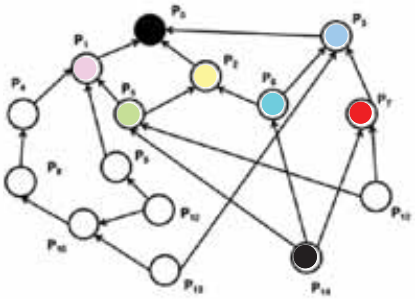
38. **Научная продукция** - научные результаты, собранные и представленные в определенной форме

39. **Процедура логического ранжирования работ** (мероприятий, действий и т.п.) (Моисеев Н.Н.) – приписывает больший вес той работе, которая предшествует другим, т.е. от которой зависит начало большого количества работ

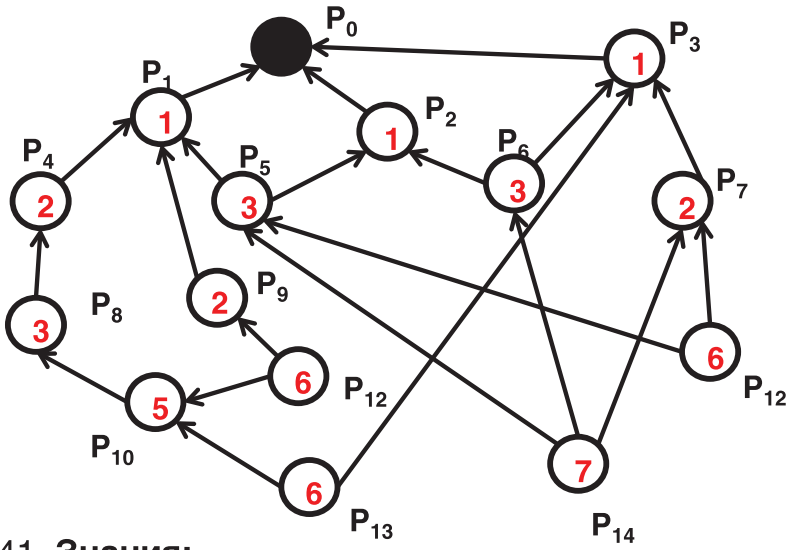


Граф работ

Расчет весов работ



	P_0	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9	P_{10}	P_{11}	P_{12}	P_{13}	P_{14}	Σ
P_0																0
P_1	1															1
P_2	1															1
P_3	1															1
P_4	1	1														2
P_5	1	1	1													3
P_6	1		1	1												3
P_7	1			1												2
P_8	1	1				1										3
P_9	1	1														2
P_{10}	1	1				1				1						4
P_{11}	1	1	1	1			1		1							6
P_{12}	1	1				1				1	1	1				6
P_{13}	1	1		1		1				1		1				6
P_{14}	1	1	1	1		1	1	1								7



Граф работ с весами

40. **Управление –** процесс преобразования информации в действие (Дж. Форрестер)

41. **Знания:**

- ❑ структурированная информация, данные о данных;
- ❑ формализованная информация, на которую ссылаются или используют в процессе логического вывода (трактовка в области инженерии знаний)

- ➢ общедоступные (факты, определения, теории)
- ➢ индивидуальные (эмпирические правила, основанные на опыте)

- ✓ факты (фактические знания)
- ✓ правила (знания для принятия решений)
- ✓ метазнания (знания о знаниях)

42. **Имитационное моделирование** – экспериментирование с абстрактной моделью во времени с использованием случайных величин

43. **Информация –** свойство материи, заключающееся в том, что в результате взаимодействия объектов устанавливается определенное соответствие между их состояниями (или - мера неоднородности материи)

44. **Подход к оценке компетентности экспертов** (Устюжанинов В.Л.)

$$S_{ij} = \frac{2m_{ij}}{n_i \log\left(1+\frac{n_j}{n_i}\right) + n_j \log\left(1+\frac{n_i}{n_j}\right)}$$

S_{ij} – мера совпадения мнений *i*-го и *j*-го специалистов;
m_{ij} – количество факторов, одинаково оцениваемых *i*-м и *j*-м специалистами;
n_i, n_j – количество факторов, оцениваемых *i*-м и *j*-м специалистом, соответственно.

$\sum_{j=1}^{n} S_{ij}$ ← показатель компетентности *j*-того специалиста → $\frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} S_{ij}$

n – число специалистов, участвующих в опросе

45. **Куча** – множество не связанных между собой отношениями элементов, не обладающих связями или обладающих связями, но не определяющими и не влияющими на функциональность каждого элемента или множества элементов в целом (Ю.Н. Лапыгин)

46. **Система** - множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, которое образует определенную целостность, единство.

47. **Элемент системы** - объект или процесс, не подлежащий при исследовании дальнейшему расчленению на части

48. **Структура системы** - относительно устойчивый порядок внутренних пространственных, функциональных и иных связей между ее отдельными элементами, определяющий функциональное назначение системы и ее взаимодействие с внешней средой

49. **Связь** - взаимообусловленность существования явлений, элементов, разделенных в пространстве и во времени

50. **Отличия гуманитарных** (социальных) **от других систем** (физических, технических и т.п.):

❑ число элементов не является большим (затрудняет использование классических методов математической статистики)

❑ открытость систем, их нахождение вдали от равновесного состояния, нестационарность и неэргодичность процессов, лежащих в основе (затрудняет использование классических методов оптимизации систем)

❑ между элементами имеется заметная связь, определяющая структуру, организацию системы (затрудняет абстрактное рассмотрение понятий «форма», «содержание», «структура» и т.п.)

51. **Способы описания взаимодействия компонент систем во времени:**

- ❑ в непрерывном времени (напр., дифференциальными уравнениями);
- ❑ в дискретном времени (напр., уравнениями в конечных разностях);
- ❑ нерегулярном (событийном) времени (имитационные модели, сети Петри).

52. **Определение важности (веса) ранжированных (упорядоченных) критериев***

$$\alpha_i = \frac{\beta_i}{\beta_{\max}}$$

β_i - приоритет критерия x_i

β_{max} – максимальный приоритет сравниваемых критериев

$$w_i = \frac{n - r_i + 1}{\sum_i r_i}$$

r_i - ранг критерия x_i

n – число сравниваемых критериев

* не вполне правомерен переход от ранговой шкалы к шкале отношений

53. Определение важности (веса) попарно сравниваемых критериев

	x_1	x_2	x_3	Σk_i	w_i	α_i
x_1	0,5	1	1	2,5	0,56	1,00
x_2	0	0,5	1	1,5	0,33	0,59
x_3	0	0	0,5	0,5	0,11	0,20
			$\Sigma\Sigma k_i$	4,5		

$$k_{ij} = \begin{cases} 1, & если \quad x_i > x_j \\ 0, & если \quad x_i < x_j \\ 0{,}5, & если \quad x_i = x_j \end{cases}$$

$$w_i = \frac{\sum k_i}{\sum\sum k_i} \qquad \alpha_i = \frac{w_i}{w_{\max}}$$

5. Некоторые квалификационные признаки диссертации

Квалификационные признаки диссертации

Актуальность	Новизна	Научная значимость
Практическая значимость	Обоснованность	Достоверность

Актуальность работы очевидна, когда:

- в практической области назревают внутренние противоречия, разрешить которые можно только научными разработками
- изменяются условия развития научно-технического прогресса
- появляются новые задачи в областях науки
- развиваются новые научные направления у вероятного противника
- наблюдается прогресс науки и техники в смежных областях и т.п.

Элементы новизны

- новый объект исследования, научная задача, поставленная в диссертации, рассматривается впервые
  пример: психо-физиологические и семантические закономерности восприятия предупреждающей аудиовизуальной информации
- новая постановка известных проблем или задач (например, сняты ограничения, приняты новые условия)
  пример: научно-методические основы применения гидравлического аварийно-спасательного инструмента в условиях низких температур
- новый метод решения
  пример: метод автоматизации обработки ложных вызовов абонентов системы -112 на основе нечетких импликаций
- системное обобщение объекта и предмета исследования, дающее новый научный или практический результат
  пример: методические основы информирования населения с использованием громкоговорящих устройств на беспилотных летательных аппаратах в интересах предупреждения возникновения и развития ЧС
- новые принципы и методы построения математических моделей исследуемых явлений и процессов
  пример: логико-лингвистические принципы построения моделей развития ЧС экологического характера
- расширение рамок применимости или повышения качества научно-методического аппарата исследований
  пример: применение нелинейного целочисленного программирования для обоснования рационального технического оснащения пожарно-спасательных подразделений

Элементы новизны

- новое применение известного решения или метода, предполагающее его усовершенствование, доказательство обоснованности его применения
  пример: использование теории планирования эксперимента для экспертного прогноза стоимости аварийно-спасательной техники
- новые следствия из известной теории в новых условиях
  пример: методы прогнозирования глобального риска аварий на новых экспериментальных установках с использованием нечёткой логики
- новые результаты эксперимента, их следствия, предполагающие усовершенствование методики проведения эксперимента
  пример: методы экспериментального обоснования параметров защитного материала, изменяющего свойства под воздействием внешних условий, в т.ч. поражающих факторов
- новые или усовершенствованные критерии, показатели и их обоснование
  пример: вероятный темп информирования и оповещения населения в области безопасности жизнедеятельности
- разработка оригинальных математических моделей процессов и явлений, полученные с их использованием данные
  пример: модель возникновения лесных пожаров на основе учета эфирно-озонных микровзрывов на поверхности коры эфирно-масленичных деревьев в условиях незначительного превышения температуры окружающего воздуха летом (идея Цоя О.М.)

Примеры формулировок новизны

1. Разработана методика технико-экономической оценки системы …, в которой **впервые учитываются** параметры обстановки в местах массового пребывания людей и характеристики используемых ИКТ.

2. Предложена **новая система зависимостей** для определения затрат на создание, эксплуатацию и развитие рассматриваемой системы с учетом…доходов от коммерческого использования терминальных комплексов.

3. В основу методического подхода **положена новая диаграмма** многокритериального выбора типа комплекса, а также процедура ранговой типизации на основе расчета медианы Кемени.

4. Предложен подход к оценке времени создания информационного контента для трансляции, в котором **впервые учитывается** семантическая сложность сообщений по рекомендуемым действиям при различных ЧС.

5. Обоснован **новый принцип построения** современных систем информирования и оповещения населения, предусматривающий возможность их самоокупаемости за счет коммерческого использования терминальных комплексов.

Примеры формулировок новизны

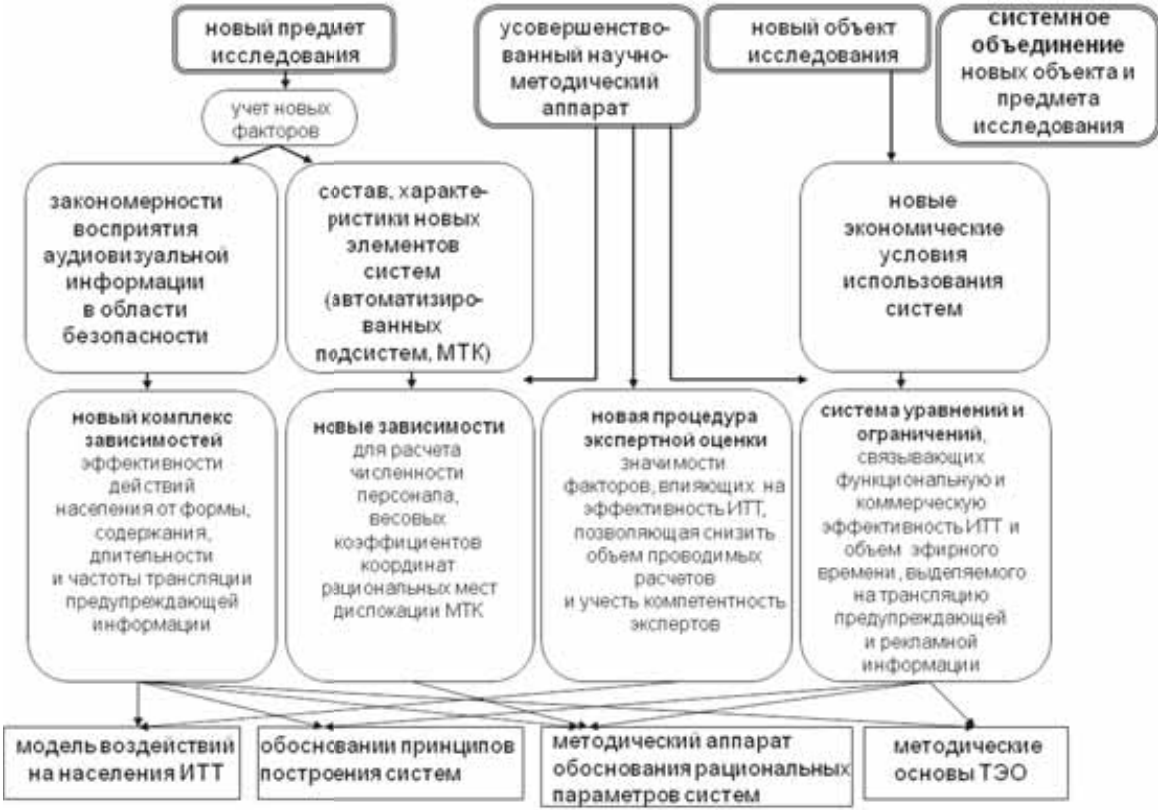
6. **Впервые разработана** методика …, **учитывающая** характер повреждений транспортных средств, зажатия и блокирования пострадавших в них, вид травм и степень тяжести состояния пострадавших в ДТП, а также перечень и условия выполнения технологических операций в процессе спасения пострадавших при ДТП.

7. Предложен подход к определению рациональных мест размещения вертолетов для спасения пострадавших в ДТП, в основу которого **положены уточненные зависимости** вероятности выживания пострадавших с различной степенью тяжести состояния.

8. В основу модели **положен более полный, чем в предыдущих** исследованиях, учет отдельных параметров завала, характера медицинских потерь, а также номенклатуры и условий выполнения технологических операций процесса деблокирования пострадавших.

9. В основу подхода **впервые положен формализованный учет** таких факторов обстановки, как параметры людских потоков, регулярность посещения мест массового пребывания, среднее время нахождения в таких местах.

Схема представления новизны



Научная значимость

Научная значимость = теоретическая значимость + методическая значимость

Научная значимость определяется научным вкладом:

- ❑ объемом и уровнем полученного нового знания
- ❑ общностью, возможностью использования в других областях применения
- ❑ эффективностью усовершенствований, внесенных в научно-методический аппарат для получения нового знания

Все компоненты научной значимости должны быть конкретизированы:

- ❑ что дает диссертация для развития науки
- ❑ какие новые задачи могут быть решены
- ❑ насколько могут быть улучшены прежние решения и в каком смысле - по учету новых факторов, целевой функции, процессу получения решения

Примеры формулировок научной значимости

1. Научная значимость заключается в том, что разработанный метод позволяет выполнять ТЭО **систем** информирования и оповещения населения в интересах обеспечения безопасности жизнедеятельности и **может быть использован для** обоснования рационального состава и мест размещения ТСИО, распределения финансовых, кадровых и иных ресурсов для совершенствования и развития систем на базе информационно-телекоммуникационных технологий.

Примеры формулировок научной значимости

2. Научная значимость заключается в том, что разработанная методика может использоваться для научного обоснования технических и технологических **разработок** при создании современных мобильных технических **средств** информирования и оповещения, а так же отдельных видов аварийно-спасательной **техники.**

3. Научная значимость заключается в том, что разработанная методология позволяет:

- учитывать при проектировании систем **закономерности воздействий** на население ИТТ;
- определять такие принципы построения рассматриваемых систем, которые обеспечивают эффективное и устойчивое их функционирование при чрезвычайных ситуациях **мирного и военного времени**, **возможность поэтапного развертывания** в зависимости от фактических объемов финансирования, модернизации систем при разработке новых ИТТ, **их самоокупаемости** за счет предоставления коммерческих информационных услуг в повседневном режиме деятельности;
- **устанавливать рациональный состав и регламент** использования ИТТ в процессе информирования и оповещения населения в местах массового пребывания людей.

Практическая значимость

Практическая значимость диссертации определяется:

- ❑ наличием и ценностью практических рекомендаций
- ❑ степенью возможного их внедрения
- ❑ широтой области практического приложения
- ❑ оценкой эффективности

Примеры формулировок практической значимости

1. Практическая значимость полученных результатов заключается в том, что они позволяют разрабатывать нормативно-техническую документацию, регламентирующую процесс создания, развития и совершенствования ОКСИОН, обосновывать выбор рациональных образцов технических средств информирования и оповещения населения.

Примеры формулировок практической значимости

2. Практическая значимость научных результатов состоит в том, что они использованы при создании и эксплуатации опытного образца СЛК, разработке тактико-технических требований к перспективным образцам СЛК.

3. Практическая значимость работы заключается в том, что разработанная методика позволяет обосновывать ТТТ к новым образцам универсальных средств, предназначенных для выполнения АСДНР в условиях разрушений. Создание и применение данных технических средств позволит существенно повысить эффективность работ по деблокированию пострадавших из завалов разрушенных зданий.

4. Практическая значимость полученных результатов заключается в том, что они могут быть использованы при разработке нормативно-технической и технологической документации, определяющей порядок создания и функционирования систем информирования и оповещения населения, регламентов трансляции информационных материалов в интересах обеспечения безопасности жизнедеятельности и коммерческих целях, предложений по совершенствованию систем за счет применения перспективных ИТТ, а также при проведении их технико-экономической оценки.

Акты о реализации

Составная часть практической значимости – акты о реализации

Области реализации:

- в конкретной практической деятельности (при разработке, оценке, инспектировании, выполнении работ, реализации мероприятий) – от заказывающего подразделения ЦА, территориального органа МЧС России, организации МЧС России, сторонних ведомств
- в конкретной научной деятельности (при оценке, расчете, обосновании, определении) – от НТУ МЧС России, сторонних ведомств, научно-исследовательских учреждений МЧС России, других ведомств
- при проведении НИОКР – от НТУ МЧС России, научно-исследовательских учреждений МЧС России, других ведомств
- в учебном процессе – от образовательных учреждений МЧС России, других ведомств

Достоверность

Достоверность (математико-статистический показатель!)**:**

- ❑ суждение, результат, подтверждённые какими-либо специальными экспериментами или общественной практикой
- ❑ степень точности измерений и объективности оценок

Достоверность **может быть обеспечена учетом** следующих факторов:

- ❑ сходимостью результатов исследования и реальных данных (экспериментов, наблюдений)
- ❑ сходимостью результатов собственного исследования и результатов других исследований
- ❑ сравнением с результатами исследований, полученных с применением других методов (т.н. «спор моделей»)
- ❑ точностью измерения параметров исследуемых объектов, процессов, явлений
- ❑ правильным подбором объектов (единиц) наблюдения и измерения

Достоверность

- использованием современных, широко апробированных методов исследования
- использованием достаточного массива статистических данных, представительной выборочной совокупности
- корректностью статистической обработки данных, указанием для этих данных доверительных интервалов, вероятностей
- непосредственным участием соискателя в получении исходных данных и научных экспериментах и т.п.

Примеры формулировок достоверности

1. Достоверность научных результатов подтверждается использованием представительных исходных данных, многовариантными расчетами с применением апробированного научно-методического аппарата, соответствующего решаемым задачам, а также высокой сходимостью (свыше 85 %) результатов теоретических исследований с данными по применению опытного образца технического средства.

Примеры формулировок достоверности

2. Достоверность результатов исследования обусловлена:

- достаточной сходимостью теоретических и экспериментальных исследований (до 75%), проведенных при эксплуатации опытной и пилотной зон системы
- корректным применением системного анализа, современных, широко апробированных методов исследований
- многовариантными расчетами с применением различных методов и моделей
- использованием достоверной исходной информации по параметрам людских потоков, степени регулярности посещения мест массового пребывания, среднему времени нахождения в таких местах и т.п.
- непротиворечивостью полученных данных результатам предыдущих исследований в области применения технических средств информирования и оповещения, создания информационно-технических систем

Примеры формулировок достоверности

3. Достоверность результатов исследования обусловлена:

- достаточной сходимостью теоретических и экспериментальных исследований, проведенных при эксплуатации опытной и пилотной зон системы (до 70%)

- незначительной погрешностью обработки результатов эксплуатации опытной зоны системы (не более 15%) – по времени прохождения информации от ИЦ на ТК

- незначительной погрешностью расчетов при обосновании рациональной территориальной структуры системы (5%) – задавалась в программе STATISTICA

- незначительной погрешностью расчетов при определении целесообразных мест размещения терминальных комплексов на территории Московской области (около 7%)

- значительной сходимостью (до 65%) полученных расчетных результатов по коммерческой эффективности терминальных комплексов и реальных данных по их применению в коммерческих целях в г. Москве

Обоснованность

Обоснованность (дискурсивный, логический показатель!) - доказательность, убедительность выводов и рекомендаций диссертанта

Обоснованность может быть подтверждена:

- ❑ доказательностью выводов как основанием предложенных рекомендаций
- ❑ мнением экспертов
- ❑ опытом практической реализации результатов исследования в производстве, научных исследованиях, учебном процессе
- ❑ обсуждением результатов исследования на международных и всероссийских научных конференциях
- ❑ публикациями результатов исследования в рецензируемых научных изданиях

Некоторые критерии, которым должна отвечать диссертация

- диссертация должна быть написана автором самостоятельно, обладать внутренним единством, содержать новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствовать о личном вкладе автора диссертации в науку

- в диссертации, имеющей прикладной характер, должны приводиться сведения о практическом использовании полученных автором диссертации научных результатов, а в диссертации, имеющей теоретический характер, - рекомендации по использованию научных выводов

- предложенные автором диссертации решения должны быть аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями

- основные научные результаты диссертации должны быть опубликованы в рецензируемых научных изданиях (далее - рецензируемые издания)

Некоторые критерии, которым должна отвечать диссертация

- количество публикаций, в которых излагаются основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, в рецензируемых изданиях должно быть:
  - в области искусствоведения и культурологии, социально-экономических, общественных и гуманитарных наук - не менее 3;
  - в остальных областях - не менее 2

- к публикациям, в которых излагаются основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени, приравниваются патенты на изобретения, полезную модель, промышленный образец, селекционные достижения, свидетельства на программу для ЭВМ, базу данных, топологию интегральных микросхем

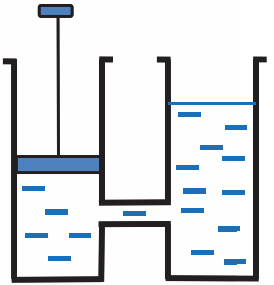
Соотношение новизны и достоверности

	обусловлена	подтверждается
новизна	1. Оригинальной постановкой проблемы, научной задачи 2. Разработкой нового или усовершенствованием существующего научно-методического аппарата	1. Отсутствием сведений об аналогичных результатах в публикациях 2. Наличием технических решений на уровне изобретения
достовер-ность	1. Обоснованным выбором исходных данных, предпосылок, допущений и ограничений 2. Использованием апробированного научно-методического аппарата	1. Высокой сходимостью теории с экспериментом, наблюдениями, испытаниями, результатов исследований с практическими данными 2. Близкими результатами разных методов, моделей

по материалам Рахманова А.А., Мартьянова А.Н.

Соотношение новизны и достоверности

Новизна (Н):
нужен <u>новый</u> метод

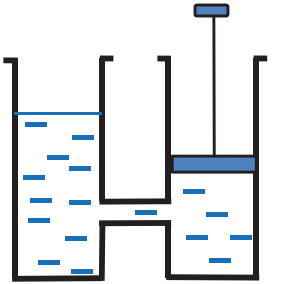


Д ≺ Н

решение задачи, имеющей значение для развития соответствующей отрасли знаний (**1 номинация**)

?

Достоверность (Д):
нужен <u>апробированный</u> метод



Д ≻ Н

новые научно обоснованные технические, технологические и иные решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны (**2 номинация**)

6. Порядок подготовки и представленния диссертационной работы

Последовательность действий аспирантов и соискателей учёной степени «кандидата наук» по подготовке к защите и защите диссертационной работы

АСПИРАНТЫ

Заявление о сдаче вступительных экзаменов в аспирантуру (адъюнктуру)

СОИСКАТЕЛИ

Заявление о прикреплении в качестве соискателя учёной степени

Последовательность действий аспирантов и соискателей учёной степени «кандидата наук» по подготовке к защите и защите диссертационной работы

ДОКУМЕНТЫ, ПРЕДСТАВЛЯЕМЫЕ ДЛЯ ПОСТУПЛЕНИЯ В АСПИРАНТУРУ И ПРИКРЕПЛЕНИЯ СОИСКАТЕЛЕМ

1. Заверенная копия диплома государственного образца о высшем профессиональном образовании и приложений к нему.
2. Две анкеты с фотографией, заверенные установленным порядком.
3. Список опубликованных статей, изобретений, отчётов о НИР.
4. Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов (при наличии).
5. Реферат по предполагаемой тематике диссертационных исследований.
6. Копия документа о регистрации по месту жительства или пребывания.
7. Копия приписного свидетельства или документа, определяющего отношение к военной обязанности

Последовательность действий аспирантов и соискателей учёной степени «кандидата наук» по подготовке к защите и защите диссертационной работы

1. Обсуждение и утверждение темы диссертационного исследования на секции научно-технического совета структурного подразделения НИУ (на кафедре ВУЗа). Для аспирантов – тема диссертации утверждается в течение трёх месяцев с даты зачисления в аспирантуру.

2. Утверждение темы диссертационного исследования на научно-техническом совете НИУ (на учёном совете ВУЗа).

3. Подготовка план-проспекта и структурно-логической схемы диссертационного исследования

СОДЕРЖАНИЕ ПЛАН-ПРОСПЕКТА ДИССЕРТАЦИИ



СОДЕРЖАНИЕ ПЛАН-ПРОСПЕКТА ДИССЕРТАЦИИ



СОДЕРЖАНИЕ ПЛАН-ПРОСПЕКТА ДИССЕРТАЦИИ

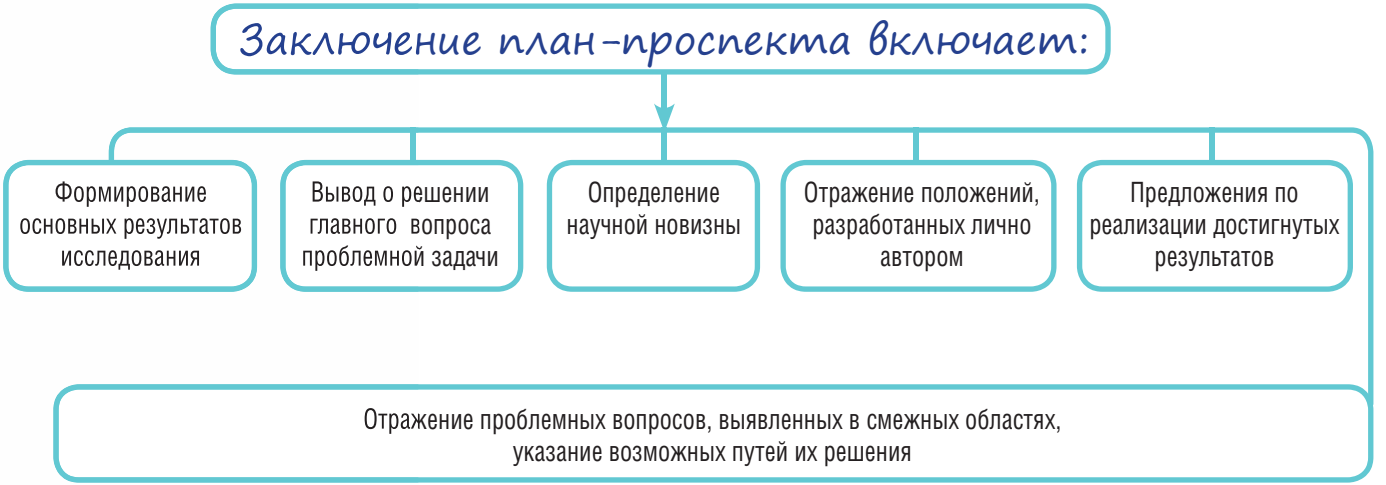


СОДЕРЖАНИЕ ПЛАН-ПРОСПЕКТА ДИССЕРТАЦИИ

Основная часть исследования, отражаемая в план-проспекте, включает:

Структуру диссертации по главам и разделам	Раскрытие противоречия, заключённого в проблемной задаче, разработку её основного вопроса	Определение методов исследования каждого вопроса, достоверность получаемых результатов	Определение проблемных пунктов, не решаемых в настоящее время, с установлением возможных путей решения в перспективе	Формирование некоторых предварительных выводов по главам

СОДЕРЖАНИЕ ПЛАН-ПРОСПЕКТА ДИССЕРТАЦИИ



Последовательность действий аспирантов и соискателей учёной степени «кандидата наук» по подготовке к защите и защите диссертационной работы

АСПИРАНТЫ	СОИСКАТЕЛИ
1	Подготовка обзорной и других статей по теме диссертационного исследования для публикации в изданиях, рецензируемых ВАК.
2	Выступления (стендовые доклады) на международных и всероссийских конференциях.
3	Сдача экзаменов кандидатского минимума по истории и философии науки и иностранному языку.
1-й год обучения	1-й и 2-й год исследований

Последовательность действий аспирантов и соискателей учёной степени «кандидата наук» по подготовке к защите и защите диссертационной работы

АСПИРАНТЫ	СОИСКАТЕЛИ
1 Подготовка первой и второй глав и первой редакции введения (цель, новизна, значимость, актуальность).	
2 Проведение машинного и (или) натурного эксперимента.	
3 Участие в выполнении НИОКР по тематике диссертационного исследования.	
4 Заслушивание на секции НТС (на кафедре) отчёта по выполнению индивидуального плана работы.	
1-й и 2-й год обучения	1-й и 2-й год исследований

Последовательность действий аспирантов и соискателей учёной степени «кандидата наук» по подготовке к защите и защите диссертационной работы

АСПИРАНТЫ	СОИСКАТЕЛИ
1. Подготовка завершающих глав диссертационного исследования.	
2. Получение патентов, авторских свидетельств, свидетельств о регистрации программ, актов о реализации результатов исследования.	
3. Подготовка заключения (аспиранты – третий год, соискатели – четвёртый-пятый год).	
4. Выступления на конференциях, подготовка статей, участие в НИОКР.	
3-й год обучения	3-й и 4-й год исследований

Последовательность действий аспирантов и соискателей учёной степени «кандидата наук» по подготовке к защите и защите диссертационной работы

АСПИРАНТЫ

1. Обсуждение материалов диссертации на секции НТС (заседании кафедры).
2. Техническое оформление диссертации.
3. Проведение предварительной экспертизы диссертационной работы на секции НТС (заседании кафедры).

3-й год обучения

Последовательность действий аспирантов и соискателей учёной степени «кандидата наук» по подготовке к защите и защите диссертационной работы

СОИСКАТЕЛИ

1. Обсуждение материалов диссертации на секции НТС (заседании кафедры).
2. Техническое оформление диссертации.
3. Проведение предварительной экспертизы диссертационной работы на секции НТС (заседании кафедры).
4. Представление диссертации в совет.

4-й и 5-й год исследования

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДОКЛАДА

Вступительная часть. В ней докладывается

ТЕМА ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ И КТО НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ

АКТУАЛЬНОСТЬ ИССЛЕДОВАНИЯ	Новые условия и предпосылки
	Новые достижения в предметной области исследования
	Предпосылки (изменения в подходах к решению научной задачи)
	Факторы развития научных знаний, определяющие практическую направленность

1. Существующие в настоящее время наработки по рассматриваемой и решаемой в диссертационной работе задаче.
2. Перечень учёных, внёсших свой вклад.
3. Перечень факторов, не выявленных или не учтённых в предыдущих исследованиях.

1. Научная задача диссертационного исследования.
2. Цель диссертационной работы.
3. Предмет и объект исследования.
4. Методы исследования.
5. Что выносится на защиту (основные результаты).

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДОКЛАДА

Основная часть. В ней докладывается

СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ ЗАДАЧИ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ, ВЗАИМОУВЯЗАННЫЕ СО СТРУКТУРОЙ ПОЛОЖЕНИЙ, ВЫНОСИМЫХ НА ЗАЩИТУ.

ДЛЯ КАЖДОГО НАУЧНОГО РЕЗУЛЬТАТА:

1. Что делалось для его достижения.
   В чём отличия от выполнявшихся ранее исследований.
2. Личный вклад автора и достоверность полученных результатов.
3. Преимущества перед существующими способами (методами) и по каким показателям.
4. Заключение по каждому научному результату и по основной части в целом.

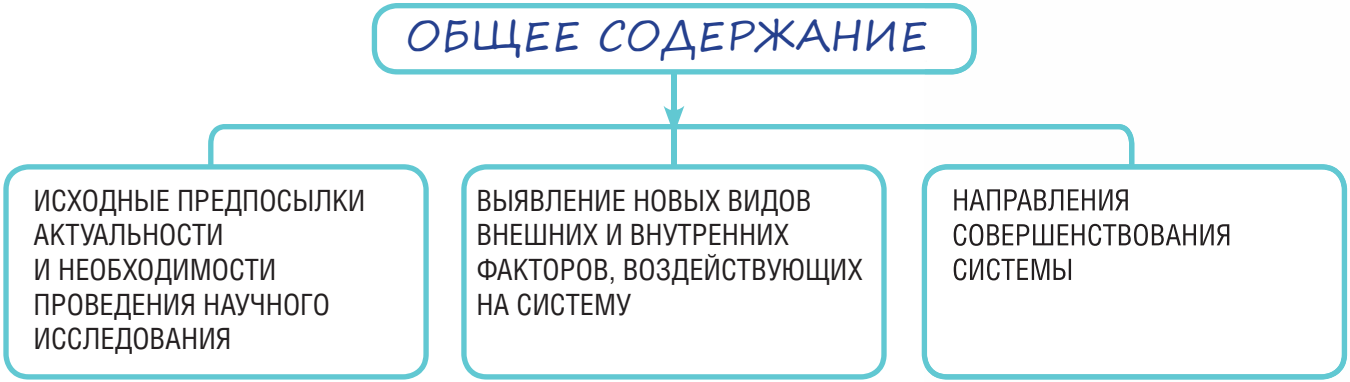
ЗАКЛЮЧЕНИЕ ПО ОСНОВНОЙ ЧАСТИ

«Таким образом, достигнутые научные результаты в совокупности позволяют сделать вывод о том, что задача, поставленная в диссертационном исследовании решена, а предложенные (методы, методики, технологии и т.д.) являются основой для решения того-то (приводится область применения и достигаемый эффект)».

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДОКЛАДА



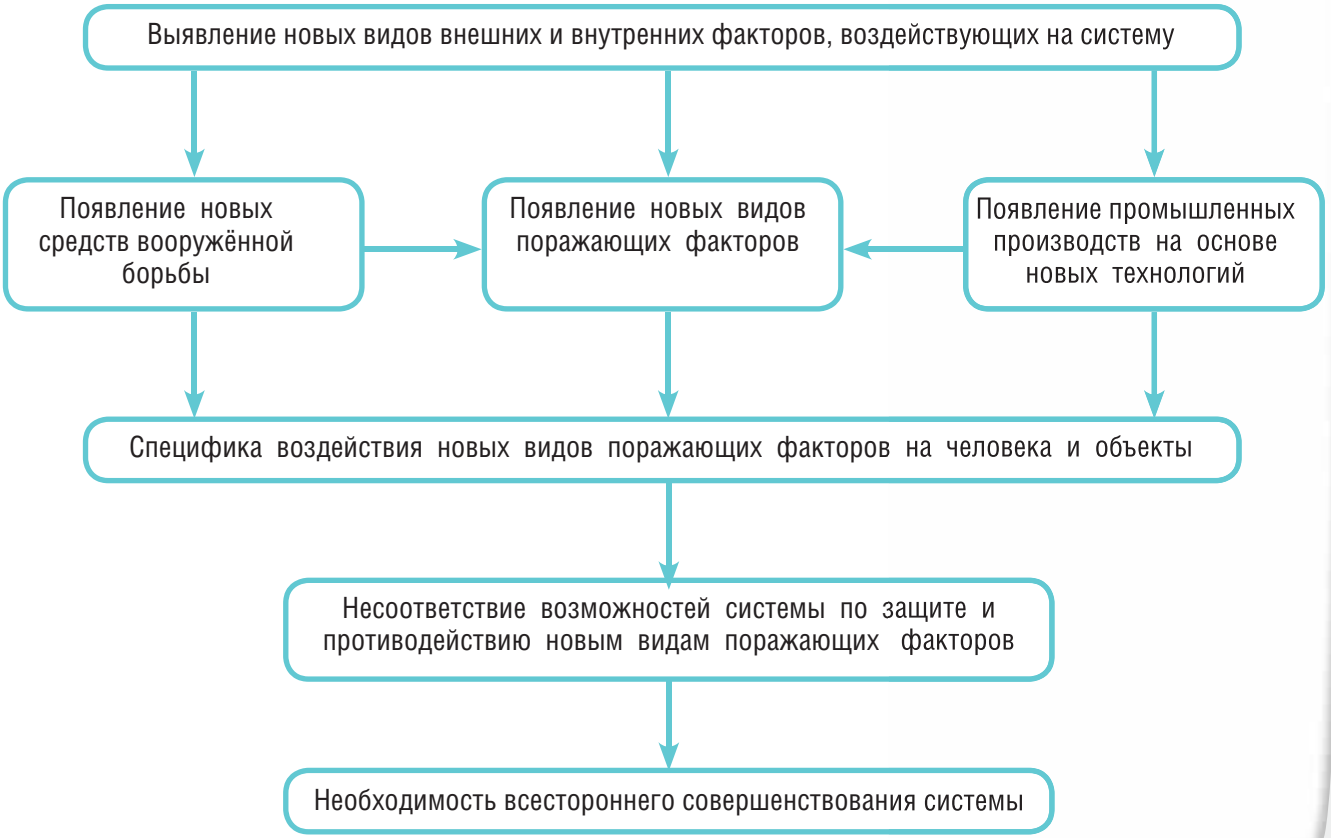
СТРУКТУРНО-ЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПОСТАНОВОЧНОЙ ЧАСТИ РАБОТЫ



СТРУКТУРНО-ЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПРОВЕДЕНИЯ АНАЛИЗА

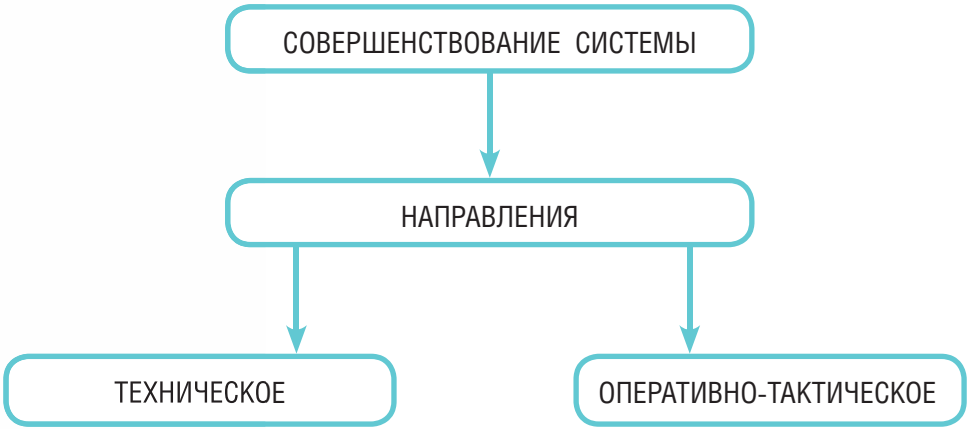


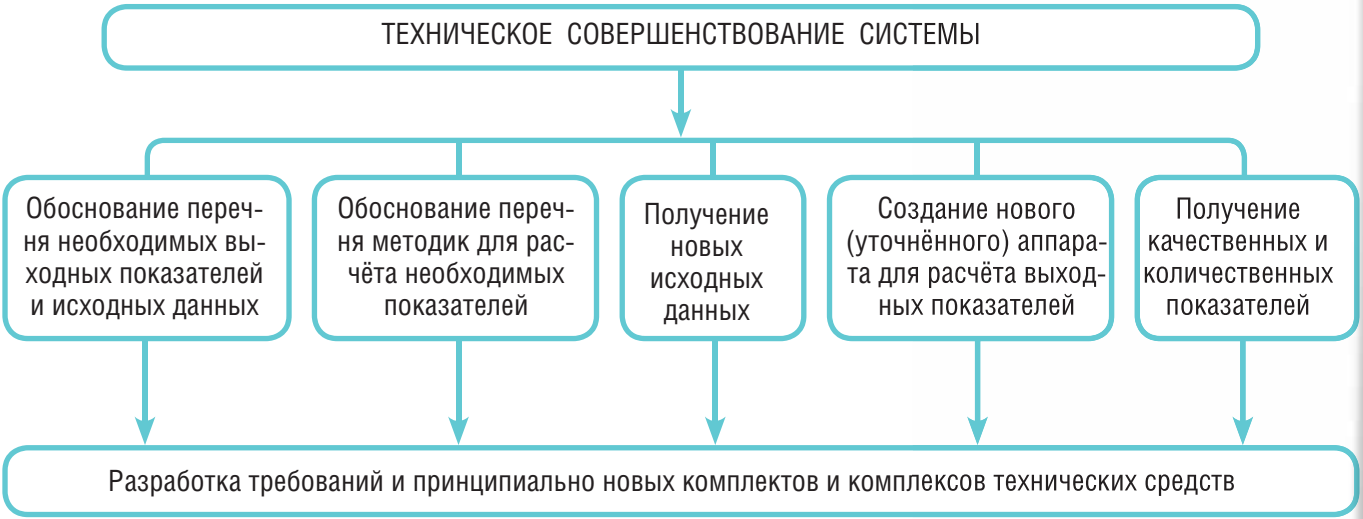
СТРУКТУРНО-ЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПРОВЕДЕНИЯ АНАЛИЗА

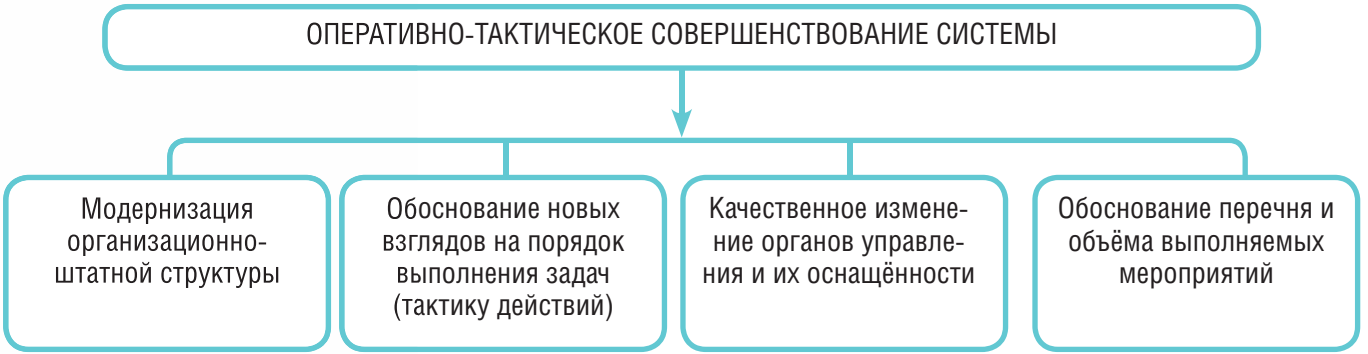



ПОЯВЛЕНИЕ НОВЫХ ВИДОВ ПОРАЖАЮЩИХ ФАКТОРОВ
Уточнение физических принципов воздействия новых видов поражающих факторов
Сравнительные характеристики их воздействия по сравнению с традиционными средствами
Анализ возможностей по противодействию имеющимися системами и средствами
Оценка возможностей определения параметрических характеристик новых видов поражающих факторов
Разработка методов, методик, алгоритмов, моделей качественной и количественной оценки воздействия новых видов поражающих факторов, возникающих в результате ЧС на промышленных производствах нового поколения и в следствие воздействия перспективных средств вооружённой борьбы


ОЦЕНКА СУЩЕСТВУЮЩИХ СИСТЕМ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПО ВОЗМОЖНОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НОВЫХ ВИДОВ ПОРАЖАЮЩИХ ФАКТОРОВ
Может ли система и её технические средства осуществить частичное или полное противодействие новым поражающим факторам
ДА
НЕТ
Какой модернизации потребует система и её технические средства для комплексного выполнения задачи
Какого изменеия и дополнения потребуют мероприятия, выполняемые для противодействия существующим поражающим факторам
Разработка оперативно – тактичесаких и тактико – технических требований к новой системе и включаемым в её состав техническим средствам, предназначенным для противодействия и защиты от новых поражающих факторов


СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ
НАПРАВЛЕНИЯ
ТЕХНИЧЕСКОЕ
ОПЕРАТИВНО-ТАКТИЧЕСКОЕ


ТЕХНИЧЕСКОЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ
Обоснование перечня необходимых выходных показателей и исходных данных
Обоснование перечня методик для расчёта необходимых показателей
Получение новых исходных данных
Создание нового (уточнённого) аппарата для расчёта выходных показателей
Получение качественных и количественных показателей
Разработка требований и принципиально новых комплектов и комплексов технических средств


ОПЕРАТИВНО-ТАКТИЧЕСКОЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ
Модернизация организационно-штатной структуры
Обоснование новых взглядов на порядок выполнения задач (тактику действий)
Качественное изменение органов управления и их оснащённости
Обоснование перечня и объёма выполняемых мероприятий

Список литературы

1. Черничко Б.И., Баринов В.И. Подготовка и аттестация научных кадров. Методическое пособие для соискателей научных степеней. М.: ВНИИ ГОЧС, 1996.

2. Акимов В.А., Дурнев Р.А., Мещеряков Е.М., Севрюков И.Т. Подготовка и аттестация научных и научно-педагогических кадров в системе МЧС России. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2012.

3. Дурнев Р.А., Жданенко И.В. Оценка трудоемкости НИОКР в области безопасности жизнедеятельности. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2012.

Ждём на защиту!



Научно-популярное издание

Дурнев Роман Александрович
Мещеряков Евгений Михайлович

Методические рекомендации по подготовке диссертационных работ. Комиксы для соискателей

Сданов набор 8.08.2014. Подписано в печать 8.10.2014.
Бумага офсетная. Печать Офсетная.
Гарнитура Calibri. Формат 60×90 $^{1}/_{16}$.
Объем 15,5 у.п.л. Тираж 500 экз.

ISBN 978-5-93970-106-8

