

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
Амурский государственный университет
(ГОУВПО «АмГУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой БЖД
_____ А.Б. Булгаков
«__» _____ 2007 г.

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В
ТЕХНОСФЕРЕ

Учебно-методический комплекс дисциплины

для специальности

280101- «Безопасность жизнедеятельности в техносфере»

Составитель:

Семичевская Н.П. доцент кафедры ИУС

2007 г.

*Печатается по решению
редакционно-издательского совета
инженерно-физического факультета
Амурского государственного
университета*

Системный анализ и моделирование процессов в техносфере для специальности 280101- Безопасность жизнедеятельности в техносфере: учебно-методический комплекс дисциплины. / Семичевская Н.П. – Благовещенск. Изд-во Амурского гос. ун-та, 2007. 84 с.

©Амурский государственный университет, 2007

©Кафедра информационных и управляющих систем, 2007

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Выписка из государственного общеобразовательного стандарта высшего профессионального образования	4
2. Рабочая программа	6
3. График самостоятельной работы студентов	24
4. Методические рекомендации по проведению самостоятельной работы студентов	24
5. Перечень учебников, учебных пособий	25
6. Краткий конспект лекций	27
7. Тематический план практических занятий	67
8. Методические указания по выполнению контрольных работ	68
9. Перечень используемых программных продуктов	70
10. Методические указания по организации межсессионного контроля знаний студентов	70
11. Варианты практических заданий	71
12. Примерные задания РГР №1, РГР №2	82

1. ВЫПИСКА ИЗ ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Направление подготовки дипломированного специалиста

654600 – Информатика и вычислительная техника

Специальность

280101- «Безопасность жизнедеятельности в техносфере»

Квалификация – *инженер*

Индекс	Наименование дисциплин и их основные разделы	Всего часов
СД.08	Системный анализ и моделирование процессов в техносфере	
	<p>Понятие техносферной системы, характеристика и классификация систем, базовые категории систем: элементы, связи, состав, структура, окружение, границы системы; переменные, векторы, траектории и пространства состояний системы. Принципы организации и динамики систем; свойства эмерджентности, энтропии и гомеостазиса систем; ситуационное и адаптивное поведение систем; структура системного исследования, модели структуры, процессов, целей и свойств систем. Диаграммы причинно-следственных связей, как модели процессов в системах; классификация методов исследования, достоинства и недостатки, принципы моделирования человеко-машинных и других динамических систем; элементы математической теории организаций и программно-целевого управления процессом совершенствования систем; управляющий объект, объект управления, цель, показатели и критерии оценки качества управления; виды и принципы управления; структура и циклы управления; принципы обоснования, обеспечения, контроля и поддержания оптимальных по выбранному критерию показателей качества систем.</p> <p>Модель; этапы процесса моделирования; концептуальная модель; исходные данные и ограничения;</p>	

адекватность модели; математическая модель; обработка и интерпретация результатов моделирования; оптимизация эксперимента на математической модели; регрессионный анализ; линейное программирование; детерминированные и стохастические модели; имитационное моделирование; основные модели гидромеханики; численные методы в гидромеханике; явные и неявные схемы решения; эйлеровы и лагранжевы переменные; практическая компьютерная реализация систем моделирования.

Системный анализ и прогнозирование социально-эколого-экономических систем. Анализ и решение многокомпонентных задач. Моделирование техносферы с помощью взвешенных орграфов. Прогноз развития социо-эколого-экономической системы на базе орграфов.

2. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Федеральное агентство по образованию РФ
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ГОУВПО «АмГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УНР

Е.С.Астапова

« _____ » _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

«СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В
ТЕХНОСФЕРЕ»

для специальности

280101- «Безопасность жизнедеятельности в техносфере»,

- сокращенное обучение

курс 4 семестр 7, 8

Лекции 50 /8 (час.)

Экзамен 7 / 7 семестр

Практические (семинарские) занятия 46 / 8 (час.)

Зачет 8 семестр

Самостоятельная работа 57/ 137(час.)

Всего часов 153 / 153 час.

Составитель Самохвалова С.Г., Семичевская Н.П.

Факультет Математики и информатики

Кафедра Информационных и управляющих систем

2007 г.

Рабочая программа составлена на основании Государственного образовательного стандарта ВПО по специальности 280101 - Безопасность жизнедеятельности в техносфере.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры безопасности жизнедеятельности

" ____ " _____ 2007г., протокол № _____

Заведующий кафедрой _____

А.Б. Булгаков

Рабочая программа одобрена на заседании учебно-методического совета специальности 280101 - "Безопасность жизнедеятельности в техносфере".

" ____ " _____ 2007г.

Председатель УМС

_____ О.Т. Аксенова

СОГЛАСОВАНО

Начальник УМУ

_____ Т.Н. Торопчина

СОГЛАСОВАНО

Председатель УМС факультета

_____ В.Ф. Ульянычева

« ____ » _____ 2007 г.,

Заведующий выпускающей кафедрой _____

А.Б. Булгаков

« ____ » _____ 2007 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ, ЕЕ МЕСТО В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

1.1 Цели и задачи курса

Основными *целями* изучения дисциплины являются подготовка специалистов к моделированию опасных процессов в техносфере и обеспечению безопасности создаваемых систем технологического оборудования на производстве, а также приобретение навыков системного исследования и совершенствования безопасности функционирования объектов экономики, освоение методологии системного мышления и комплексного рассмотрения сложных проблем.

Любое современное явление как биосферной, так и техносферной природы может быть воспроизведено посредством моделирования. Поэтому основной *задачей дисциплины* является приобретение студентами знаний, навыков и приемов моделирования различных процессов, явлений и сложных систем в техносфере (на основе методов математического и имитационного моделирования).

1.2 Требования к уровню освоения содержания дисциплины

В результате освоения содержания дисциплины студент должен приобрести знания, умения и навыки по соответствующим аспектам профессиональной деятельности, заключающимся в его способности:

- знать - понятия, концепции, принципы и методы системного анализа, обеспечения и совершенствования безопасности процессов и систем производственного назначения;
- уметь - пользоваться современными математическими и машинными методами моделирования, системного анализа и синтеза безопасности процессов и объектов технологического оборудования;
- быть знакомым - с процедурой исследования и программами обеспечения безопасности в процессе создания и эксплуатации техники, а также с тенденциями развития соответствующих технологий и инструментальных средств.

1.3 Перечень дисциплин с указанием разделов (тем), усвоение которых студентами необходимо при изучении данной дисциплины

Дисциплина изучается в седьмом и восьмом семестрах 4 курса и базируется на знаниях, полученных в рамках следующих, изученных дисциплин: «Информатика», «Высшая математика», «Физика», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Безопасность жизнедеятельности» и др.

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1 Федеральный компонент

Дисциплина «Системный анализ и моделирование процессов в техносфере» входит в блок дисциплин федерального компонента для специальности 330100 — "Безопасность жизнедеятельности в техносфере".

Государственный стандарт - СД.08 Системный анализ и моделирование процессов в техносфере.

Понятие техносферной системы, характеристика и классификация систем, базовые категории систем: элементы, связи, состав, структура, окружение, границы системы; переменные, векторы, траектории и пространства состояний системы. Принципы организации и динамики систем; свойства эмерджентности, энтропии и гомеостазиса систем; ситуационное и адаптивное поведение систем; структура системного исследования, модели структуры, процессов, целей и свойств систем. Диаграммы причинно-следственных связей, как модели процессов в системах; классификация методов исследования, достоинства и недостатки, принципы моделирования человеко-машинных и других динамических систем; элементы математической теории организаций и программно-целевого управления процессом совершенствования систем; управляющий объект, объект управления, цель, показатели и критерии оценки качества управления; виды и принципы управления; структура и циклы управления; принципы обоснования, обеспечения, контроля и поддержания оптимальных по выбранному критерию показателей качества систем.

Модель; этапы процесса моделирования; концептуальная модель; исходные данные и ограничения; адекватность модели; математическая модель; обработка и интерпретация результатов моделирования; оптимизация эксперимента на математической модели; регрессионный анализ; линейное программирование; детерминированные и стохастические модели; имитационное моделирование; основные модели гидромеханики; численные методы в гидромеханике; явные и неявные схемы решения; эйлеровы и лангранжевы переменные; практическая компьютерная реализация систем моделирования.

Системный анализ и прогнозирование социально-эколого-экономических систем. Анализ и решение многокомпонентных задач. Моделирование техносферы с помощью взвешенных орграфов. Прогноз развития социально-эколого-экономической системы на базе орграфов.

2.2 Наименование тем, их содержание, объем в лекционных часах ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ЛЕКЦИОННЫХ ЗАНЯТИЙ

Наименование темы	Количество часов
1. Введение	2
2. Методологические основы системного анализа	6
3. Моделирование процессов в техносфере	10
4. Экспертные системы (ЭС)	4
5. Моделирование и системный анализ процессов возникновения происшествий в техносфере	10
6. Моделирование и системный анализ процессов причинения техногенного ущерба	8
7. Моделирование и системный синтез управления производственно-экологической безопасностью	8
8. Заключение	2
ИТОГО	50

Тема 1. Введение.

Предмет курса, его цель и задачи. Структура курса и его связь с другими дисциплинами направления специальностей 656500 "Безопасность жизнедеятельности". Использование материала курса при обеспечении безопасности создаваемых производственных процессов и совершенствовании существующих.

Тема 2. Методологические основы системного анализа.

Общие принципы системного анализа. Понятие сложной системы. Понятие и классификация систем. Характеристика систем: элемент, связь, состав, структура, морфология, граница. Свойства, состояния, взаимодействия и факторные пространства систем. Классификация и общая характеристика методов системного анализа. Особенности системного анализа процессов в техносфере.

Базовые категории систем. Принцип декомпозиции систем. Принципы организации систем и системной динамики. Свойства эмерджентности, энтропии и гомеостазиса. Ситуационное и адаптивное поведение систем. Структура системного исследования. Диаграммы причинно-следственных связей. Принципы моделирования человеко-машинных систем. Этапы жизненного цикла технических и других систем. Понятие оценки состояния диагностики, прогнозирования в поведении систем.

Методологические основы обеспечения безопасности процессов в техносфере. Сущность противоречий, причины и факторы происшествий на производстве. Классификация объективно существующих опасностей. Объект, предмет, базовые категории и принципы системного исследования, обеспечения и совершенствования безопасности процессов в техносфере. Система обеспечения производственно-экологической безопасности: цель, структура, показатели и критерии оценки качества ее функционирования-

Тема 3. Моделирование процессов в техносфере.

Виды моделирования. Место формализации и моделирования при исследовании процессов в техносфере. Этапы моделирования. Понятие и виды моделей. Классификация и структура моделей, применяемых в процессе системного анализа безопасности. Детерминированные и стохастические модели, линейные, нелинейные модели. Аналитические, графические, комбинированные (аналитико-имитационные) и логико-лингвистические модели процессов в техносфере. Концептуальное и многоаспектное моделирование. Характеристики моделей. Преимущества и недостатки. Исходные данные и ограничения, обработка и интерпретация результатов моделирования.

Имитационное моделирование, особенности и преимущества. Необходимость компьютерной поддержки. Методы машинной реализации моделей и области их предпочтительного использования при системном анализе опасных процессов.

Логико-лингвистическая модель процесса возникновения происшествий в человеко-машинной системе. Принципы имитационного моделирования происшествий в техносфере.

Тема 4. Экспертные системы (ЭС).

Области применения ЭС при моделировании процессов в техносфере. Классификация задач, решаемых с помощью ЭС, преимущества. Представление информации в ЭС. Понятие знания. Модели представления знаний. Понятие кванторов. Дерево «и/или». Понятие предиката. Модели предикатного типа. Модели продукционного типа. Модели на основе табличного языка. Семантические модели. Модели на основе фреймов.

Экспертная система оценки техногенного риска и мероприятий по его снижению.

Тема 5. Моделирование и системный анализ процессов возникновения происшествий в техносфере.

Основные принципы системного анализа и моделирования опасных процессов. Структура системного подхода к исследованию опасных процессов в техносфере. Способы формализации и моделирования процесса возникновения происшествий. Особенности представления информации методами теории нечетких множеств. Основные понятия и виды диаграмм причинно-следственных связей. Символы, применяемые при графическом изображении процесса возникновения техногенных происшествий.

Системный анализ и моделирование с помощью диаграмм причинно-следственных связей типа "дерево". Характеристика моделей типа "дерево происшествия" и "дерево событий" - его исходов. Общие принципы и правила построения дерева происшествия и дерева событий. Качественный анализ дерева происшествия. Понятие и способы определения минимальных сочетаний исходных предпосылок, их значимости и критичности. Количественный анализ дерева происшествия и дерева событий.

Системный анализ и моделирование с помощью диаграмм причинно-следственных связей типа "граф" и "сеть". Поточковые графы появления аварийности и травматизма на производстве и транспорте. Сетевая модель условий возникновения железнодорожных крушений.

Тема 6. Моделирование и системный анализ процессов причинения техногенного ущерба.

Общие принципы моделирования и системного анализа техногенного ущерба. Характеристика способов прогнозирования последствий техногенных происшествий. Классификация используемых при этом моделей и методов. Принципы априорной количественной оценки техногенного ущерба. Модели и методы прогнозирования зон, вероятности и тяжести техногенных происшествий.

Системный анализ и моделирование неконтролируемого истечения и распространения энергии и вредного вещества в техносфере. Физическое и математическое моделирование процессов энерго-массоистечения. Классификация и кодирование моделей полей концентрации вредных веществ. Моделирование процессов распространения вещества в атмосфере и гидросфере. Моделирование процессов трансформации взрывопожароопасных, радиоактивных и токсичных веществ в техносфере.

Системный анализ и моделирование процессов разрушительной трансформации и адсорбции энергии и вещества в техносфере. Принципы моделирования процесса причинения ущерба трансформацией и адсорбцией энерго-массопотоков. Классификация моделей причинения ущерба. Модели, основанные на зависимостях "доза-эффект", эрфик-и пробит-функциях. Объемные, площадные и массовые критерии разрушительного поглощения энергии и вещества. Особенности моделирования и оценки ущерба людским, материальным и природным ресурсам.

Тема 7. Моделирование и системный синтез управления, производственно-экологической безопасностью.

Общие принципы программно-целевого планирования и управления процессом совершенствования безопасности. Модель программно-целевого обеспечения безопасности производственных процессов в техносфере. Стратегическое планирование и оперативное управление производственно-экологической безопасностью. Структура задач и мероприятий по совершенствованию безопасности. Особенности моделирования процессов обеспечения и совершенствования безопасности методами математической теории организации.

Моделирование и системный анализ процесса обоснования требований к показателям безопасности. Классификация моделей и методов нормирования риска. Их краткая характеристика, опыт применения, достоинства и недостатки. Структура затрат и ущерба от объективно существующих природных и техногенных опасностей. Оптимизация приемлемой вероятности появления техногенных происшествий. Системный анализ результатов моделирования процесса нормирования производственно-экологической безопасности.

Моделирование и системный анализ процесса обеспечения заданных требований к безопасности создаваемых технологических процессов. Общая модель и структура задач программно-целевого обеспечения требуемого уровня безопасности. Целевые программы, модели и методы обеспечения заданной "безопасности" технологического оборудования, совершенствования профессионального отбора и обучения эксплуатирующего персонала, учета влияния рабочей среды и средств защиты на риск техногенных происшествий.

Моделирование и системный анализ контроля степени удовлетворения заданных требований к безопасности. Общие принципы и особенности контроля безопасности на различных стадиях жизненного цикла производственных процессов. Байесовские модели контроля уровня безопасности создаваемых производственных процессов на головном объекте. Контроль эффективности мероприятий по совершенствованию безопасности существующих объектов методом проверки статистических гипотез.

Моделирование и системный анализ процесса поддержания заданных требований к уровню производственно-экологической безопасности. Общие принципы и дерево целей поддержания приемлемой безопасности. Модели и методы поддержания готовности персонала к обеспечению безопасности. Оптимизация контрольно-профилактической работы по предупреждению

происшествий. Модели и методы совершенствования контроля безопасности особо опасных производственных процессов.

Тема 8. Заключение.

I

Перспективы системного анализа и синтеза процессов в техносфере. Пути повышения эффективности стратегического планирования и управления производственно-экологической безопасностью.

2.3 Практические занятия, их содержание и объем в часах

ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Наименование темы	Количество часов
1. Сложные системы. Основные понятия, разновидности сложных систем и их свойства. Построение сложных систем.	2
2. Решение проблем с использованием теории систем. Сложная система и моделирование. Общие принципы построения моделей. Системный анализ прикладных систем. Системный подход к проектированию сложных систем.	4
3. Математические модели глобального развития. Краткий обзор работ по глобальному моделированию. Глобальные модели Форрестера и Мидоуза. Проект «Стратегия выживания» Месаровича - Пестеля. Программы дальнейших работ по глобальному моделированию	6
4. Природа и поведение экологических систем. Моделирование экологических систем. Моделирование эколого-биологических задач	6
5. Математическое моделирование оптимального размещения промышленных предприятий	4
6. Моделирование и системный анализ процессов возникновения происшествий в техносфере	6
7. Моделирование и системный анализ процессов причинения техногенного ущерба	6
8. Моделирование и системный синтез управления производственно-экологической безопасностью	6
9. Использование пакета MATHCAD при решении задач моделирования	6
ИТОГО	46

В ходе практических работ по данному курсу студенты приобретают знания о понятиях, концепциях, принципах и методах системного анализа; навыки использования современных математических и имитационных методов моделирования; знакомятся с процедурой исследования и программным обеспечением безопасности в процессе создания и эксплуатации техники, а также с тенденциями развития соответствующих технологий и инструментальных средств.

2.4 Самостоятельная работа студентов

В качестве самостоятельной работы по дисциплине «Системный анализ и моделирование процессов в техносфере» студентам предлагается рассмотреть и изучить следующие вопросы:

1. Ситуационное и адаптивное поведение систем.
2. Методологические основы обеспечения безопасности процессов в техносфере.
3. Сущность противоречий, причины и факторы происшествий на производстве.
4. Области применения ЭС при моделировании процессов в техносфере.
5. Логико-лингвистическая модель процесса возникновения происшествий в человеко-машинной системе.

2.5 Вопросы к экзамену (7 семестр)

1. Общие принципы, предмет, цель и задачи системного анализа. Понятие и классификация систем. Понятие сложной системы.
2. Характеристика систем: элемент, связь, состав, структура, морфология, граница.
3. Свойства, состояния, взаимодействия и факторные пространства систем.
4. Разновидности сложных систем и их свойства. Системный подход к проектированию сложных систем
5. Решение проблем с использованием теории систем. Системный анализ прикладных систем.
6. Классификация и общая характеристика методов системного анализа. Особенности системного анализа процессов в техносфере.
7. Базовые категории систем Принцип декомпозиции систем.
8. Принципы организации систем и системной динамики. Свойства эмерджентности, энтропии и гомеостазиса.
9. Ситуационное и адаптивное поведение систем.
10. Структура системного исследования. Диаграммы причинно-следственных связей.
11. Этапы жизненного цикла технических и других систем. Понятие оценки состояния диагностики, прогнозирования в поведении систем.
12. Сущность противоречий, причины и факторы происшествий на производстве. Классификация объективно существующих опасностей.
13. Объект, предмет, базовые категории и принципы системного исследования, обеспечения и совершенствования безопасности процессов в техносфере.
14. Моделирование процессов в техносфере. Этапы моделирования.
15. Понятие и виды моделей. Классификация и структура моделей, применяемых в процессе системного анализа безопасности.
16. Детерминированные и стохастические модели, линейные, нелинейные модели.

17. Аналитические, графические, комбинированные (аналитико-имитационные) и логико-лингвистические модели процессов в техносфере.
18. Концептуальное и многоаспектное моделирование. Характеристики моделей. Преимущества и недостатки.
19. Исходные данные и ограничения, обработка и интерпретация результатов моделирования.
20. Имитационное моделирование, особенности и преимущества. Компьютерной реализации моделей и области их использования. Принципы имитационного моделирования происшествий в техносфере.
21. Математические модели глобального развития. Краткий обзор работ по глобальному моделированию, и перспективы их развития.
22. Глобальные модели Форрестера и Мидоуза.
23. Проект «Стратегия выживания» Месаровича - Пестеля.
24. Латиноамериканская модель глобального развития.
25. Японский проект «Новый взгляд на развитие».
26. Основные принципы системного анализа и моделирования опасных процессов.
27. Структура системного подхода к исследованию опасных процессов в техносфере.
28. Способы формализации и моделирования процесса возникновения происшествий.
29. Основные понятия и виды диаграмм причинно-следственных связей. Символы, применяемые при графическом изображении процесса возникновения техногенных происшествий.
30. Системный анализ и моделирование с помощью диаграмм причинно-следственных связей типа "дерево". Характеристика моделей типа "дерево происшествия" и "дерево событий".
31. Общие принципы и правила построения дерева происшествия и дерева событий. Качественный анализ дерева происшествия.
32. Понятие и способы определения минимальных сочетаний исходных предпосылок, их значимости и критичности.
33. Количественный анализ дерева происшествия и дерева событий.
34. Системный анализ и моделирование с помощью диаграмм причинно-следственных связей типа "граф" и "сеть".
35. Поточковые графы появления аварийности и травматизма. Сетевые модели.
36. Общие принципы моделирования и системного анализа техногенного ущерба. Характеристика способов прогнозирования последствий техногенных происшествий.
37. Классификация используемых моделей и методов при прогнозировании последствий техногенных происшествий.
38. Принципы априорной количественной оценки техногенного ущерба. Модели и методы прогнозирования зон, вероятности и тяжести техногенных происшествий.

39. Системный анализ и моделирование неконтролируемого истечения и распространения энергии и вредного вещества в техносфере.
40. Моделирование процессов распространения вещества в атмосфере и гидросфере.
41. Моделирование процессов трансформации взрыво-, пожароопасных, радиоактивных и токсичных веществ в техносфере.
42. Системный анализ и моделирование процессов разрушительной трансформации и адсорбции энергии и вещества в техносфере. Принципы моделирования.
43. Классификация моделей причинения ущерба. Модели, основанные на зависимостях "доза-эффект", эрфик-и пробит-функциях.

2.6 Вопросы к зачету (8 семестр)

1. Экспертные системы. Области применения. Классификация задач, решаемых с помощью ЭС.
2. Представление информации в ЭС. Понятие знания. Модели представления знаний. Понятие кванторов. Дерево «и / или». Понятие предиката.
3. Модели предикатного типа. Модели продукционного типа. Модели на основе табличного языка. Семантические модели. Модели на основе фреймов.
4. Экспертная система оценки техногенного риска и мероприятий по его снижению.
5. Природа и поведение экологических систем. Моделирование экологических систем.
6. Моделирование эколого-биологических задач.
7. Математическое моделирование оптимального размещения промышленных предприятий.
8. Моделирование и системный синтез управления производственно-экологической безопасностью.
9. Структура задач и мероприятий по совершенствованию безопасности.
10. Особенности моделирования процессов обеспечения и совершенствования безопасности методами математической теории организации.
11. Моделирование и системный анализ процесса обоснования требований к показателям безопасности.
12. Классификация моделей и методов нормирования риска. Их краткая характеристика, опыт применения, достоинства и недостатки.
13. Системный анализ результатов моделирования процесса нормирования производственно-экологической безопасности.
14. Моделирование и системный анализ процесса обеспечения заданных требований к безопасности создаваемых технологических процессов.
15. Моделирование и системный анализ контроля степени удовлетворения заданных требований к безопасности.

16. Моделирование и системный анализ процесса поддержания заданных требований к уровню производственно-экологической безопасности. Общие принципы и дерево целей поддержания приемлемой безопасности.
17. Перспективы системного анализа и синтеза процессов в техносфере.
18. Пути повышения эффективности стратегического планирования и управления производственно-экологической безопасностью.

2.7 Виды контроля

Текущий контроль за аудиторной и самостоятельной работой обучаемых осуществляется во время проведения практических занятий посредством устного опроса по изучаемым разделам, проверки отчетности по домашнему заданию и индивидуальным занятиям в часы консультаций. Промежуточный контроль предполагает систематическое проведение контрольных работ, а также выполнение расчетно-графических работ в 7,8 семестрах.

Темы расчетно-графических работ (7 семестр):

(8 семестр):

1. Изучение опасностей на основе матрицы прогнозируемой безопасности.
2. Методы экспертных оценок и их роль в прогнозировании поведения систем.
3. Принципы построения дерева происшествий и дерева исходов.
4. Моделирование и системный анализ происшествий с помощью диаграмм типа «граф».
5. Диаграмма влияния, основные понятия и виды.

Курсовое проектирование (8 семестр): нет курсовика

В рамках данного курса студенты выполняют курсовую работу, целью которой является разработка математической модели для решения задач анализа, управления и прогноза в области безопасности жизнедеятельности в техносфере.

Темы для курсовых работ

1. Изучение рисков и угроз современного мира с позиции системного анализа.
2. Системная безопасность сложных технических систем.
3. Имитационное моделирование происшествий.
4. Системная безопасность сложных социальных систем.
5. Постановка задачи оптимального размещения промышленных предприятий.
6. Моделирование распространения примесей в атмосфере.
7. Теоретико-игровые методы поддержки принятия решений.
8. Статистические методы поддержки принятия решений (кластерный и факторный анализ).

9. Системы поддержки принятия решений, особенности построения и использования, примеры.
10. Решение прогнозных задач с помощью временных рядов.
11. Прогнозирование при принятии решений. Верификация прогнозов.
12. Способы выбора единой цели для многокритериальных проблем. Компромиссы Парето.

В качестве оболочки для реализации модели используется математический пакет MATHCAD.

2.8 Требования к знаниям студентов, предъявляемые на экзамене и на зачете

Экзамен сдается в конце 7 семестра. Форма сдачи - устная. Необходимым допуском на экзамен является отсутствие долгов по заданиям, выполняемым на практических работах, расчетно-графической работы, положительные оценки за промежуточные контрольные работы. В предлагаемый билет входят три вопроса: два теоретических и один практический (построение диаграммы причинно-следственных связей), на которые студент должен дать развернутый ответ. Показать полное знание теории по данной части курса, продемонстрировать свободную ориентацию в материале, знание понятий и терминологии, ответить на дополнительные вопросы.

Критерии оценки.

Выполнение указанных требований оценивается оценкой:

«Отлично» - студент не имеет долгов по семестровым отчетным работам, ответ на теоретический материал полный, хорошо владеет материалом и отвечает на дополнительные вопросы с пониманием, приводит примеры, (освещены два теоретических вопроса), задача решена полностью с пояснениями.

«Хорошо» - студент не имеет долгов по семестровым отчетным работам, ответ на теоретический материал неполный, хорошо отвечает на дополнительные вопросы, приводит примеры, задача решена полностью с пояснениями.

«Удовлетворительно» - студент не имеет задолженностей, ответ на теоретический материал должен быть полный (хотя бы по одному из двух теоретических вопросов), ответы на дополнительные вопросы по теоретическому экзаменационному материалу должны быть близкими к теории, задача решена, хотя бы схематически.

«Неудовлетворительно» - студент не имеет задолженностей, отвечает по билету плохо (ни на один теоретический вопрос не дал ответа), не может ответить ни на один дополнительный вопрос, задача не решена даже схематически.

Зачет сдается в конце 8 семестра. Форма сдачи зачета - устная. Необходимым допуском на зачет является отсутствие долгов по заданиям, выполняемым на практических работах, курсовой работы, положительные оценки за промежуточные контрольные работы. В предлагаемый билет входят два вопроса, на которые студент должен дать развернутый ответ. Показать полное

знание теории по данной части курса, продемонстрировать свободную ориентацию в материале, знание понятий и терминологии, ответить на дополнительные вопросы. Выполнение указанных требований оценивается оценкой «зачтено».

3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

3.1 Перечень обязательной (основной) литературы

1. Безопасность жизнедеятельности в вопросах и ответах, задачах и решениях - Учебное пособие // А.Г. Горбунов, В.И. Дьяков, В.Н. Ларионов, Г.В. Попов, А.К. Соколов, В.П. Строев, А.И. Тихонов, К.В. Чернов - Иваново ИГЭУ, 2000. - 408с.
2. Белов П.Г. Системный анализ и моделирование опасных процессов в техносфере. Учебное пособие. М.: Академия. 2003.-512с.
3. Воробьев, С. Н. Управление рисками в предпринимательстве [Текст] / С. Н. Воробьев, К. В. Балдин. - М. : Дашков и К, 2006. - 771 с. : рис., табл. - с. 766.
4. Ильичев А.В. Начала системной безопасности. -М.: Научный мир, 2003. -456с.
5. Управление риском: Риск. Устойчивое развитие. Синергетика. - М: Наука, 2000.-431с.
6. Экология и безопасность жизнедеятельности. Учебное пособие для вузов / Д.А. Кривошеин, Л.Н. Муравей, Н.Н. Роева и др. - М: ЮНИТИ - ДАНА, 2000.

3.2 Перечень дополнительной литературы

1. Белов П.Г. Теоретические основы системной инженерии безопасности. М.: ГПНТБ "Безопасность", 1996. - 426с.
2. Белов П.Г. Моделирование опасных процессов в техносфере. Методические рекомендации. М.: изд-во АГЗ МЧС РФ, 1999. - 124с.
3. Хомяков Д.М., Хомяков П.М. Основы системного анализа. М: Изд-во МГУ, 1996- 108с.
4. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. М.: .Наука, 1988 -400с.
5. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем - Искусство и наука. М.: Мир, 1978 - 418 с.
6. Э. Хенли, Х. Кумамото. Надежность технических систем и оценка риска: Пер. с англ. М.: Машиностроение, 1986 - 542с.
7. Браун Д. Анализ и оценка систем обеспечения техники безопасности: Пер. с англ. М.: Машиностроение, 1980 - 342 с.
8. Георгиевский В.Б. Экологические и дозовые модели при радиационных авариях. Киев: Наукова думка, 1994 - 235с.
9. Механическое действие взрыва. М.: РАН, 1994 - 390с.
10. Сафонов В.С., Одишария Г.Э., Швыряев А.А. Теория и практика оценки риска в газовой промышленности. М.: ВНИИГаз, МГУ им. М.В. Ломоносова, 1996 - 204с.

**4.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ) КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ
«СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В ТЕХНОСФЕРЕ»**

Номер недели	Номер темы	Вопросы, изучаемые на лекции	Занятия (номера)		Использ. нагляд. и метод. пособия	Самостоятельная работа студентов		Форма контр.
			(семин.)Практич	Лабор.		Содержание	Часы	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
7 семестр								
1	1	1,2	1					
2	2	1,2,3,4,5,6						
3	2	7-16	2					
4	2	17-20						
5	3	1-4	2			К.р№1	10	
6	3	5-9				РГР№1	15	
7	3	10-13	3					
8	3	14						
9	3	14	3					
10	5	1,2,3,4						
11	5	5,6,7	3					
12	5	8,9,10						
13	5	11,12	4					
14	5	13,14,15				К.р№2	10	
15	6	1-5	4					
16	6	6-10						
17	6	11-13	4					
18	6	14-16						
8 семестр								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	4	1,2,3,4,5,12	5					
2			5					
3	4	6,7,8,9,10,11	6					
4			6					
5	7	1,2,3,4,5,	6			К.р №1	10	
6			7					
7	7	6,7,8,9,10,11	7					
8			7					
9	7	12-16	8					
10			8					
11	7	17-20	8					
12			9			РГР№2	12	
13	8	1,2	9					
14			9					

НЕОБХОДИМОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Лекции и практические занятия проводятся в стандартной аудитории, оснащенной в соответствии с требованиями преподавания теоретических дисциплин.

Для проведения практических работ, а также самостоятельной работы студентов необходимо:

1. Компьютеры класса Pentium.
2. Интернет-центр.
3. Пакет программ MathCAD.

СОКРАЩЕННАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Наименование тем, их содержание, объем в лекционных часах

ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ЛЕКЦИОННЫХ ЗАНЯТИЙ

Наименование темы	Количество часов
1. Методологические основы системного анализа	
2. Моделирование процессов в техносфере	2
3. Моделирование и системный анализ процессов возникновения происшествий в техносфере	2
4. Моделирование и системный анализ процессов причинения техногенного ущерба	2
5. Моделирование и системный синтез управления производственно-экологической безопасностью	2
ИТОГО	8

Практические занятия, их содержание и объем в часах

ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Наименование темы	Количество часов
1. Сложные системы. Основные понятия, разновидности сложных систем и их свойства. Построение сложных систем.	2
2. Математические модели глобального развития. Глобальные модели Форрестера и Мидоуза.	2
3. Моделирование и системный анализ процессов возникновения происшествий в техносфере	2
4. Моделирование и системный анализ процессов причинения техногенного ущерба	2
ИТОГО	8

Темы для выполнения контрольных работ

1. Экспертная система оценки техногенного риска и мероприятий по его снижению.
2. Природа и поведение экологических систем. Моделирование экологических систем.
3. Моделирование эколого-биологических задач.
4. Математическое моделирование оптимального размещения промышленных предприятий.
5. Моделирование и системный синтез управления производственно-экологической безопасностью.
6. Структура задач и мероприятий по совершенствованию безопасности.

7. Особенности моделирования процессов обеспечения и совершенствования безопасности методами математической теории организации.
8. Моделирование и системный анализ процесса обоснования требований к показателям безопасности.
9. Классификация моделей и методов нормирования риска. Их краткая характеристика, опыт применения, достоинства и недостатки.
10. Системный анализ результатов моделирования процесса нормирования производственно-экологической безопасности.
11. Моделирование и системный анализ процесса обеспечения заданных требований к безопасности создаваемых технологических процессов.
12. Моделирование и системный анализ контроля степени удовлетворения заданных требований к безопасности.
13. Системы поддержки принятия решений, особенности построения и использования, примеры.
14. Решение прогнозных задач с помощью временных рядов.
15. Прогнозирование при принятии решений. Верификация прогнозов.
16. Способы выбора единой цели для многокритериальных проблем. Компромиссы Парето.

3. ГРАФИК САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Содержание	Объем в часах	Сроки и форма контроля
Контрольная работа №1	10	5 нед. (7сем)
Контрольная работа №2	10	14 Нед. (7сем)
Контрольная работа №3	10	5 Нед. (8сем)
РГР №1 «Системный анализ и моделирование с помощью диаграмм причинно-следственных связей типа "граф" и "сеть"»	15	6 нед. (7сем)
РГР №2 «Математическое и имитационное моделирование дерева целей поддержания приемлемой безопасности»	12	12 нед. (8сем)
Итого	57 часов	

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

В течение семестра студентам даются для самостоятельного рассмотрения и изучения темы, необходимые для выполнения лабораторных работ.

По примерам, рассматриваемы на практических работах, студенты выполняют домашние работы и индивидуальные задания из расчетно-графических работ.

В течение семестра студенты выполняют контрольные работы по тематике предложенной в рабочей программе. Подготовка к контрольной работе предусматривает изучение материалов лекции и демонстрацию умения решать предложенные задачи в контрольной работе.

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНИКОВ, УЧЕБНЫХ ПОСОБИЙ

Основная литература:

1. Безопасность жизнедеятельности в вопросах и ответах, задачах и решениях - Учебное пособие // А.Г. Горбунов, В.И. Дьяков, В.Н. Ларионов, Г.В. Попов, А.К. Соколов, В.П. Строев, А.И. Тихонов, К.В. Чернов - Иваново ИГЭУ, 2000. - 408с.
2. Белов П.Г. Системный анализ и моделирование опасных процессов в техносфере. Учебное пособие. М.: Академия. 2003.-512с.
3. Воробьев, С. Н. Управление рисками в предпринимательстве [Текст] / С. Н. Воробьев, К. В. Балдин. - М. : Дашков и К, 2006. - 771 с. : рис., табл. - с. 766.
4. Ильичев А.В. Начала системной безопасности. -М.: Научный мир, 2003. -456с.
5. Управление риском: Риск. Устойчивое развитие. Синергетика. - М: Наука, 2000.-431с.
6. Экология и безопасность жизнедеятельности. Учебное пособие для вузов / Д.А. Кривошеин, Л.Н. Муравей, Н.Н. Роева и др. - М: ЮНИТИ - ДАНА, 2000.
7. Смит Д.М. Математическое и цифровое моделирование для инженеров и исследователей/пер. с англ. М: Машиностроение, 1980. -271с.
8. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем. М: Высшая школа, 2001. -343с.

Дополнительная литература:

9. Белов П.Г. Теоретические основы системной инженерии безопасности. М.: ГПНТБ "Безопасность", 1996. - 426с.
10. Белов П.Г. Моделирование опасных процессов в техносфере. Методические рекомендации. М.: изд-во АГЗ МЧС РФ, 1999. - 124с.
11. Хомяков Д.М., Хомяков П.М. Основы системного анализа. М: Изд-во МГУ, 1996- 108с.
12. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. М.: Наука, 1988 -400с.
13. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем - Искусство и наука. М.: Мир, 1978 - 418 с.
14. Э. Хенли, Х. Кумамото. Надежность технических систем и оценка риска: Пер. с англ. М.: Машиностроение, 1986 - 542с.
15. Браун Д. Анализ и оценка систем обеспечения техники безопасности: Пер. с англ. М.: Машиностроение, 1980 - 342 с.
16. Георгиевский В.Б. Экологические и дозовые модели при радиационных авариях. Киев: Наукова думка, 1994 - 235с.
17. Сафонов В.С., Одишария Г.Э., Швыряев А.А. Теория и практика оценки риска в газовой промышленности. М.: ВНИИГаз, МГУ им. М.В. Ломоносова, 1996 - 204с.

18. Ануфриев И.Е. Самоучитель MatLAB 5.3/6х. СПб.: БХВ-Петер-бург, 2002. – 736 с.

19. Кондрашов В.Е., Королев С.Б. MatLAB как система программирования научно-технических расчетов. М.: Мир; Институт стратегической стабильности Минатома РФ, 2002. – 350 с.

6. КРАТКИЙ КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ЛЕКЦИОННЫХ ЗАНЯТИЙ

Наименование темы	Количество часов
1. Введение	2
2. Методологические основы системного анализа	6
3. Моделирование процессов в техносфере	10
4. Моделирование и системный анализ процессов возникновения происшествий в техносфере	10
5. Моделирование и системный анализ процессов причинения техногенного ущерба	8
6. Экспертные системы (ЭС)	4
7. Моделирование и системный синтез управления производственно-экологической безопасностью	8
8. Перспективы системного анализа и синтеза процессов в техносфере	2

ИТОГО

50 часов

ОСЕННИЙ СЕМЕСТР

Лекция 1. Введение.

Предмет курса, его цель и задачи. Структура курса и его связь с другими дисциплинами направления специальности 656500 "Безопасность жизнедеятельности". Использование материала курса при обеспечении безопасности создаваемых производственных процессов и совершенствовании существующих.

Можно говорить о наступлении этапа научного, системно-междисциплинарного подхода к проблемам науки, образования, техники и технологии, этапа, концентрирующего внимание не только на вещественно-энергетических, но и на системно-междисциплинарных аспектах, построении и исследовании системно-информационной картины мира, о наступлении этапа системных парадигм. Есть все основания утверждать, что основным противоречием эпохи служит несоответствие между возрастающими потребностями человечества и возможностями их удовлетворения непрерывно скудеющей биосферой.

Основными *целями* изучения дисциплины являются подготовка специалистов к моделированию опасных процессов в техносфере и обеспечению безопасности создаваемых систем технологического оборудования на производстве, а также приобретение навыков системного исследования и совершенствования безопасности функционирования объектов экономики, освоение методологии системного мышления и комплексного рассмотрения сложных проблем.

Основные особенности единой системной концепции и методологии:

главное внимание при моделировании и системном анализе уделено техносферным процессам повышенной опасности;

опасность интерпретируется возможностью причинения ущерба как людским, так и материальным, природным ресурсам;

опасность воспринимается как неизбежный атрибут любого противодействия естественному стремлению энтропии к росту;

все объективно существующие опасности разделены на три класса: техногенные, природные и социальные, при этом каждый из них обусловлен неадекватными потоками соответственно энергии, вещества и информации (наиболее зримо опасности двух первых классов проявляются в чрезвычайных происшествиях, одновременно являющихся результатом неконтролируемого высвобождения энергии и следствием причинных цепи предпосылок);

все предпосылки к техногенным авариям и катастрофам разделены на три группы: а) ошибки людей; б) отказы техники; в) нежелательные внешние воздействия;

каждый процесс в техносфере рассматривается в общем случае как функционирование системы «человек – машина – среда»;

безопасность интерпретируется свойством системы сохранять состояния с минимальным риском причинения ущерба (под риском понимается мера опасности, одновременно указывающая как на возможность причинения ущерба, так и на его величину).

Любое современное явление как биосферной, так и техносферной природы может быть воспроизведено посредством моделирования. Для системного анализа применяются диаграммы причинно-следственных связей (деревья, графы, сети), последующая формализация которых методами теории вероятностей или возможностей и математической статистики позволяет получить удобные для обработки аналитические методы. Поэтому основной задачей дисциплины является приобретение студентами знаний, навыков и приемов моделирования различных процессов, явлений и сложных систем в техносфере (на основе методов математического и имитационного моделирования).

Лекция 2.

Методологические основы системного анализа.

Общие принципы системного анализа. Понятие сложной системы. Понятие и классификация систем. Характеристика систем: элемент, связь, состав, структура, морфология, граница. Свойства, состояния, взаимодействия и факторные пространства систем. Классификация и общая характеристика методов системного анализа. Особенности системного анализа процессов в техносфере.

Системный анализ, чьи основы являются достаточно древними, - все же сравнительно молодая наука (сравнима по возрасту, например, с кибернетикой). Хотя она и активно развивается, ее определяющие понятия и

термины недостаточно формализованы (если это вообще возможно осуществить). Системный анализ применяется в любой предметной области, включая в себя как частные, так и общие методы и процедуры исследования.

Эта наука, как и любая другая, ставит своей целью исследование новых связей и отношений объектов и явлений. Но, тем не менее, основной проблемой нашей науки является исследование связей и отношений таким образом, чтобы изучаемые объекты стали бы более управляемыми, изучаемыми, а "вскрытый" в результате исследования механизм взаимодействия этих объектов - более применимым к другим объектам и явлениям. Задачи и принципы системного подхода не зависят от природы объектов и явлений.

При изложении основ анализа, синтеза и моделирования систем возможны два основных подхода: формальный и понятийно-содержательный. Формальный подход использует формальный математический аппарат различного уровня строгости и общности (от простых соотношений до операторов, функторов, категорий, алгебр). Понятийно-содержательный подход - концентрируется на основных понятиях, идеях, подходе, концепциях, возможностях, на основных методологических принципах, использует "полуформальное" введение в суть рассматриваемых идей и понятий. Многие идеи и принципы системного анализа, хотя и более точны, строги на формальном языке изложения, тем не менее, сохраняют свою силу, актуальность, возможность эффективного использования и на содержательном языке. Необходимо отметить, что часто один удачный понятный пример имеет большее значение для понимания этих принципов, чем строгие математические определения. Кроме того, фактор неопределенности в системном анализе ограничивает применимость строгих математических формулировок и выводов. Мы ниже будем придерживаться, в основном, содержательно-понятийного подхода, применяя там, где это будет признано необходимым, формальные определения и положения, хотя отчетливо осознаем, что для изложения основ науки, претендующей на роль методологической, необходима высокая степень формализации, вплоть до создания аксиом. Таким подходом мы хотим расширить и круг читателей, которым будет доступен и полезен этот курс лекций. Несмотря на содержательные формулировки и алгоритмические процедуры некоторых приводимых основных положений и фактов, они имеют в основе достаточно формальный фундамент.

Слово "*система*" (организм, строй, союз, целое, составленное из частей) возникло в Древней Греции около 2000 лет назад. Древние ученые (Аристотель, Демокрит, Декарт, Платон и другие) рассматривали сложные тела, процессы и мифы мироздания как составленные из различных систем (например, атомов, метафор). Развитие астрономии (Коперник, Галилей, Ньютон и другие) позволило перейти к гелиоцентрической системе мира, к категориям типа "вещь и свойства", "целое и часть", "субстанция и атрибуты", "сходство и различие" и др. Далее развитие системного анализа происходит под влиянием различных философских воззрений, теорий о

структуре познания и возможности предсказания (Бэкон, Гегель, Ламберт, Кант, Фихте и другие). В результате такого развития системный анализ выходит на позиции методологической науки.

Система - объект или процесс, в котором элементы-участники связаны некоторыми связями и отношениями.

Подсистема - часть системы с некоторыми связями и отношениями.

Любая система состоит из подсистем, подсистема любой системы может быть сама рассмотрена как система. Границы рассматриваемой системы определяются доступными ресурсами и окружением.

Определим *основные понятия системного анализа*, необходимые далее.

Состояние системы - фиксация совокупности доступных системе ресурсов (материальных, энергетических, информационных, пространственных, временных, людских, организационных), определяющих ее отношение к ожидаемому результату или его образу. Это "фотография" механизма преобразования входных данных системы в выходные данные.

Цель - образ несуществующего, но желаемого, с точки зрения задачи или рассматриваемой проблемы, состояния среды, т.е. такого состояния, которое позволяет решать проблему при данных ресурсах. Это описание, представление некоторого наиболее предпочтительного (с точки зрения поставленной цели и доступных ресурсов) состояния системы.

Задача - некоторое множество исходных посылок (входных данных к задаче), описание цели, определенной над множеством этих данных, и, может быть, описание возможных стратегий достижения этой цели или возможных промежуточных состояний исследуемого объекта.

Решить задачу означает определить четко ресурсы и пути достижения указанной цели при исходных посылках. *Решение задачи* - описание, представление состояния задачи, при котором достигается указанная цель; решением задачи называют и сам процесс нахождения этого состояния.

Понятие проблемы в системном анализе - шире, чем понятие задачи, и состоит обычно из ряда взаимосвязанных задач.

Проблема - описание, хотя бы содержательное, ситуации, в которой определены: цель, достигаемые (достижимые, желательные) результаты и, возможно, ресурсы и стратегия достижения цели (решения). Проблема проявляется поведением системы.

Лекция 3.

Структура системного исследования. Базовые категории систем. Принцип декомпозиции систем. Принципы организации систем и системной динамики. Свойства эмерджентности, энтропии и гомеостазиса. Ситуационное и адаптивное поведение систем.

Диаграммы причинно-следственных связей. Принципы моделирования человеко-машинных систем. Этапы жизненного цикла технических и других систем. Понятие оценки состояния диагностики, прогнозирования в поведении систем.

Описание (спецификация) системы - это идентификация ее определяющих элементов и подсистем, их взаимосвязей, целей, функций и ресурсов, т.е. описание допустимых состояний системы.

Если входные посылки, цель, условие задачи, решение или, возможно, даже само понятие решения плохо (частично) описываемы, формализуемы, то эти задачи называются плохо формализуемыми. Поэтому при решении таких задач приходится рассматривать целый комплекс формализованных задач, с помощью которых можно исследовать эту плохо формализованную задачу. Сложность их исследования заключается в необходимости учета различных, а часто и противоречивых критериев определения, оценки решения задачи.

Структура - все то, что вносит порядок во множество объектов, т.е. совокупность связей и отношений между частями целого, необходимых для достижения цели.

Кристаллическая решетка алмаза - структура неживой природы; пчелиные соты и полосы зебры - структуры живой природы; озеро - структура экологической природы; партия (общественная, политическая) - структура социальной природы, и т.д.

Базовые топологии структур (систем) приведены на [рис. 3.1-3.4](#).

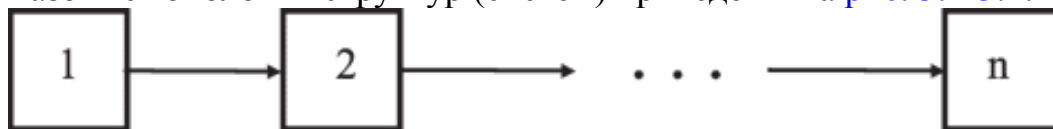


Рис. 3.1. Структура линейного типа

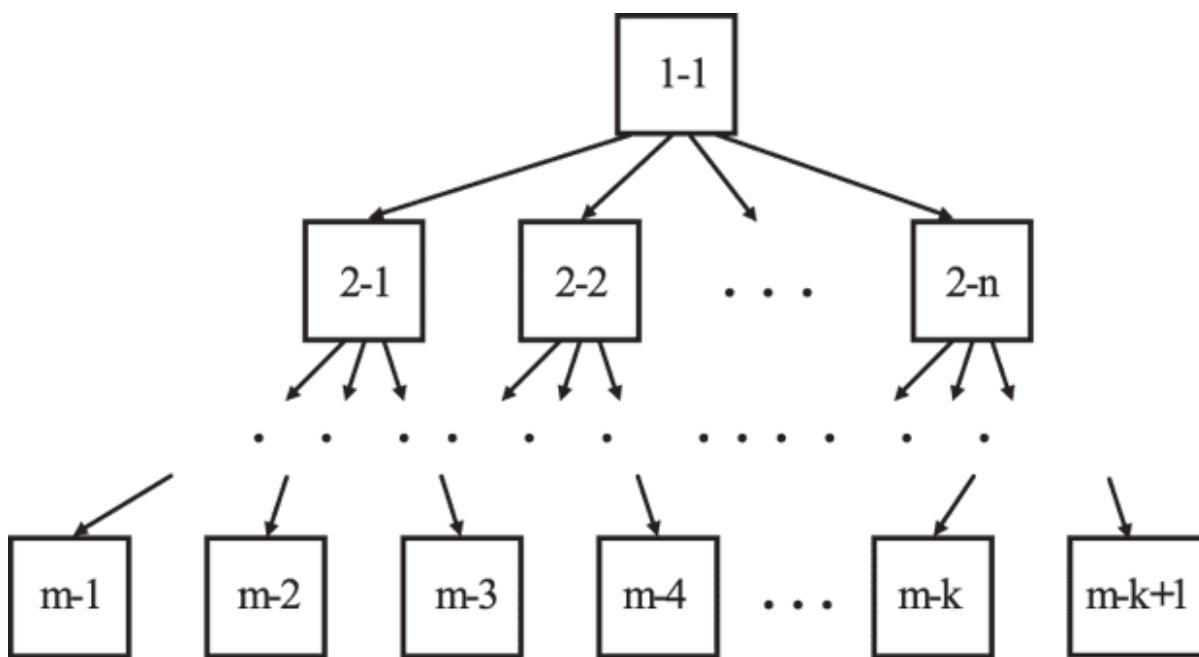


Рис. 3.2. Структура иерархического типа (первая цифра - номер уровня)

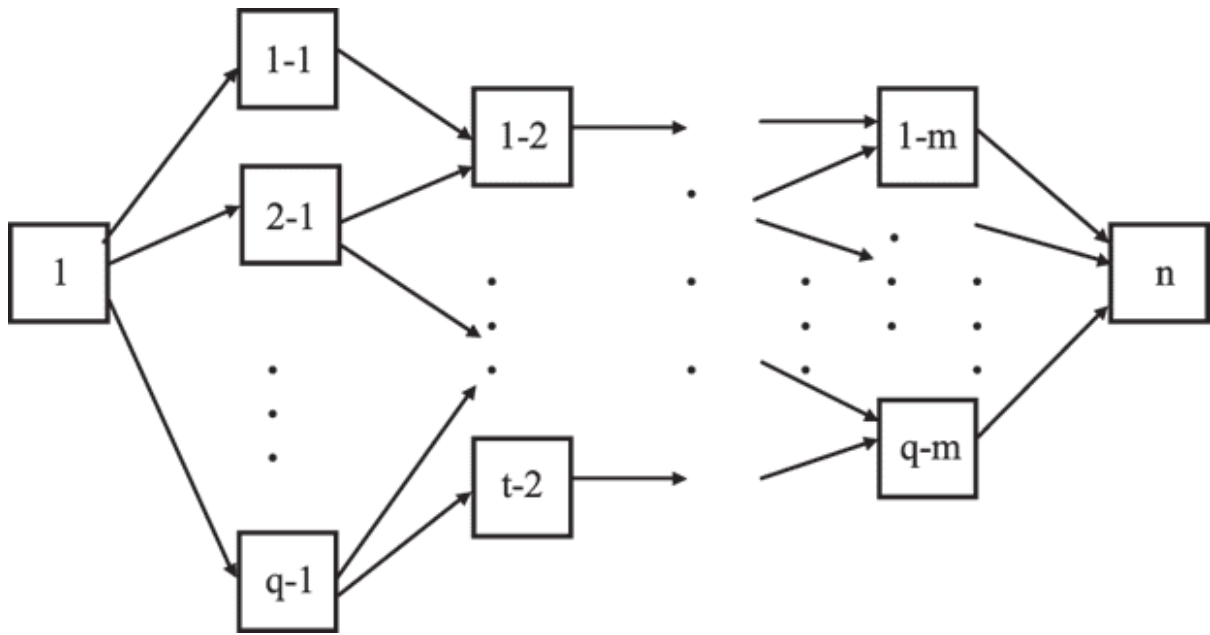


Рис. 3.3. Структура сетевого типа (вторая цифра - номер в пути)

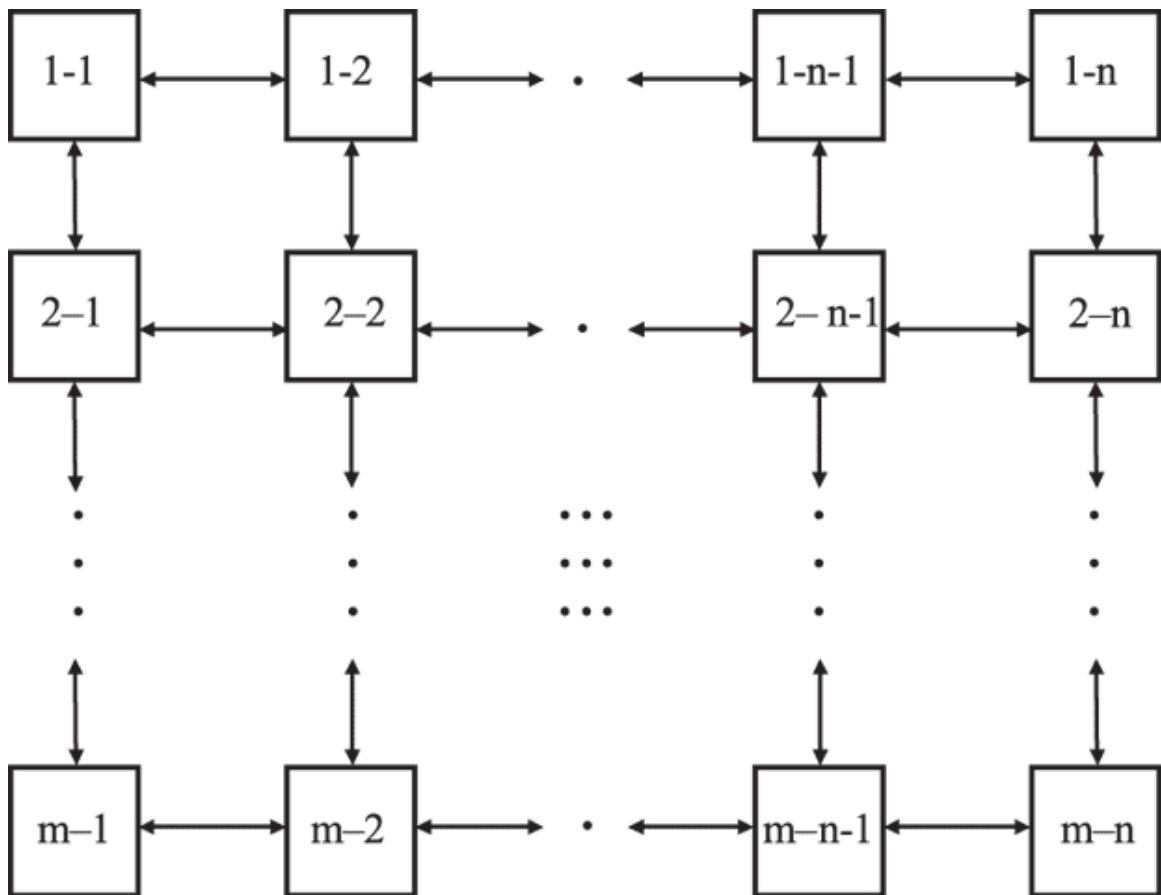


Рис. 3.4. Структура матричного типа

Структура является связной, если возможен обмен ресурсами между любыми двумя подсистемами системы (предполагается, что если есть обмен i -й подсистемы с j -й подсистемой, то есть и обмен j -й подсистемы с i -й).

Если структура или элементы системы плохо (частично) описываемы или определяемы, то такое множество объектов называется плохо или слабо структурируемым (структурированным).

Таково большинство социально-экономических систем, обладающих рядом специфических черт плохо структурируемых систем, а именно:

мультиаспектностью и взаимосвязанностью происходящих в них процессов (экономических, социальных и т.п.), невозможностью их структурирования, так как все происходящие в них явления должны рассматриваться в совокупности;

отсутствием достаточной информации (как правило, количественной) о динамике процессов и применимостью лишь качественного анализа;

изменчивостью и многовариантностью динамики процессов и т.д.

"Система" в переводе с греческого означает "целое, составленное из частей". Это одна из абстракций системного анализа, которую можно конкретизировать, выразить в конкретных формах.

Можно теперь дать и следующее, более полное определение системы.

Система - это средство достижения цели или все то, что необходимо для достижения цели (элементы, отношения, структура, работа, ресурсы) в некотором заданном множестве объектов (операционной среде).



Рис. 3.5. Структура системы

Для описания системы важно знать, какие она имеет структуру (строение), функции (работу) и связи (ресурсы) с окружением.

Любая система имеет внутренние состояния, внутренний механизм преобразования входных данных в выходные (внутреннее описание), а также имеет внешние проявления (внешнее описание).

Внутреннее описание дает информацию о поведении системы, о соответствии (несоответствии) внутренней структуры системы целям,

подсистемам (элементам) и ресурсам в системе, внешнее описание - о взаимоотношениях с другими системами, с целями и ресурсами других систем (см. рис. 3.5).

Классификация систем

Классификацию систем можно осуществить по разным критериям. Проводить ее жестко - невозможно, она зависит от цели и ресурсов.



Рис. 3.6. Классификация систем

Приведем основные способы классификации (возможны и другие критерии классификации систем).

По отношению системы к окружающей среде:

открытые (есть обмен ресурсами с окружающей средой);

закрытые (нет обмена ресурсами с окружающей средой).

По происхождению системы (элементов, связей, подсистем):

искусственные (орудия, механизмы, машины, автоматы, роботы и т.д.);

естественные (живые, неживые, экологические, социальные и т.д.);

виртуальные (воображаемые и, хотя реально не существующие, но функционирующие так же, как и в случае, если бы они существовали);

смешанные (экономические, биотехнические, организационные и т.д.).

По описанию переменных системы:

с качественными переменными (имеющие лишь содержательное описание);

с количественными переменными (имеющие дискретно или непрерывно описываемые количественным образом переменные);

смешанного (количественно-качественное) описания.

По типу описания закона (законов) функционирования системы:

типа "Черный ящик" (неизвестен полностью закон функционирования системы; известны только входные и выходные сообщения);

не параметризованные (закон не описан; описываем с помощью хотя бы неизвестных параметров; известны лишь некоторые априорные свойства закона);

параметризованные (закон известен с точностью до параметров и его возможно отнести к некоторому классу зависимостей);

типа "Белый (прозрачный) ящик" (полностью известен закон).

По способу управления системой (в системе):

управляемые извне системы (без обратной связи, регулируемые, управляемые структурно, информационно или функционально);

управляемые изнутри (самоуправляемые или саморегулируемые - программно управляемые, регулируемые автоматически, адаптируемые - приспособляемые с помощью управляемых изменений состояний, и самоорганизующиеся - изменяющие во времени и в пространстве свою структуру наиболее оптимально, упорядочивающие свою структуру под воздействием внутренних и внешних факторов);

с комбинированным управлением (автоматические, полуавтоматические, автоматизированные, организационные).

Лекция 4.

Методологические основы обеспечения безопасности процессов в техносфере. Сущность противоречий, причины и факторы происшествий на производстве. Классификация объективно существующих опасностей. Объект, предмет, базовые категории и принципы системного исследования, обеспечения и совершенствования безопасности процессов в техносфере. Система обеспечения производственно-экологической безопасности: цель, структура, показатели и критерии оценки качества ее функционирования.

Энергоэнтропийная концепция опасностей

Решение проблем производственно-экологической безопасности невозможно без принятия единой научно обоснованной методологии, созданной на объективных представлениях о природе, факторах и закономерностях аварийности и травматизма в техносфере. Такая методология должна обосновать выбор объекта, предмета и основных методов исследования и совершенствования безопасности производственных и технологических процессов. Более того, она может стать специфичным инструментарием познания и преобразования действительности в других сферах человеческой жизнедеятельности.

Считается также, что принимаемая методология должна иметь эмпирическую основу в форме проверенной практикой совокупности утверждений и концептуальных высказываний, используемых при выборе необходимых методов в качестве исходных постулатов и аксиом. Их введение позволяет внести ясность в последующие рассуждения, избежать произвольного толкования используемых терминов, обосновать объект исследования и совершенствования. Такой подход в наибольшей степени обеспечивает истинность принятых предпосылок, а значит, обоснованность и плодотворность основанных на них построений.

При формулировании исходных утверждений, касающихся природы аварийности и травматизма в техносфере, будем исходить из тех представлений, которые были получены ранее в процессе знакомства с рассматриваемой проблемой. Суть этих представлений состоит в сложном, стохастическом характере событий рассматриваемого явления, их причинной обусловленности большим числом факторов, проявляющихся в объективном стремлении энергетических потенциалов к выравниванию, и противодействию им со стороны разного рода защитных механизмов.

Эти идеи соответствуют современным представлениям и позволяют сформулировать энергоэнтропийную концепцию и классификацию объективно существующих в техносфере опасностей.



Рис. 10.2. Иллюстрация природы опасностей

Методы исследования и совершенствования безопасности в техносфере

При обосновании методов будем исходить из того, что деятельность человека в техносфере обычно направлена на ее познание и преобразование, осуществляемые в соответствии с известной формулой: «От живого созерцания к абстрактному мышлению и от них к практике». Следовательно, используемые при этом методы должны удовлетворять данному требованию и иметь последовательность эмпирических и теоретических этапов. Цель эмпирического этапа может состоять в выявлении закономерностей, а теоретического – в формулировании на их основе способов совершенствования исследуемых здесь человекомашинных систем.

Выбор и обоснование состава основных научных методов также должны осуществляться с учетом специфики выбранного объекта и потребностей практики. Необходимость в таких методах особенно обозначилась в последнее время в связи с созданием новых образцов техники, технологии и материалов, значительным ростом энерговооруженности производства и транспорта, а также из-за

Недостаточности имеющихся статистических данных по аварийности и травматизму, невозможности их экспериментального изучения.

Такие компоненты, как человек и машина, могут вести себя самым неожиданным образом вследствие случайных воздействий внешней среды, чрезвычайной нестабильности собственных параметров. Неопределенность усугубляется и тем, что выходные характеристики одних компонентов данной системы являются для других входными воздействиями.

Проиллюстрируем влияние внешних и внутренних факторов! определяющих качество функционирования человекомашиной системы, на примере информационной насыщенности и эмоциональной напряженности этого процесса, а также отношения к нему персонала. Оказывается, что высокая информационная насыщенность труда человека-оператора снижает вероятность своевременного обнаружения им возможных отклонений параметров. Незначительная же эмоциональная напряженность более благотворно влияет на трудовую деятельность персонала в сравнения полным отсутствием таковой или постоянным его пребыванием в стрессовых состояниях.

Более того, повышение мотивации и добросовестное отношение к работе способствуют росту безошибочности людей, однако излишняя ответственность и добросовестность приводят их к ненормальной возбужденности и возможным срывам. Приобретение навыков повышает надежность выполнения технологических операций, но слишком богатый практический опыт часто приводит человека к излишней самонадеянности. Все это в совокупности как раз и указывает на объективную сложность рассматриваемых здесь процессов в техносфере, а также необходимость использования современных методов ее исследования и совершенствования.

Поэтому можно утверждать, что основным специальным научным методом исследования безопасности процессов в техносфере может служить системная инженерия. В своей основе данный метод является наилучшим способом реализации на практике таких требований диалектического материализма, как объективность, всесторонность и конкретность рассмотрения явлений и объектов, учет их развития и взаимосвязи с другими объектами и явлениями. Не случайно, поэтому системную инженерию часто называют «прикладная диалектика».

Как уже отмечалось выше, системная инженерия является составной частью общей теории систем и базируется на принципах не только системного анализа и системного синтеза! но также кибернетики и синергетики. В соответствии с рекомендациями системной инженерии основными этапами исследований являются эмпирический системный анализ, проблемно-ориентированное описание объекта и цели исследования, теоретический системный анализ и синтез. Сама же данная процедура может иметь итеративный характер, основанный на так называемой гибкой системной методологии.

Обоснование и выбор основного специального научного метода совершенствования безопасности процессов в техносфере будем делать с

учетом природы и длительности жизненного цикла соответствующих человекомашиных систем, а также количества факторов, реально определяющих качество их функционирования. Исходя из большой продолжительности создания и эксплуатации современных производственных объектов, исчисляемой десятками лет, и огромного многообразия факторов, влияющих на протекающие там процессы, можно утверждать, что главным методом обеспечения и совершенствования безопасности техносферы должно быть программно-целевое планирование и управление соответствующим процессом.

Необходимость и возможность применения данного метода для совершенствования безопасности техносферных процессов может быть подтверждена с помощью рассмотренных выше представлений о природе аварийности и травматизма. Основной особенностью возникновения техногенных происшествий в человекомашиных системах, как это было ранее показано, является многообразие и случайный характер отдельных предпосылок, что не означает, однако, их неуловимости и неподвластности людям. Следовательно, для своевременного выявления и устранения их негативной части требуется планомерная и целенаправленная работа, т.е. необходимо управление соответствующими процессами.

При уточнении содержания понятия «управление» нужно исходить из данной выше интерпретации процессов в техносфере как функционирования человекомашиных систем. Безопасность и другие свойства таких систем, как известно, обеспечиваются свойствами отдельных компонентов, что требует большого числа мероприятий по обеспечению их взаимной совместимости, реализуемых на всех этапах жизненного цикла рассматриваемых систем.

Следовательно, под *управлением процессом обеспечения безопасности* в техносфере будет подразумеваться совокупность взаимосвязанных мероприятий, осуществляемых в целях установления, обеспечения, контроля и поддержания требуемого уровня качества и безопасности функционирования соответствующих человеко-машинных систем. Это означает, что такие мероприятия должны проводиться при создании и эксплуатации технологического оборудования, отборе и подготовке эксплуатирующего его персонала обеспечении и поддержании подходящей для них рабочей среды.

Условимся в последующем понимать под *системой обеспечения безопасности* в техносфере совокупность взаимосвязанных нормативных актов, организационно-технических мероприятий и соответствующих им (актам и мероприятиям) сил и средств, предназначенную для предупреждения или снижения тех вредных побочных последствий существования техносферы, которые обусловлены реально существующими техногенно-производственными опасностями.

Как следует из данного определения, структура системы обеспечения безопасности должна включать в себя по меньшей мере следующие три основные составные части:

- а) нормативные акты (руководящие документы), задающие требования безопасности;
- б) организационно-технические и иные мероприятия, выполняемые на различных этапах подготовки и проведения технологических процессов;
- в) силы и средства, необходимые для осуществления этих мероприятий и выполнения других требований безопасности.

Таким образом, *методологической основой системного исследования* и совершенствования безопасности интересующих нас процессов в техносфере является совокупность всеобщего, общенаучных и специальных научных методов анализа и синтеза сложных систем. Указанные методы закладывают базу для формирования инструментария соответствующих учебных дисциплин, а также успешного решения на их основе проблем аварийности и травматизма в техносфере. Конкретные же подходы к использованию предложенных здесь методов исследования и совершенствования безопасности техносферы будут рассмотрены ниже, после уточнения структуры, целей и задач соответствующей системы, а там же обоснования состава ее количественных показателей и критериев.

Лекция 5.

Моделирование процессов в техносфере.

Виды моделирования. Место формализации и моделирования при исследовании процессов в техносфере.

Основы моделирования систем

Модель и моделирование - универсальные понятия, атрибуты одного из наиболее мощных методов познания в любой профессиональной области, познания системы, процесса, явления.

Модели и моделирование объединяют специалистов различных областей, работающих над решением межпредметных проблем, независимо от того, где эта модель и результаты моделирования будут применены. Вид модели и методы его исследования больше зависят от информационно-логических связей элементов и подсистем моделируемой системы, ресурсов, связей с окружением, используемых при моделировании, а не от конкретной природы, конкретного наполнения системы.

У моделей, особенно математических, есть и дидактические аспекты - развитие модельного стиля мышления, позволяющего вникать в структуру и внутреннюю логику моделируемой системы.

Построение модели - системная задача, требующая анализа и синтеза исходных данных, гипотез, теорий, знаний специалистов. Системный подход позволяет не только построить модель реальной системы, но и использовать эту модель для оценки (например, эффективности управления, функционирования) системы.

Модель - объект или описание объекта, системы для замещения (при определенных условиях предложениях, гипотезах) одной системы (т.е. оригинала) другой системой для лучшего изучения оригинала или воспроизведения каких-либо его свойств. Модель - результат отображения одной структуры (изученной) на другую (малоизученную). Отображая физическую систему (объект) на математическую систему (например, математический аппарат уравнений), получим физико-математическую модель системы или математическую модель физической системы. Любая модель строится и исследуется при определенных допущениях, гипотезах.

Пример. Рассмотрим физическую систему: тело массой m скатывающееся по наклонной плоскости с ускорением a , на которое действует сила F . Исследуя такие системы, Ньютон получил математическое соотношение: $F=ma$. Это физико-математическая модель системы или математическая модель физической системы. При описании этой системы (построении этой модели) приняты следующие гипотезы: 1) поверхность идеальна (т.е. коэффициент трения равен нулю); 2) тело находится в вакууме (т.е. сопротивление воздуха равно нулю); 3) масса тела неизменна; 4) тело движется с одинаковым постоянным ускорением в любой точке.

Слово "модель" (лат. *modelium*) означает "мера", "способ", "сходство с какой-то вещью".

Моделирование базируется на математической теории подобия, согласно которой абсолютное подобие может иметь место лишь при замене одного объекта другим точно таким же. При моделировании большинства систем (за исключением, возможно, моделирования одних математических структур другими) абсолютное подобие невозможно, и основная цель моделирования - модель достаточно хорошо должна отображать функционирование моделируемой системы.

Моделирование - это универсальный метод получения, описания и использования знаний. Он используется в любой профессиональной деятельности. В современной науке и технологии роль и значение моделирования усиливается, актуализируется проблемами, успехами других наук. Моделирование реальных и нелинейных систем живой и неживой природы позволяет перекидывать мостики между нашими знаниями и реальными системами, процессами, в том числе и мыслительными.

Модель M , описывающая систему $S(x_1, x_2, \dots, x_n; R)$, имеет вид: $M=(z_1, z_2, \dots, z_m; Q)$, где $z_i \in Z$, $i=1, 2, \dots, n$, Q, R - множества отношений над X - множеством входных, выходных сигналов и состояний системы, Z - множество описаний, представлений элементов и подмножеств X .

Схема построения модели M системы S с входными сигналами X и выходными сигналами Y изображена на [рис. 5.1](#).

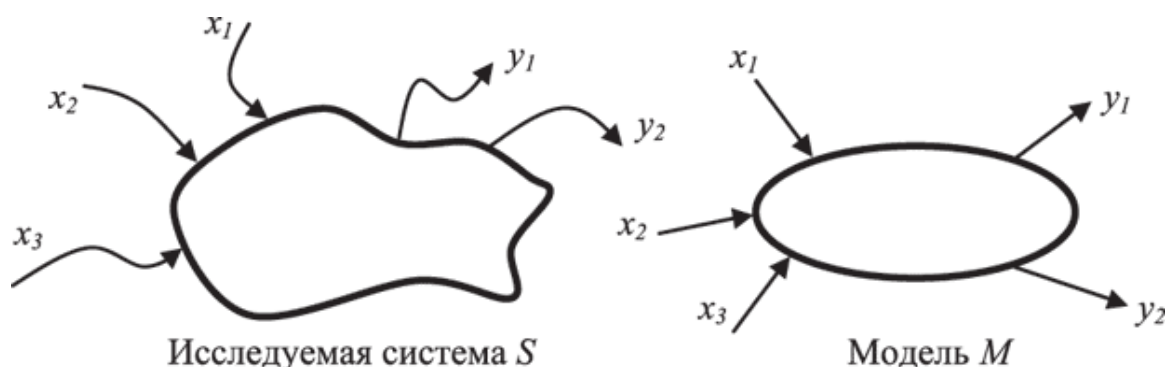


Рис. 5.1. Схема построения модели

Лекция 6.

Этапы моделирования. Понятие и виды моделей. Классификация и структура моделей, применяемых в процессе системного анализа безопасности. Детерминированные и стохастические модели, линейные, нелинейные модели.

Понятие и виды моделей.

Модели, если отвлечься от областей, сфер их применения, бывают трех типов: **познавательные, прагматические и инструментальные.**

Познавательная модель - форма организации и представления знаний, средство соединения новых и старых знаний. Познавательная модель, как правило, подгоняется под реальность и является теоретической моделью.

Прагматическая модель - средство организации практических действий, рабочего представления целей системы для ее управления. Реальность в них подгоняется под некоторую прагматическую модель. Это, как правило, прикладные модели.

Инструментальная модель - средство построения, исследования и/или использования прагматических и/или познавательных моделей.

Познавательные отражают существующие, а прагматические - хоть и не существующие, но желаемые и, возможно, исполнимые отношения и связи.

По уровню, "глубине" моделирования модели бывают:

- эмпирические - на основе эмпирических фактов, зависимостей;
- теоретические - на основе математических описаний;

- смешанные, полуэмпирические - на основе эмпирических зависимостей и математических описаний.

Проблема моделирования состоит из трех задач:

- построение модели (эта задача менее формализуема и конструктивна, в том смысле, что нет алгоритма для построения моделей);
- исследование модели (эта задача более формализуема, имеются методы исследования различных классов моделей);
- использование модели (конструктивная и конкретизируемая задача).

Классификация математических моделей

В основу классификации математических моделей (рис.) могут быть положены свойства моделей и их различное функциональное назначение.



Рис. 6.1. Математические модели объектов, их классификация: Системы уравнений: УКР в конечных разностях; ЛАУ - линейные алгебраические; НАУ - нелинейные алгебраические; ТУ - трансцендентные; УЧП - в частных производных; РСУ - разностные; ОДУ - обыкновенные дифференциальные; НУ - интегральные; ИДУ - интегро-дифференциальные.

Классификацию моделей будем использовать наиболее простую и практически значимую.

Модель называется *статической*, если среди параметров, участвующих в ее описании, нет временного параметра. Статическая модель в каждый момент времени дает лишь "фотографию" системы, ее срез.

Модель *динамическая*, если среди ее параметров есть временной параметр, т.е. она отображает систему (процессы в системе) во времени.

Модель *дискретная*, если она описывает поведение системы только в дискретные моменты времени.

Модель *непрерывная*, если она описывает поведение системы для всех моментов времени из некоторого промежутка времени.

Модель *имитационная*, если она предназначена для испытания или изучения возможных путей развития и поведения объекта путем варьирования некоторых или всех параметров модели.

Модель *детерминированная*, если каждому входному набору параметров соответствует вполне определенный и однозначно определяемый набор выходных параметров; в противном случае - модель недетерминированная, стохастическая (вероятностная).

Модель *функциональная*, если она представима в виде системы каких-либо функциональных соотношений.

Модель *теоретико-множественная*, если она представима с помощью некоторых множеств и отношений принадлежности им и между ними.

Модель *имитационная*, если она предназначена для испытания или изучения возможных путей развития и поведения объекта путем варьирования некоторых или всех параметров модели.

Модель *детерминированная*, если каждому входному набору параметров соответствует вполне определенный и однозначно определяемый набор выходных параметров; в противном случае - модель недетерминированная, стохастическая (вероятностная).

Модель *функциональная*, если она представима в виде системы каких-либо функциональных соотношений.

Модель *теоретико-множественная*, если она представима с помощью некоторых множеств и отношений принадлежности им и между ними.

Модель *логическая*, если она представима предикатами, логическими функциями.

Модель *игровая*, если она описывает, реализует некоторую игровую ситуацию между участниками игры (лицами, коалициями).

Модель *алгоритмическая*, если она описана некоторым алгоритмом или комплексом алгоритмов, определяющим ее функционирование, развитие. Введение такого, на первый взгляд, непривычного типа моделей (действительно, кажется, что любая модель может быть представлена алгоритмом её исследования), на наш взгляд, вполне обосновано, так как не все модели могут быть исследованы или реализованы алгоритмически.

Модель *структурная*, если она представима структурой данных или структурами данных и отношениями между ними.

Модель *графовая*, если она представима графом или графами и отношениями между ними.

Модель *иерархическая* (древовидная), если представима некоторой иерархической структурой (деревом).

Модель *сетевая*, если она представима некоторой сетевой структурой.

Модель *языковая*, лингвистическая, если она представлена некоторым лингвистическим объектом, формализованной языковой системой или

структурой. Иногда такие модели называют вербальными, синтаксическими и т.п.

Модель *визуальная*, если она позволяет визуализировать отношения и связи моделируемой системы, особенно в динамике.

Модель *натурная*, если она есть материальная копия объекта моделирования.

Модель *геометрическая, графическая*, если она представима геометрическими образами и объектами.

Модель *клеточно-автоматная*, если она представляет систему с помощью клеточного автомата или системы клеточных автоматов. Клеточный автомат - дискретная динамическая система, аналог физического (непрерывного) поля.

Модель *фрактальная*, если она описывает эволюцию моделируемой системы эволюцией фрактальных объектов. Если физический объект однородный (сплошной), т.е. в нем нет полостей, можно считать, что плотность не зависит от размера. Например, при увеличении R до $2R$ масса увеличится в R^2 раз (круг) и в R^3 раз (шар), т.е. $M(R) \sim R^n$ (связь массы и длины), n - размерность пространства.

Фрактальная модель применяется обычно тогда, когда реальный объект нельзя представить в виде классической модели, когда имеем дело с нелинейностью (многовариантностью путей развития и необходимостью выбора) и недетерминированностью, хаотичностью и необратимостью эволюционных процессов.

Лекция 7.

Аналитические, графические, комбинированные (аналитико-имитационные) и логико-лингвистические модели процессов в техносфере. Концептуальное и многоаспектное моделирование. Характеристики моделей. Преимущества и недостатки. Исходные данные и ограничения, обработка и интерпретация результатов моделирования.

Лекция 8.

Имитационное моделирование, особенности и преимущества. Необходимость компьютерной поддержки. Методы машинной реализации моделей и области их предпочтительного использования при системном анализе опасных процессов.

Модель *структурная*, если она представима структурой данных или структурами данных и отношениями между ними.

Пример. Структурной моделью может служить описание (табличное, графовое, функциональное или другое) трофической структуры экосистемы. Постройте такую модель (одна из них была приведена выше).

Модель графовая, если она представима графом или графами и отношениями между ними.

Модель иерархическая (древовидная), если представима некоторой иерархической структурой (деревом).

Пример. Для решения задачи нахождения маршрута в дереве поиска можно построить, например, древовидную модель (рис. 8.1):

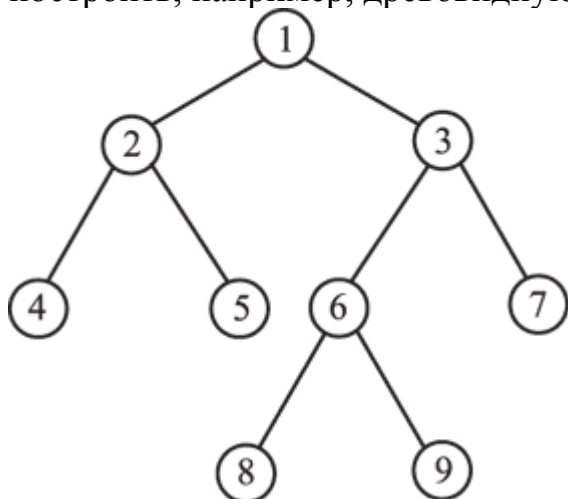


Рис. 8.1. Модель иерархической структуры

Модель сетевая, если она представима некоторой сетевой структурой.

Пример.

Строительство нового дома включает операции, приведенные в нижеследующей таблице.

Таблица работ при строительстве дома				
№	Операция	Время выполнения (дни)	Предшествующие операции	Дуги графа
1	Расчистка участка	1	нет	-
2	Закладка фундамента	4	Расчистка участка (1)	1-2
3	Возведение стен	4	Закладка фундамента (2)	2-3
4	Монтаж электропроводки	3	Возведение стен (3)	3-4
5	Штукатурные работы	4	Монтаж электропроводки (4)	4-5
6	Благоустройство территории	6	Возведение стен (3)	3-6
7	Отделочные работы	4	Штукатурные работы (5)	5-7
8	Настил крыши	5	Возведение стен (3)	3-8

Сетевая модель (сетевой график) строительства дома дана на рис. 8.2.

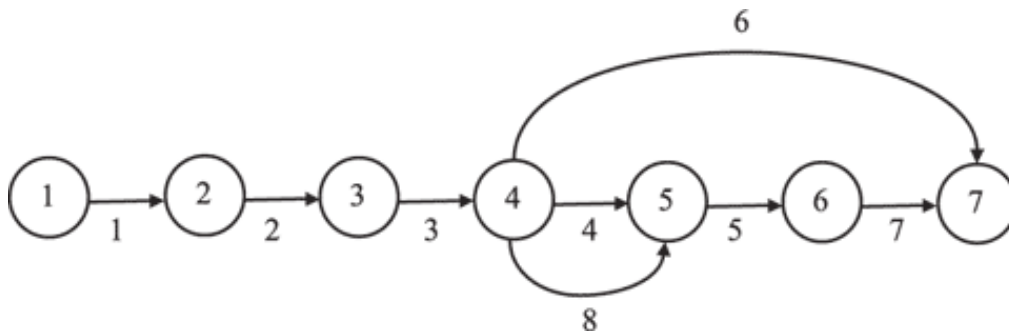


Рис. 8.2. Сетевой график строительства работ

Две работы, соответствующие дуге 4-5, параллельны, их можно либо заменить одной, представляющей совместную операцию (монтаж электропроводки и настил крыши) с новой длительностью $3+5=8$, либо ввести на одной дуге фиктивное событие, тогда дуга 4-5 примет вид.

Модель не эквивалентна программе, а моделирование не сводится к программированию.

Специфические операции математического моделирования, например, идентификация, линейаризация не сводятся в ЭВМ к преобразованию в ней программ. Расширяется и область применения компьютера и компьютерных моделей.

Основные функции компьютера при моделировании систем:

- исполнение роли вспомогательного средства для решения задач, доступных и для обычных вычислительных средств, алгоритмам, технологиям;
- исполнение роли средства постановки и решения новых задач, не решаемых традиционными средствами, алгоритмами, технологиями;
- исполнение роли средства конструирования компьютерных обучающих и моделирующих сред типа: "обучаемый - компьютер - обучающий", "обучающий - компьютер - обучаемый", "обучающий - компьютер - группа обучаемых", "группа обучаемых - компьютер - обучающий", "компьютер - обучаемый - компьютер";
- исполнение роли средства моделирования для получения новых знаний;
- исполнение роли "обучения" новых моделей (самообучение модели).

Компьютерное моделирование - основа представления знаний в ЭВМ (построения различных баз знаний). Компьютерное моделирование для рождения новой информации использует любую информацию, которую можно актуализировать с помощью ЭВМ. Прогресс моделирования связан с разработкой систем компьютерного моделирования, которые поддерживает

весь жизненный цикл модели, а прогресс в информационной технологии - с актуализацией опыта моделирования на компьютере, с созданием банков моделей, методов и программных систем, позволяющих собирать новые модели из моделей банка. Автономные подмодели модели обмениваются информацией друг с другом через единую информационную шину - банк моделей, через базу знаний по компьютерному моделированию. Особенность компьютерных систем моделирования - их высокая интеграция и интерактивность. Часто эти компьютерные среды функционируют в режиме реального времени.

Вычислительный эксперимент - разновидность компьютерного моделирования.

Можно говорить сейчас и о специальных пакетах прикладных программ, текстовых, графических и табличных процессоров, визуальных и когнитивных средах (особенно, работающих в режиме реального времени), позволяющих осуществлять компьютерное моделирование.

Компьютерное моделирование и вычислительный эксперимент становятся новым инструментом, методом научного познания, новой технологией из-за возрастающей необходимости перехода от исследования линейных математических моделей систем (для которых достаточно хорошо известны или разработаны методы исследования, теория) к исследованию сложных и нелинейных математических моделей систем (анализ которых гораздо сложнее); грубо, но образно, говоря: "наши знания об окружающем мире - линейны и детерминированы, а процессы в окружающем мире - нелинейны и стохастичны".

Информация (абстракция), реализуясь сообщениями реального мира, овеществляется в разных предметных процессах, а реализация на компьютере вызывает необходимость использования в компьютерах специальных формализованных описаний, представлений этих процессов.

Компьютерное моделирование, от постановки задачи до получения результатов, проходит следующие этапы

1. Постановка задачи.
 1. Формулировка задачи.
 2. Определение цели и приоритетов моделирования.
 3. Сбор информации о системе, объекте моделирования.
 4. Описание данных (их структуры, диапазона, источника и т.д.).
2. Предмодельный анализ.
 1. Анализ существующих аналогов и подсистем.
 2. Анализ технических средств моделирования (ЭВМ, периферия).
 3. Анализ программного обеспечения (языки программирования, пакеты прикладных программ, инструментальные среды).
 4. Анализ математического обеспечения (модели, методы, алгоритмы).
3. Анализ задачи (модели).

1. Разработка структур данных.
2. Разработка входных и выходных спецификаций, форм представления данных.
3. Проектирование структуры и состава модели (подмоделей).
4. Исследование модели.
 1. Выбор методов исследования подмоделей.
 2. Выбор, адаптация или разработка алгоритмов, их псевдокодов.
 3. Сборка модели в целом из подмоделей.
 4. Идентификация модели, если в этом есть необходимость.
 5. Формулировка используемых критериев адекватности, устойчивости и чувствительности модели.
5. Программирование (проектирование программы).
 1. Выбор метода тестирования и тестов (контрольных примеров).
 2. Кодирование на языке программирования (написание команд).
 3. Комментирование программы.
6. Тестирование и отладка.
 1. Синтаксическая отладка.
 2. Семантическая отладка (отладка логической структуры).
 3. Тестовые расчеты, анализ результатов тестирования.
 4. Оптимизация программы.
7. Оценка моделирования.
 1. Оценка средств моделирования.
 2. Оценка адекватности моделирования.
 3. Оценка чувствительности модели.
 4. Оценка устойчивости модели.
8. Документирование.
 1. Описание задачи, целей.
 2. Описание модели, метода, алгоритма.
 3. Описание среды реализации.
 4. Описание возможностей и ограничений.
 5. Описание входных и выходных форматов, спецификаций.
 6. Описание тестирования.
 7. Создание инструкций для пользователя.
9. Сопровождение.
 1. Анализ применения, периодичности использования, количества пользователей, типа использования (диалоговый, автономный и др.), анализ отказов во время использования модели.
 2. Обслуживание модели, алгоритма, программы и их эксплуатация.
 3. Расширение возможностей: включение новых функций или изменение режимов моделирования, в том числе и под модифицированную среду.
 4. Нахождение, исправление скрытых ошибок в программе, если таковые найдутся.
10. Использование модели.

Лекция 9.

Логико-лингвистическая модель процесса возникновения происшествий в человеко-машинной системе. Принципы имитационного моделирования происшествий в техносфере.

Модель языковая, лингвистическая, если она представлена некоторым лингвистическим объектом, формализованной языковой системой или структурой. Иногда такие модели называют вербальными, синтаксическими и т.п.

Пример.

Правила дорожного движения - языковая, структурная модель движения транспорта и пешеходов на дорогах. Пусть V - множество производящих основ существительных, S - множество суффиксов, P - прилагательных, "+" - операция конкатенации слов, "==" - операция присваивания, "=>" - операция вывода (выводимости новых слов), Z - множество значений (смысловых) прилагательных. Языковая модель M словообразования: $\langle z_i \rangle \Leftarrow \langle p_i \rangle := \langle b_i \rangle + \langle s_i \rangle$. При b_i - "рыб(а)", s_i - "н(ый)", получаем по этой модели p_i - "рыбный", z_i - "приготовленный из рыбы".

Модель клеточно-автоматная, если она представляет систему с помощью клеточного автомата или системы клеточных автоматов. Клеточный автомат - дискретная динамическая система, аналог физического (непрерывного) поля. *Клеточно-автоматная геометрия* - аналог евклидовой геометрии. Неделимый элемент евклидовой геометрии - точка, на основе ее строятся отрезки, прямые, плоскости и т.д. Неделимый элемент клеточно-автоматного поля - клетка, на основе её строятся кластеры клеток и различные конфигурации клеточных структур. Это "мир" некоторого автомата, исполнителя, структуры. Представляется клеточный автомат равномерной сетью клеток ("ячеек") этого поля. Эволюция клеточного автомата разворачивается в дискретном пространстве - клеточном поле. Такие клеточные поля могут быть вещественно-энерго-информационными. Законы эволюции локальны, т.е. динамика системы определяется задаваемым неизменным набором законов или правил, по которым осуществляется вычисление новой клетки эволюции и его материально-энерго-информационной характеристики в зависимости от состояния окружающих ее соседей (правила соседства, как уже сказано, задаются). Смена состояний в клеточно-автоматном поле происходит одновременно и параллельно, а время идет дискретно. Несмотря на кажущуюся простоту их построения, клеточные автоматы могут демонстрировать разнообразное и сложное поведение. В последнее время они широко используются при моделировании не только физических, но и социально-экономических процессов.

Клеточные автоматы (поля) могут быть одномерными, двумерными (с ячейками на плоскости), трехмерными (с ячейками в пространстве) или же многомерными (с ячейками в многомерных пространствах).

Пример.

Классическая клеточно-автоматная модель - игра "Жизнь" Джона Конвея. Она описана во многих книгах. Мы рассмотрим другую клеточно-автоматную модель загрязнения среды, диффузии загрязнителя в некоторой среде.

2D-клеточный автомат (на плоскости) для моделирования загрязнения среды может быть сгенерирован следующими правилами:

- плоскость разбивается на одинаковые клетки: каждая клетка может находиться в одном из двух состояний: состояние 1 - в ней есть диффундирующая частица загрязнителя, и состояние 0 - если ее нет;
- клеточное поле разбивается на блоки 2×2 двумя способами, которые будем называть четным и нечетным разбиениями (у четного разбиения в кластере или блоке находится четное число точек или клеток поля, у нечетного блока - их нечетное число);
- на очередном шаге эволюции каждый блок четного разбиения поворачивается (по задаваемому правилу распространения загрязнения или генерируемому распределению случайных чисел) на заданный угол (направление поворота выбирается генератором случайных чисел);
- аналогичное правило определяется и для блоков нечетного разбиения;
- процесс продолжается до некоторого момента или до очищения среды.

Пусть единица времени - шаг клеточного автомата, единица длины - размер его клетки. Если перебрать всевозможные сочетания поворотов блоков четного и нечетного разбиения, то видим, что за один шаг частица может переместиться вдоль каждой из координатных осей на расстояние 0, 1 или 2 (без учета направления смещения) с вероятностями, соответственно, $p_0=1/4$, $p_1=1/2$, $p_2=1/4$. Вероятность попадания частицы в данную точку зависит лишь от ее положения в предыдущий момент времени, поэтому рассматриваем движение частицы вдоль оси x (y) как случайное.

На рис. 9.1 - фрагменты работы программы клеточно-автоматной модели загрязнения клеточной экосреды (размеры клеток увеличены).

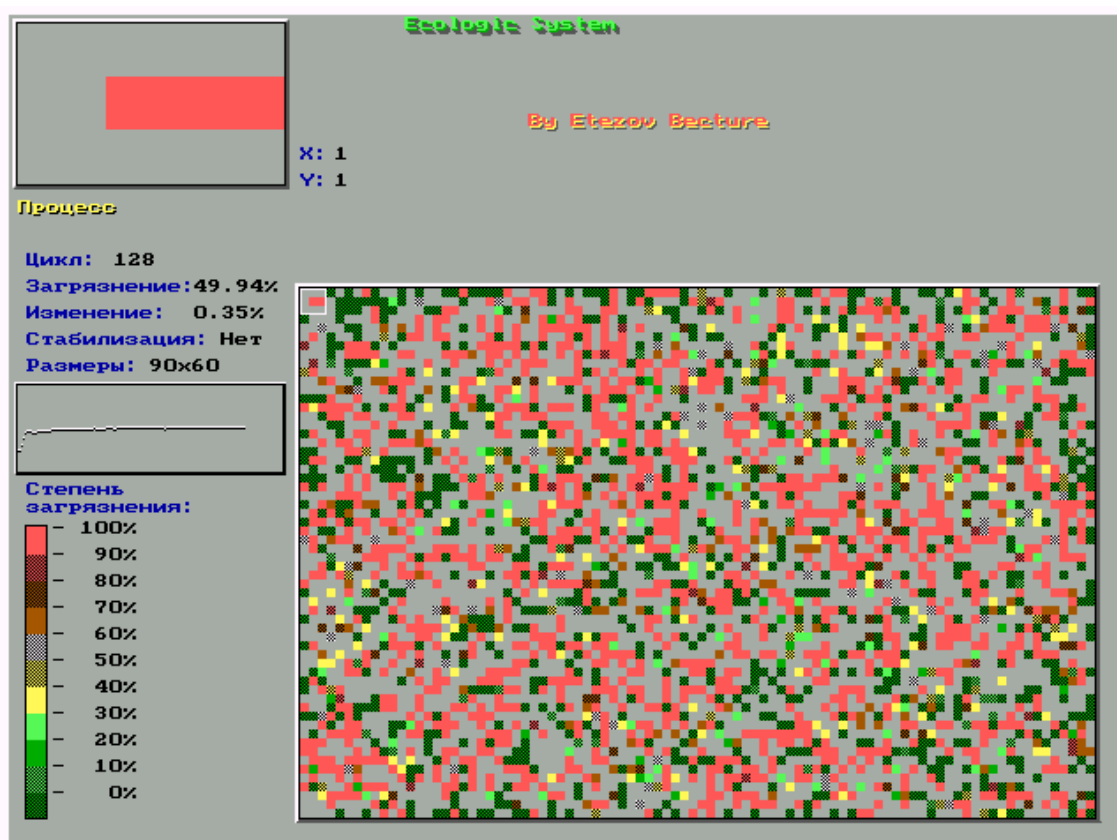
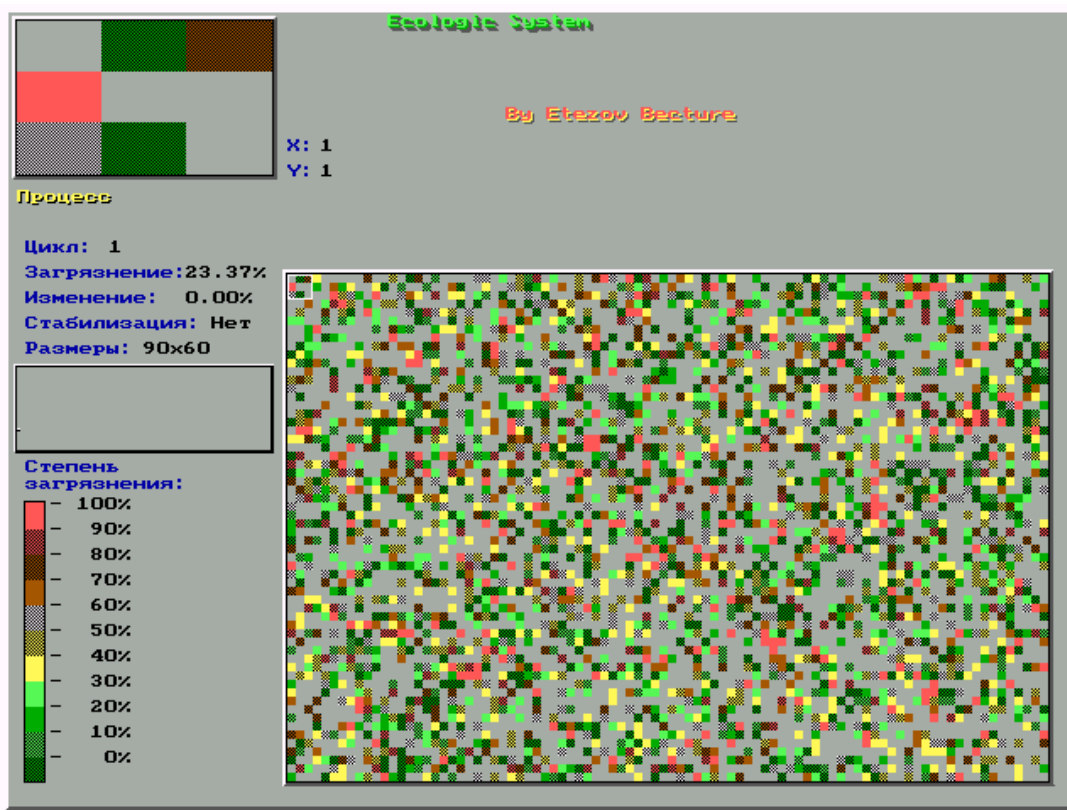


Рис. 9.1. Окно справа - состояние клеточного поля (в верхнем - исходное, слабо загрязненное, в нижнем - после 120 циклов загрязнения), в левом верхнем углу - "Микроскоп", увеличивающий кластер поля, в середине слева - график динамики загрязнения, внизу слева - индикаторы загрязнения.

Лекции 10,11

Моделирование и системный анализ процессов возникновения происшествий в техносфере.

Основные принципы системного анализа и моделирования опасных процессов. Структура системного подхода к исследованию опасных процессов в техносфере. Способы формализации и моделирования процесса возникновения происшествий. Особенности представления информации методами теории нечетких множеств. Основные понятия и виды диаграмм причинно-следственных связей. Символы, применяемые при графическом изображении процесса возникновения техногенных происшествий.



Рис. 10.1. Структура системного исследования безопасности в техносфере

В целом же анализ статистических данных о происшествиях в техносфере выявил следующие закономерности, причины, факторы аварийности и травматизма:

а) аварийность и травматизм при массовом проведении технологических процессов можно (с приемлемым уровнем доверия) интерпретировать как потоки случайных событий, количество которых на ограниченных интервалах времени распределено по закону Пуассона, а время между появлением отдельных происшествий – по экспоненциальному закону;

б) возникновение каждого техногенного происшествия является, как правило, следствием не отдельной причины, а результатом появления цепи соответствующих предпосылок;

в) инициаторами причинных цепей происшествий в технофере служат либо ошибки людей, обусловленные их недостаточной профессиональной подготовленностью к работам на технике, характеризуемой конструктивным несовершенством и опасной технологией ее использования, либо отказы технологического оборудования, вызванные собственно низкой его надежностью, а также возникшие в результате ошибочных действий персонала, либо нерасчетные внешние воздействия на людей и технику со стороны рабочей среды.

Лекции 12,13,14

Системный анализ и моделирование с помощью диаграмм причинно-следственных связей типа "дерево". Характеристика моделей типа "дерево происшествия" и "дерево событий"-его исходов. Общие принципы и правила построения дерева происшествия и дерева событий. Качественный анализ дерева происшествия. Понятие и способы определения минимальных сочетаний исходных предпосылок, их значимости и критичности. Количественный анализ дерева происшествия и дерева событий.

Системный анализ и моделирование с помощью диаграмм причинно-следственных связей типа "граф" и "сеть". Поточковые графы появления аварийности и травматизма на производстве и транспорте. Сетевая модель условий возникновения железнодорожных крушений.

Основные понятия и виды диаграмм влияния

Как следует из предыдущих рассуждений, основные требования к моделированию опасных процессов в человекомашинных системах заключаются в необходимости учета их особенностей и цели исследования. Применительно к изучению условий появления техногенных происшествий они должны состоять:

а) из учета лишь наиболее существенных факторов аварийности и травматизма;

б) сочетания возможностей их описания и оценивания количественных характеристик;

в) использования таких языков и алгоритмов, которые не велики по алфавиту, достаточны для семантического представления исследуемых категорий и пригодны для средств электронной вычислительной техники.

Наиболее удовлетворяют данным требованиям модели, представляющие процесс появления отдельных предпосылок и развития их в причинную цепь происшествия в виде соответствующих *диаграмм причинно-следственных связей*.

Под диаграммами причинно-следственных связей обычно понимают некоторое формализованное представление моделируемых категорий (объектов, процессов, целей и свойств) в виде множества графических символов (узлов, вершин) и отношений — предполагаемых или реальных связей между ними. Самое широкое распространение в настоящее время получили диаграммы в форме различных графов (либо потоковых состояний и переходов), деревьев событий (целей, свойств) и функциональных сетей различного предназначения и структуры, в том числе стохастической.

Как показывает опыт применения перечисленных диаграмм влияния, их основными достоинствами являются: высокая информативность представления и описания исследуемых категорий, хорошая наглядность и декомпозируемость, доступность и однозначность понимания пользователем, удобство интерпретации и обработки на средствах вычислительной техники, возможность применения формализованных процедур системного анализа этих моделей и системного синтеза мероприятий по совершенствованию их оригиналов.

Диаграммы влияния как средство формализации опасных процессов, связанных с функционированием человекомашинных систем, занимают особое место, так как позволяют описывать, а затем и оценивать предикаты первого, второго и высших порядков, являющихся соответственно их свойствами, отношения между ними и другими категориями. Это достоинство обусловлено возможностью применять различные языки описания, позволяющие переходить от смысловых моделей к знаковым и использовать последние для анализа и синтеза с помощью современных математических и машинных методов.

Из определения диаграммы влияния следует, что основными компонентами ее структуры служат узлы (вершины) и связи (отношения) между ними. В качестве узлов обычно подразумевают простейшие элементы моделируемых категорий (переменные или константы) – события, состояния, свойства, а в качестве связей – активности, работы и ресурсы. Перечисленные компоненты диаграмм графически представляются в виде тех геометрических фигур, которые приведены в таблице, совместно с их основными характеристиками.

Строка	Символ	Название	Назначение в модели
1		Состояние Событие Свойство	Обозначение существенных элементов объекта (процесса)
2		Исходное или конечное событие	Элементы, не подлежащие дальнейшему анализу
3		Знак «или»	Выход — при наличии любого из входных условий
4		Знак «и»	Выход — при условии одновременно всех входов
5		Стохастический вход и выход	Начало соблюдения условия — с вероятностями P_1, P_2, P_3
6		Стохастический узел-разветвление	Начальное и конечное условия — с вероятностями P_1, P_2, P_3
7		Отношение	Эпизодическое или логическое влияние
8		Связь Влияние	Постоянное одностороннее или двустороннее действие
9		Маркер (фишка) узла сети Петри	Состояние моделируемого процесса или объекта

Характеристика символов, применяемых в диаграммах влияния

Переменные в узлах характеризуются фреймами данных – множеством выходов (значений, принимаемых переменными, неизменных во времени и между собой не пересекающихся) — и условными распределениями вероятностей появления каждого из них. Условные распределения приписываются на диаграмме дугам или ребрам, соединяющим отдельные узлы. В вырожденных случаях вероятностного распределения узел может превращаться в константу, принимающую маргинальное (граничное) значение переменной. Вместо условных распределений допускается использование в диаграммах и отдельных значений, принимаемых переменными.

Одним из достоинств диаграмм влияния, как отмечалось выше, является их легкость сопряжения с другими способами формализации и моделирования. С помощью предварительно построенных диаграмм — графов, сетей и деревьев — могут быть получены, например, математические модели появления аварийности и травматизма. Созданные при этом аналитические модели пригодны для статистического моделирования данного явления и решения задач совершенствования безопасности методами оптимизации. Однако для осуществления перехода от графических моделей к математическим нужна дополнительная символика.

Вот почему переменные и константы, подразумеваемые узлами диаграммы влияния, в последующем будут обозначаться символами,

объединенными в такие пять или четыре (в зависимости от их набора) множества:

$U = \{1, 2, 3, \dots, j, \dots, n\}$ – множество узлов или вершин диаграммы;

$N = \{v_1, v_2, v_j, \dots, v_u\}$ – множество переменных, им соответствующих;

$Q_j = \{ \}$ – набор значений, принимаемых j -й переменной;

$f_j \in F$ — плотность вероятности распределения стохастической переменной u ;

где Π – функция принадлежности лингвистической переменной.

Для обозначения отношений между переменными (узлами, вершинами) диаграммы влияния также следует использовать соответствующие массивы символов. Эти массивы могут быть представлены следующими образом:

$D = \{d_1, d_2, d_3, \dots\}$ — множество дуг (ребер), соединяющих узлы i и j ;

– вектор дуг предцессоров (выходящих из предшествующих узлу j и входящих в него);

– вектор дуг саксессоров (выходящих из узла i и связывающего с последующими);

p – вектор мер возможности или вероятности переходов между j и i ;

f – вектор изменений ресурса (затрат средств или времени) при переходе из узла i в узел j ;

Введенные обозначения позволяют формализовать и однозначно интерпретировать в последующем конкретный опасный процесс или объект техносферы, представленный диаграммой влияния.

Например, основные характеристики ее узлов (вершин) могут быть выражены таким кортежем $\langle U, N, Q, F, _ \rangle$, а заданные диаграммой отношения или связи между ними $\langle D, A, B, P, T \rangle$. В свою очередь, математическое представление всей диаграммы влияния в общем случае может быть выражено такой металингвистической формулой:

$\langle \text{Диаграмма влияния} \rangle ::= \langle U, N, F, ka, D, A, B, P, T \rangle$.

Охарактеризуем подробнее основные типы диаграмм влияния и проиллюстрируем их с помощью простейших примеров.

Пожалуй, самым известным типом рассматриваемых здесь диаграмм влияния является *граф*, возможность использования которого в исследовательских целях была продемонстрирована еще в 1736 г. Л.Эльером при решении так называемой «задачи о кенигсбергских мостах».

Графом называют множество вершин и набор упорядоченных или неупорядоченных их пар, используемых для визуального представления моделируемого процесса.

Упорядоченные пары вершин соединяются дугами, а неупорядоченные (неориентированные) пары – ребрами графа. Признаком упорядоченности пары вершин является изменчивость моделируемых ими характеристик в зависимости от последовательности их попарного рассмотрения. Математическое выражение моделируемого графом процесса может иметь вид следующего кортежа: $\langle U, N, A, P \rangle$.

При моделировании условий возникновения происшествий в техносфере ниже будем использовать *ориентированные графы*,

характеризующиеся определенным набором состояний рассматриваемой человекомашиной системы и возможными переходами между ними. Графически состояния исследуемого процесса предьявляются точками, окружностями или другими промаркированными геометрическими фигурами, а переходы между ними – линиями со стрелками на одном конце – так, как это сделано на рисунке.

Если состояния графа не имеют саксессоров или способны временно приостанавливать моделируемый им процесс, то их называют «поглощающие состояния».

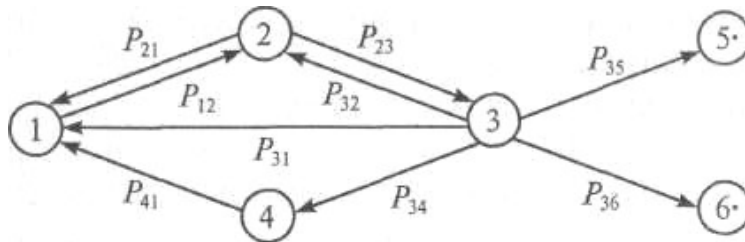


Рис. 13.1. Граф смены состояний

Рассматриваемый на данном рисунке процесс возникновения происшествий в человекомашиной системе, например, характеризуется шестью состояниями. Из них первые четыре являются как бы проходными – безопасное, опасное, предаварийное, после-аварийное, а два последние – состояния системы после смертельного несчастного случая и ее состояние после катастрофы, а также девятью переходами с соответствующими вероятностями. Следовательно, исследуемый процесс может быть зарегистрирован как имеющий такие значения введенных нами ранее параметров:

$$U = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}, V = \{\text{вышеприведенные наименования состояний}\}, \\ D = \{1-2, 2-1, 2-3, 3-2, 3-1, 3-4, 3-5, 3-6, 4-1\}, \\ P = \{P_{21}, P_{23}, P_{12}, P_{32}, P_{31}, P_{34}, P_{35}, P_{36}\}.$$

Другим способом задания исследуемых здесь опасных процессов или объектов может служить использование различных таблиц, матриц и функций. Порядок представления, преобразования, анализа и синтеза графов с помощью матриц истинности, смежности, инциденций, а также и соответствующих им передаточных или производящих функций моментов подробно описан. Некоторые из указанных выше способов формализации и моделирования процесса появления техногенных происшествий будут проиллюстрированы на конкретных примерах.

В исследованиях по техносферной безопасности, однако, более широкое распространение сейчас получили *диаграммы причинно-следственных связей*, имеющие ветвящуюся структуру и называемые «дерево»*.

Впервые возможность использования подобных диаграмм влияния для нужд оценки надежности и безопасности

для американских ракетных систем «Минитмен» была зарегистрирована Х.Уотсоном в 1961 г.

В настоящее время чаще используются два типа этих диаграмм – *дерево происшествий* и *дерево событий*, каждая из которых представляет собой разветвленный, конечный и связной граф, не имеющий петель.

Семантическая модель типа дерева происшествия (рис. 13.2, а) обычно включает одно головное событие, которое соединяется с помощью конкретных логических условий с промежуточными и исходными предпосылками, обусловившими в совокупности его появление. Головное событие такого дерева представляет собой аварию, несчастный случай или катастрофу, а его «ветвями» служат наборы соответствующих предпосылок, образующие их причинные цепи. Листьями же дерева происшествия служат исходные события-предпосылки (ошибки, отказы и неблагоприятные внешние воздействия), дальнейшая детализация которых нецелесообразна.

Процесс появления конкретного происшествия в техносфере в последующем будет интерпретироваться данной моделью как прохождение некоторого сигнала от каких-либо исходных предпосылок, инициирующих причинную цепь (служащих истоками такого сигнала), к головному событию, являющемуся как бы его стоком. В качестве промежуточных состояний рассматриваемого дерева применяются предпосылки верхнего и последующих уровней,

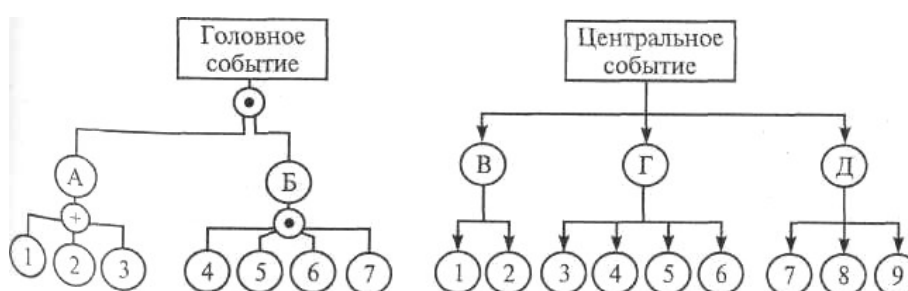


Рис. 13.2. Модели диаграмм типа «дерево» а – дерево происшествия; б – дерево событий (его исходов).

В отечественной литературе встречаются различные интерпретации англоязычных выражений *fault tree* и *events tree*. При системном анализе и моделировании опасных процессов в техносфере под ними следует подразумевать соответственно дерево происшествия и дерево событий – последствий какого-либо происшествия.

Лекции 15,16

Моделирование и системный анализ процессов причинения техногенного ущерба.

Общие принципы моделирования и системного анализа техногенного ущерба. Характеристика способов прогнозирования последствий техноген-

ных происшествий. Классификация используемых при этом моделей и методов. Принципы априорной количественной оценки техногенного ущерба. Модели и методы прогнозирования зон, вероятности и тяжести техногенных происшествий.

Общая процедура моделирования и системного процесса их появления, для априорной количественной оценки соответствующего ущерба обычно включает совокупность Итераций, каждая из которых состоит из следующих этапов:

- 1) выбор опасного процесса и уточнение цели его исследования- построение моделей типа дерево происшествия и дерева событий – его исходов;
- проведение качественного анализа моделируемого процесса'
- количественная оценка техногенного риска (величины среднего ущерба), ожидаемого от анализируемого происшествия;
- обоснование мероприятий по снижению величины техногенного риска.



Рис. 15.1. Последовательность построения дерева происшествия

Лекции 17,18

Системный анализ и моделирование неконтролируемого истечения и распространения энергии и вредного вещества в техносфере. Физическое и математическое моделирование процессов энерго-массоистечения. Классификация и кодирование моделей полей концентрации вредных веществ. Моделирование процессов распространения вещества в атмосфере и гидросфере. Моделирование процессов трансформации взрыво-пожароопасных, радиоактивных и токсичных веществ в техносфере.

ВЕСЕННИЙ СЕМЕСТР

Лекции 1, 2.

Моделирование и системный анализ процессов причинения техногенного ущерба.

Системный анализ и моделирование процессов разрушительной трансформации и адсорбции энергии и вещества в техносфере. Принципы моделирования процесса причинения ущерба трансформацией и адсорбцией энерго-массопотоков. Классификация моделей причинения ущерба. Модели, основанные на зависимостях "доза-эффект", эрфик-и пробит-функциях. Объемные, площадные и массовые критерии разрушительного поглощения энергии и вещества. Особенности моделирования и оценки ущерба людским, материальным и природным ресурсам.

Лекции 3, 4, 5, 6.

Моделирование и системный синтез управления, производственно-экологической безопасностью.

Общие принципы программно-целевого планирования и управления процессом совершенствования безопасности. Модель программно-целевого обеспечения безопасности производственных процессов в техносфере. Стратегическое планирование и оперативное управление производственно-экологической безопасностью. Структура задач и мероприятий по совершенствованию безопасности. Особенности моделирования процессов обеспечения и совершенствования безопасности методами математической теории организации.

Моделирование и системный анализ процесса обоснования требований к показателям безопасности. Классификация моделей и методов нормирования риска. Их краткая характеристика, опыт применения, достоинства и недостатки. Структура затрат и ущерба от объективно существующих природных и техногенных опасностей. Оптимизация приемлемой вероятности появления техногенных происшествий. Системный анализ результатов моделирования процесса нормирования производственно-экологической безопасности.

Моделирование и системный анализ процесса обеспечения заданных требований к безопасности создаваемых технологических процессов. Общая

модель и структура задач программно-целевого обеспечения требуемого уровня безопасности. Целевые программы, модели и методы обеспечения заданной "безопасности" технологического оборудования, совершенствования профессионального отбора и обучения эксплуатирующего персонала, учета влияния рабочей среды и средств защиты на риск техногенных происшествий.

Моделирование и системный анализ контроля степени удовлетворения заданных требований к безопасности. Общие принципы и особенности контроля безопасности на различных стадиях жизненного цикла производственных процессов. Байесовские модели контроля уровня безопасности создаваемых производственных процессов на головном объекте. Контроль эффективности мероприятий по совершенствованию безопасности существующих объектов методом проверки статистических гипотез.

Моделирование и системный анализ процесса поддержания заданных требований к уровню производственно-экологической безопасности. Общие принципы и дерево целей поддержания приемлемой безопасности. Модели и методы поддержания готовности персонала к обеспечению безопасности. Оптимизация контрольно-профилактической работы по предупреждению происшествий. Модели и методы совершенствования контроля безопасности особо опасных производственных процессов.

Лекции 7, 8.

Экспертные системы (ЭС).

Области применения ЭС при моделировании процессов в техносфере. Классификация задач, решаемых с помощью ЭС, преимущества. Представление информации в ЭС. Понятие знания. Модели представления знаний. Понятие кванторов. Дерево «и/или». Понятие предиката. Модели предикатного типа. Модели продукционного типа. Модели на основе табличного языка. Семантические модели. Модели на основе фреймов.

Экспертная система оценки техногенного риска и мероприятий по его снижению.

Экспертные системы, базовые понятия

Об экспертных системах (ЭС) можно говорить много и сложно. Но наш разговор очень упростится, если мы будем исходить из следующего определения экспертной системы. Экспертная система — это программа (на современном уровне развития человечества), которая заменяет эксперта в той или иной области.

Отсюда вытекает простой вывод — все, что мы изучаем в курсе "Основы проектирования систем с ИИ", конечной целью ставит разработку ЭС. В этой лекции мы остановимся только на некоторых особенностях их построения, которые не затрагиваются в остальных лекциях.

ЭС предназначены, главным образом, для решения практических задач, возникающих в слабо структурированной и трудно формализуемой предметной области. ЭС были первыми системами, которые привлекли

внимание потенциальных потребителей продукции искусственного интеллекта.

С ЭС связаны некоторые распространенные заблуждения.

Заблуждение первое: ЭС будут делать не более (а скорее даже менее) того, чем может эксперт, создавший данную систему. Для опровержения данного постулата можно построить самообучающуюся ЭС в области, в которой вообще нет экспертов, либо объединить в одной ЭС знания нескольких экспертов, и получить в результате систему, которая может то, чего ни один из ее создателей не может.

Заблуждение второе: ЭС никогда не заменит человека-эксперта. Уже заменяет, иначе зачем бы их создавали?

Экспертные системы, методика построения

В настоящее время сложилась определенная технология разработки ЭС, которая включает следующие шесть этапов: идентификация, концептуализация, формализация, выполнение, тестирование и опытная эксплуатация.

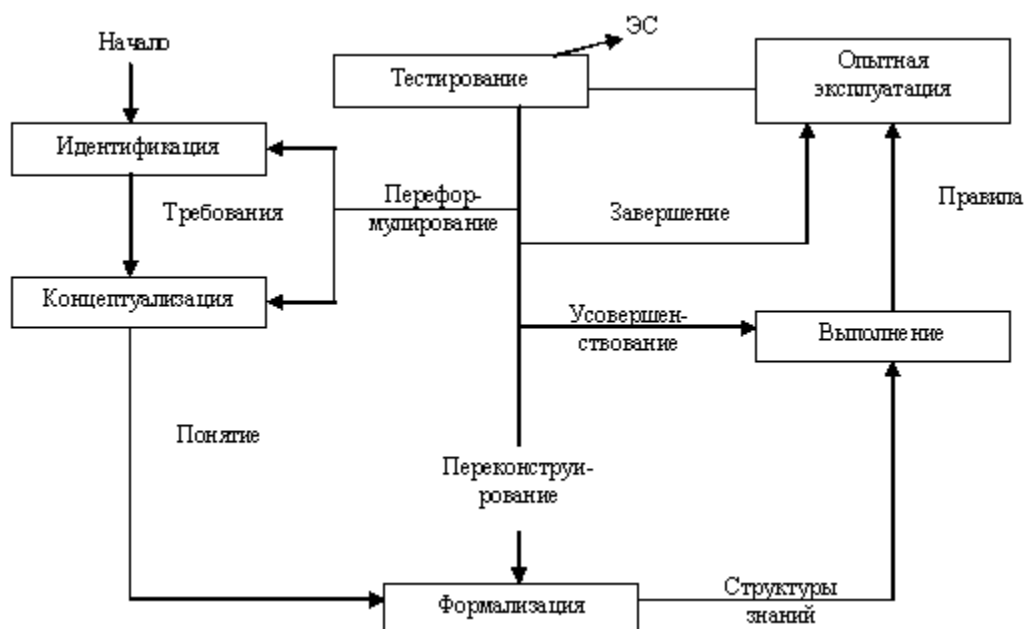


Рис. 8.1. Методика (этапы) разработки ЭС

Этап опытной эксплуатации

На этом этапе проверяется пригодность ЭС для конечного пользователя. Пригодность ЭС для пользователя определяется в основном удобством работы с ней и ее полезностью. Под полезностью ЭС понимается ее способность в ходе диалога определять потребности пользователя, выявлять и устранять причины неудач в работе, а также удовлетворять указанные потребности пользователя (решать поставленные задачи). В свою очередь, удобство работы с ЭС подразумевает естественность взаимодействия с ней (общение в привычном, не утомляющем пользователя виде), гибкость ЭС (способность системы настраиваться на различных пользователей, а также учитывать изменения в квалификации одного и того

же пользователя) и устойчивость системы к ошибкам (способность не выходить из строя при ошибочных действиях неопытных пользователей).

В ходе разработки ЭС почти всегда осуществляется ее модификация.

Выделяют следующие виды модификации системы:
переформулирование понятий и требований,
переконструирование представления знаний в системе,
усовершенствование прототипа.

Экспертные системы, параллельные и последовательные решения

Как мы можем заметить, в большинстве алгоритмов распознавания образов подразумевается, что к началу работы алгоритма уже известна вся входная информация, которая перерабатывается параллельно. Однако ее получение зачастую требует определенных усилий. Да и наши наблюдения за реальными экспертами подтверждают, что зачастую они задают два-три вопроса, после чего делают правильные выводы. Представьте себе, если бы врач (эксперт в области медицины) перед постановкой диагноза "ангина" заставлял бы пациента пройти полное обследование вплоть до кулоноскопии и пункции позвоночника (я не пробовал ни то, ни другое, но думаю, что это малоприятные вещи, а также значительная потеря времени).

Соответственно большинство алгоритмов модифицируются, чтобы обеспечить выполнение следующих условий:

алгоритмы должны работать в условиях неполной информации (последовательно);

последовательность запроса информации должна быть оптимальна по критериям скорости получения результата и (или) наименьшей трудоемкости (болезненности, стоимости и т.д.) получения этой информации.

Одной из возможных стратегий для оптимизирования запросов является стратегия получения в первую очередь той информации, которая подтверждает либо опровергает наиболее вероятный на текущий момент результат. Другими словами мы пытаемся подтвердить или опровергнуть наши догадки (обратный вывод).

Лекция 9.

*Перспективы системного анализа и синтеза процессов в техносфере.
Пути повышения эффективности стратегического планирования и управления производственно-экологической безопасностью.*

Проведение производственных и технологических процессов в техносфере все еще сопровождается возникновением катастроф, аварий и несчастных случаев с людьми. Такие происшествия приводят либо к выводу из строя соответствующего оборудования и связанному с этим материальному ущербу, либо к гибели и травмированию людей, загрязнению

окружающей среды с серьезными экологическими и генетическими последствиями.

Возникает вопрос: в чем же причины аварийности и травматизма? Казалось бы, существуют факторы, реально достаточные для предупреждения таких неблагоприятных явлений: врожденные инстинкты и другие естественные защитные механизмы человека, многочисленные нормативные акты и организационно-технические мероприятия, технические и технологические средства обеспечения безопасности труда. Логично ожидать, что точное следование этим внутренним и внешним (для человека) защитным факторам должно исключить происшествия и обеспечить требуемую безопасность людей.

Однако действительность не подтверждает это. Среди причин объективного характера на первом месте стоит сложность современных техносферных процессов и участвующих в них человеко-машинных систем. Это же относится и к их безопасности, зависящей от чрезвычайно большого числа реально действующих факторов. Отсюда видны и субъективные причины, связанные с попытками решения проблемы традиционными (пригодными для простых объектов) методами, а также недостаточное внимание к ней, оправдываемое принципиальной невозможностью исключения происшествий в техносфере.

Сущность изложенной выше системной методологии состоит в трактовке безопасности как функционального свойства сложных динамических систем. Такой подход коренным образом отличается от ее стандартной интерпретации в виде суммы свойств их отдельных компонентов, что обусловлено недопониманием того, что свойство системы есть нечто большее, чем простая сумма свойств ее компонентов. Иначе говоря, безопасность является системным атрибутом и не подлежит механическому редукционизму, т.е. расчленению на какие-то частные безопасности.

Используемые здесь методы системного анализа и системного синтеза безопасности рассматривают технику лишь как одну из составных частей человеко-машинной системы. Другим не менее важным ее компонентом является персонал. Содержание же свя* зей между ними и характер взаимодействия в системе зависят не только от их индивидуальных свойств, но и от свойств их ближнего и дальнего окружения (рабочей и внешней среды соответственно), а также от технологии и организации работ в техносфере. Это означает, что безопасность проведения технологических и производственных процессов является функцией большого числа переменных параметров как перечисленных компонентов человеко-машинной системы, так и окружающей их среды. А вот для того чтобы выявить из этих факторов наиболее существенные, необходимо руководствоваться рассмотренным в данном учебном пособии системным инструментарием. Основанные на моделировании методы системного анализа и системного синтеза обобщают новейшие результаты теории и практики, представляя тем

самым самую современную точку зрения на природу и способы решения рассматриваемой проблемы.

Конечно, нельзя не согласиться, что в ряде случаев они представляются не совсем завершенными и несут, быть может, спорный характер, что вполне естественно для процесса познания, так как любая истина не только конкретна, но и относительна. Наиболее часто высказываемыми по этому поводу сомнениями являются сложность и недостаточная точность прогнозов аварийности и травматизма. Все это имеет место и не может быть объяснено недостатками одних лишь предложенных выше методов, так как связано со сложностью рассматриваемых здесь явлений и процессов, а также ограниченностью имеющихся в настоящее время исходных данных.

Однако представляется странным игнорирование системной методологии в пользу более простых «инженерных» методик. По существу такие попытки свидетельствуют о забвении основных принципов теории систем и системной динамики. В частности, вытекающего из них принципа неполной определенности сложных (человекомашинных) систем.

Ведь как же можно определить поведение и свойства сложной системы, не исследуя ее структуру? Или как оценить степень важности связей между ее компонентами без учета их свойств и выделения взаимодействующих цепочек обратной связи? И наконец, можно ли требовать точного, количественного прогноза поведения человекомашинных систем? Для них, как известно, важнее оценить тенденцию развития и степень влияния на нее конкретных факторов.

Несмотря на трудоемкость моделирования техносферных процессов, а затем системного анализа и системного синтеза их безопасности, именно эти методы позволяют поставить решение рассматриваемой проблемы на действительно научную основу. Внедрение в практику инструментария системной инженерии предполагает, прежде всего, учет накопленного в этой области опыта и проведение дальнейших поисков, направленных на пополнение и уточнение предложенных выше подходов к исследованию, обеспечению и совершенствованию безопасности в техносфере.

Основными, на взгляд автора (Белов П.Г.), ближайшими задачами должны быть:

а) завершение создания общей теории безопасности и

б) дальнейшее развитие инструментария ее системной инженерии.

Общая теория станет внешним дополнением для теории национальной безопасности, составной частью которой могут стать рассмотренные здесь положения. Их развитие возможно за счет дополнения арсенала диаграмм влияния, алгоритмизации построения моделей возникновения происшествий и более широкого внедрения методов статистического, имитационного и численного моделирования.

Цель последующих исследований должна состоять в оценке степени влияния конкретных свойств человеко-машинной системы на условия проявления и величину техногенного риска, а также в построении

соответствующих экспертных систем и баз знаний. Целесообразно также шире использовать математическую теорию организации для установления, обеспечения, контроля и поддержания требуемой безопасности в техносфере. Все это будет способствовать повышению эффективности управления соответствующим процессом.

Естественно, что решение этих чрезвычайно важных и сложных задач невозможно без подготовки высококлассных специалистов в области безопасности жизнедеятельности и координации их усилий при создании и эксплуатации производственных и транспортных объектов. В свою очередь, потребуются совершенствование нормативной базы, основанной на использовании единой концепции техногенно-производственных, природно-экологических и антропогенно-социальных опасностей. И если при формировании соответствующей стратегии и тактики будет учтена и предлагаемая здесь точка зрения, то можно считать, что усилия автора оказались не напрасными.

7. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Наименование темы	Количество часов
1. Сложные системы. Основные понятия, разновидности сложных систем и их свойства. Построение технических систем.	2
2. Решение проблем с использованием теории систем. Сложная система и моделирование. Общие принципы построения моделей. Системный анализ прикладных систем. Системный подход к проектированию сложных систем.	4
3. Математические модели глобального развития. Краткий обзор работ по глобальному моделированию. Глобальные модели Форрестера и Мидоуза. Проект «Стратегия выживания» Месаровича - Пестеля. Программы дальнейших работ по глобальному моделированию	6
4. Природа и поведение экологических систем. Моделирование экологических систем. Моделирование эколого-биологических задач	6
5. Математическое моделирование оптимального размещения промышленных предприятий	4
6. Моделирование и системный анализ процессов возникновения происшествий в техносфере (диаграммы причинно следственных связей)	6
7. Моделирование и системный анализ процессов причинения техногенного ущерба (сетевые модели)	6
8. Моделирование и системный синтез управления производственно-экологической безопасностью	6
9. Использование пакета МАТНСАD при решении задач моделирования	6
ИТОГО	46

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Контрольная работа №1

Используя материал лекций № 2, 3, 4 (осенний семестр) ответить на предложенные вопросы и решить предложенные задачи.

Вопросы:

Как классифицируются системы?

Какая система называется большой? сложной?

Чем определяется вычислительная (структурная, динамическая) сложность системы? Приведите примеры таких систем.

Задачи:

Привести пример одной-двух сложных систем, пояснить причины и тип сложности, взаимосвязь сложностей различного типа.

Указать меры (приемы, процедуры) оценки сложности.

Построить 3D-, 2D-, 1D-структуры сложных систем. Сделать рисунки, иллюстрирующие основные связи.

Выбрав в качестве меры сложности некоторой экосистемы многообразие видов в ней, оценить сложность (многообразие) системы.

Привести пример оценки сложности некоторого фрагмента литературного (музыкального, живописного) произведения.

Контрольная работа №2

«Сетевое моделирование»

Используя материал лекций № 15, 16 (осенний семестр) для предложенной сети Петри построить граф разметки, по графу разметки определить есть ли в сети мертвые переходы.

Исходные данные

Сетевая модель (N-схема) задана пятеркой множеств $N_M = \langle B, D, I, O, M \rangle$.

Рассмотрим формальную N-схему, описанную пятеркой множеств и построим сетевую модель в виде графа.

$N_M: B = \{b_1, b_2, b_3\}; D = \{d_1, d_2, d_3\};$

$I(d_1) = \emptyset,$

$I(d_2) = \{b_2, b_3\},$

$I(d_3) = \{b_1\};$
 $O(d_1) = \{b_1, b_3\},$
 $O(d_2) = \{b_2, b_3\},$
 $O(d_3) = \{b_3\};$
 $M_0 = (1, 1, 2).$

Построим граф сети Петри:

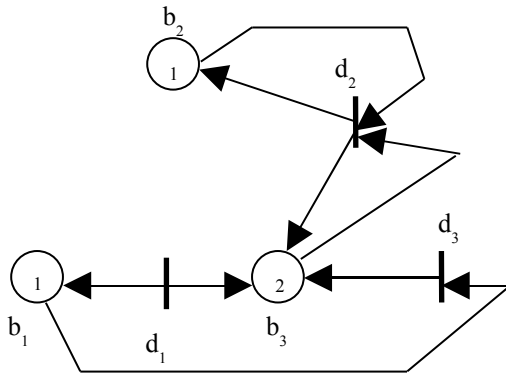


Рис. 1. Граф сети Петри

Построим граф разметки для полученной сети Петри. При построении графа разметки необходимо проверить условие срабатывания перехода, для каждого перехода в сети, затем после каждого срабатывания определенного перехода определять разметку всех позиций в сети Петри по правилу (1).

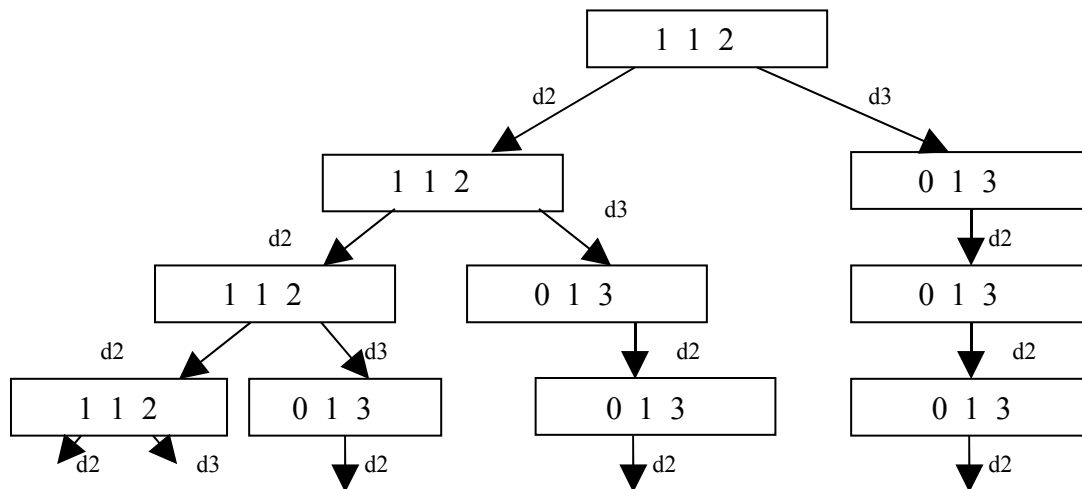


Рис. 2. Граф разметки сети Петри

9. ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ

1. MATLAB 6.0. Пакет обладает мощными средствами для проведения имитационного моделирования.
2. STATISTICA Пакет для выполнения статистического моделирования
3. Сети Петри – программа для сетевого моделирования на языке сетей Петри.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ МЕЖСЕССИОННОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ

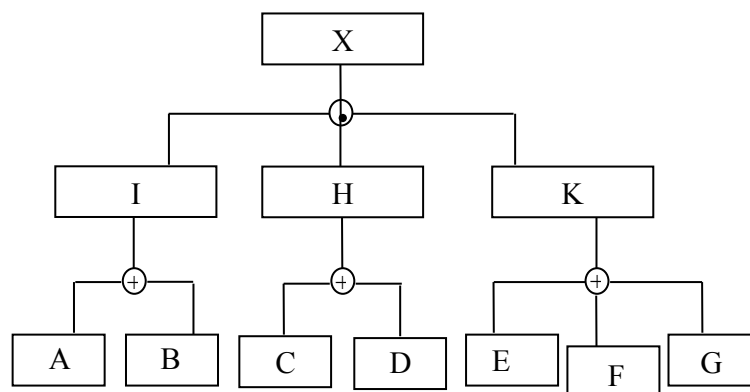
1. Межсессионная аттестация студентов проводится дважды в семестр на 7 и 13 неделях семестра.
2. Аттестационная оценка выставляется по результатам работы в семестре: выполнения лабораторных работ по графику, выполнения контрольных работ и посещений лекционных занятий.
3. Организация аттестации студентов, проводится в соответствии с положением АмГУ о курсовых, экзаменах и зачетах.

11. ВАРИАНТЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ

Вариант 1.

Дерево происшествий на электроустановке

Событие	
X	Поражение человека электрическим током
I	Накопление газа в аккумуляторной станции
H	Отсутствие вентиляции в аккумуляторной станции
K	Появление источника воспламенения в аккумуляторной станции
A	Длительный заряд неисправных аккумуляторных батарей
B	Отказ зарядных устройств
C	Поломка вентиляторов
D	Закрытие воздухопроводов
E	Искрение электрооборудования
F	Появление людей с открытым огнем
G	Курение людей



Дерево происшествия на электроустановке

Качественный анализ дерева происшествия

Задание 1. Выписать все минимальные пропускные сочетания для дерева происшествия на электроустановке.

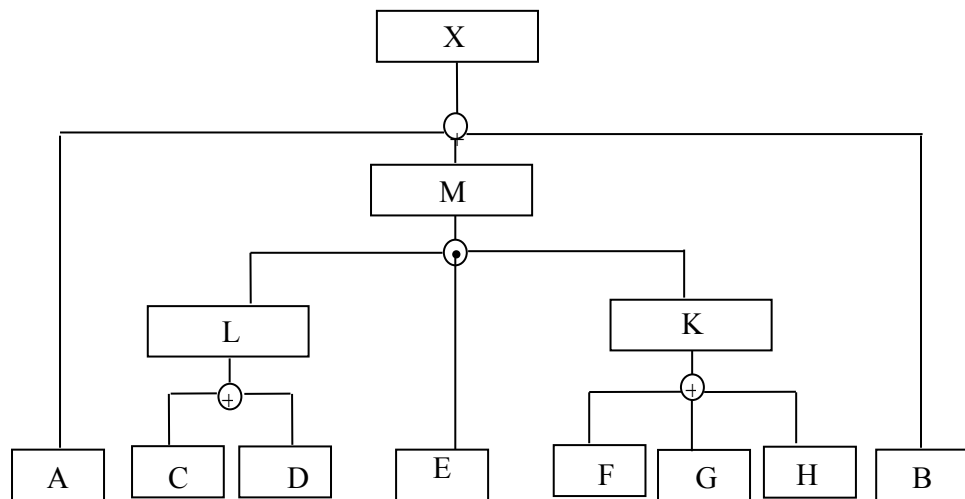
Задание 2. Выписать все минимальные отсеченные сочетания для дерева происшествия на электроустановке.

Задание 3. Охарактеризовать появление головного события по ветке H.

Вариант 2.

Дерево происшествий несчастного случая при выполнении технологической операции

Событие	
X	Несчастный случай (повреждение глаз)
M	Появление незащищенных людей в опасной зоне
L	Опасная зона – станки включены
K	Люди без очков на глазах вошли в зону
A	Оператор 1-го станка работает без очков
B	Оператор 2-го станка работает без очков
C	1-ый станок функционирует
D	2-ой станок функционирует
E	Посторонние люди входят в помещение
F	Работающий подносит инструменты
G	Работающий приходит за инструментом
H	В помещение входит руководство цеха



Дерево происшествия несчастного случая

Качественный анализ дерева происшествия

Задание 1. Выписать все минимальные пропускные сочетания для дерева происшествия несчастного случая.

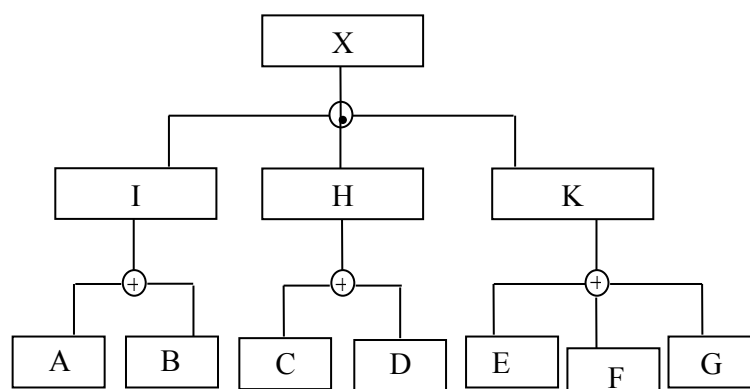
Задание 2. Выписать все минимальные отсеченные сочетания для дерева происшествия несчастного случая.

Задание 3. Охарактеризовать появление головного события по ветке M.

Вариант3.

Дерево происшествий на электроустановке

Событие	
X	Поражение человека электрическим током
I	Накопление газа в аккумуляторной станции
H	Отсутствие вентиляции в аккумуляторной станции
K	Появление источника воспламенения в аккумуляторной станции
A	Длительный заряд неисправных аккумуляторных батарей
B	Отказ зарядных устройств
C	Поломка вентиляторов
D	Закрытие воздухопроводов
E	Искрение электрооборудования
F	Появление людей с открытым огнем
G	Курение людей



Дерево происшествия на электроустановке

Качественный анализ дерева происшествия

Задание 1. Выписать все минимальные пропускные сочетания для дерева происшествия на электроустановке.

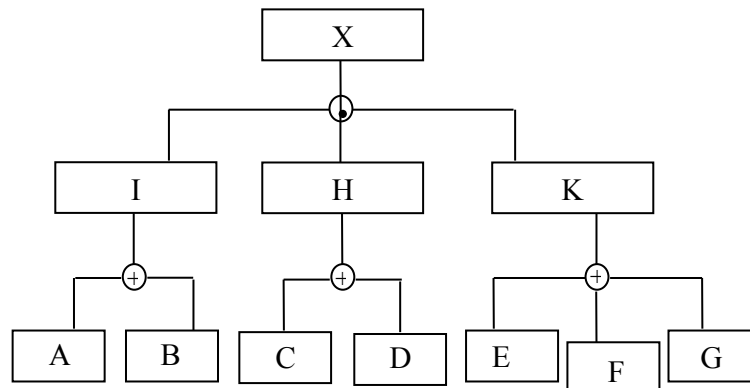
Задание 2. Выписать все минимальные отсеченные сочетания для дерева происшествия на электроустановке.

Задание 3. Охарактеризовать появление головного события по ветке K.

Вариант 3.

Дерево происшествий на электроустановке

Событие	
X	Поражение человека электрическим током
I	Накопление газа в аккумуляторной станции
H	Отсутствие вентиляции в аккумуляторной станции
K	Появление источника воспламенения в аккумуляторной станции
A	Длительный заряд неисправных аккумуляторных батарей
B	Отказ зарядных устройств
C	Поломка вентиляторов
D	Закрытие воздухопроводов
E	Искрение электрооборудования
F	Появление людей с открытым огнем
G	Курение людей



Дерево происшествия на электроустановке

Качественный анализ дерева происшествия

Задание 1. Выписать все минимальные пропускные сочетания для дерева происшествия на электроустановке.

Задание 2. Выписать все минимальные отсеченные сочетания для дерева происшествия на электроустановке.

Задание 3. Охарактеризовать появление головного события по ветке I.

Вариант 4.

Предпосылки аварийного пролива горючего при заправке

Код	Наименование исходных и промежуточных событий	P_i
1	Обрыв цепей передачи сигнала от датчиков объемной дозы заправленного горючего	0,0005
2	Ослабление сигнала выдачи дозы помехами (нерасчетное внешнее воздействие)	0,00001
3	Система автоматической выдачи дозы (САВД) отключена (ошибка контроля исходного положения)	0,0001
4	Отказ усилителя-преобразователя сигнала выдачи дозы	0,0002
5	Отказ расходомера (измерителя потока горючего)	0,0003
6	Отказ датчика уровня в баке горючего	0,0002
7	Оператор не заметил световой индикации о неисправности САВД	0,005
8	Оператор не услышал звуковой сигнализации об отказе САВД	0,001
9	Оператор не знал о необходимости отключения насоса по истечении заданного времени	0,001
10	Оператор не заметил индикации хронометра об истечении установленного времени заправки	0,004
11	Отказ датчика времени заправки (хронометра)	0,00001
12	Отказ автоматического выключателя электропривода насосов	0,00001
13	Обрыв цепей управления насосами подачи горючего	0,00001
А	Отказ средств передачи сигнала от датчиков объемной дозы	
Б	Отказ средств выдачи сигнала о величине объемной дозы	
В	САВД не смогла выдать команду на отключение насосов	
Г	Оператор не среагировал на неисправность САВД	
Д	Оператор не среагировал на показания хронометра	
Е	Оператор не попытался отключить насосную установку в заданное время	
И	Команда на отключение насосной установки не поступала	
Л	Команда на отключение насосов не выполнена	

Построение дерева происшествия

Задание 1. Построить дерево происшествия возникновения пожара при заправке.

Задание 2. Выписать все минимальные пропускные сочетания для построенного дерева происшествия.

Задание 3. Охарактеризовать появление головного события.

Вариант5.

Предпосылки аварийного пролива горючего при заправке

Код	Наименование исходных и промежуточных событий	P_i
1	Обрыв цепей передачи сигнала от датчиков объемной дозы заправленного горючего	0,0005
2	Ослабление сигнала выдачи дозы помехами (нерасчетное внешнее воздействие)	0,00001
3	Система автоматической выдачи дозы (САВД) отключена (ошибка контроля исходного положения)	0,0001
4	Отказ усилителя-преобразователя сигнала выдачи дозы	0,0002
5	Отказ расходомера (измерителя потока горючего)	0,0003
6	Отказ датчика уровня в баке горючего	0,0002
7	Оператор не заметил световой индикации о неисправности САВД	0,005
8	Оператор не услышал звуковой сигнализации об отказе САВД	0,001
9	Оператор не знал о необходимости отключения насоса по истечении заданного времени	0,001
10	Оператор не заметил индикации хронометра об истечении установленного времени заправки	0,004
11	Отказ датчика времени заправки (хронометра)	0,00001
12	Отказ автоматического выключателя электропривода насосов	0,00001
13	Обрыв цепей управления насосами подачи горючего	0,00001
А	Отказ средств передачи сигнала от датчиков объемной дозы	
Б	Отказ средств выдачи сигнала о величине объемной дозы	
В	САВД не смогла выдать команду на отключение насосов	
Г	Оператор не среагировал на неисправность САВД	
Д	Оператор не среагировал на показания хронометра	
Е	Оператор не попытался отключить насосную установку в заданное время	
И	Команда на отключение насосной установки не поступала	
Л	Команда на отключение насосов не выполнена	

Построение дерева происшествия

Задание 1. Построить дерево происшествия возникновения пожара при заправке.

Задание 2. Выписать все минимальные отсеченные сочетания для построенного дерева происшествия.

Задание 3. Охарактеризовать появление головного события.

Вариант 6

Предпосылки травмы людей подвижным составом

Код	Наименование исходных и промежуточных событий	P_i
1	Отказ проводных датчиков контроля занятости пути	0,0001
2	Отказ беспроводных датчиков запрещающих сигналов	0,0001
3	Система автоматической локомотивной сигнализации (САЛС) отсутствует или отключена (ошибка контроля)	0,0005
4	Отказ усилителя-преобразователя устройства выдачи запрещающих сигналов, смонтированного в локомотиве	0,0005
5	Обрыв цепей основного сигнала на остановку локомотива	0,0001
6	Ослабление резервного сигнала на остановку поезда в результате внешних помех (нерасчетное воздействие извне)	0,0005
7	Запоздалое информирование машиниста скорого поезда диспетчером о проведении очистки путей рабочими (ошибка)	0,005
8	Несвоевременная фиксация машинистом поезда сигналов запрета движения (ошибка)	0,008
9	Локомотивная бригада поздно заметила рабочих и не стала тормозить с целью исключения схода поезда	0,01
10	Локомотивная бригада не заметила никаких препятствий препятствий для движения	0,005
11	Локомотивная бригада не заметила людей, неожиданно оказавшихся перед поездом	0,001
12	Выход рабочих на путь, открытый для движения поезда	0,005
13	Опасное приближение рабочих к подвижному составу, проходящему по смежным путям	0,003
А	Отказ датчиков занятости пути и индикаторов запрещающего сигнала, смонтированных в скором поезде	
Б	Отказ устройств управления экстренной остановкой ск. поезда	
В	Ск.поезд с неработающей САЛС подъехал к месту работ по пневмоочистке стрелочных переводов	
Г	Бригада ск.поезда пыталась, но не смогла его экстренно остановить	
Д	Бригада ск.поезда не видела необходимости в экстренной остановке поезда	
Е	Локомотивная бригада вовремя не остановила поезд	
И	Травмирование путевых рабочих ск.поездом	
Л	Травмирование путевых рабочих другим подвижным составом, проходящим по смежным путям	

Построение дерева происшествия

Задание 1. Построить дерево происшествия возникновения пожара при заправке.

Задание 2. Охарактеризовать появление головного события.

Вариант 7

Построение и анализ сети Петри

№	B	D	I	O	M0
1	{b1, b2, b3, b4, b5 }	{d1, d2, d3, d4}	I(d1)= {b1,b3}, I(d2)= { b2,b3,b5}, I(d3)= { b3}, I(d4)= { b4}	O(d1)= {b2,b4}, O(d2)={b2}, O(d3)= ∅, O(d4)={ b1}	2, 1, 3, 0, 2

Задание 1

Постройте граф размеченной сети Петри по заданным множествам. Постройте граф разметки для сети Петри и определите:

- 1) какая позиция в сети накапливает максимальное количество фишек;
- 2) может ли в сети накапливаться бесконечно много фишек в какой-либо позиции и в какой;
- 3) может ли сеть функционировать ∞ число раз;
- 4) есть ли в сети потенциально мертвый переход (переход, который никогда не сработает).

Вариант 8

Построение и анализ сети Петри

№	B	D	I	O	M0
2	{b1, b2, b3, b4}	{d1, d2, d3}	I(d1)= {b2,b4}, I(d2)= { b1,b3,b4}, I(d3)= { b1},	O(d1)= {b2,b3}, O(d2)= { b3,b4}, O(d3)= { b4},	3, 1, 2, 1

Задание 1

Постройте граф размеченной сети Петри по заданным множествам. Постройте граф разметки для сети Петри и определите:

- 1) какая позиция в сети накапливает максимальное количество фишек;
- 2) может ли в сети накапливаться бесконечно много фишек в какой-либо позиции и в какой;
- 3) может ли сеть функционировать ∞ число раз;
- 4) есть ли в сети потенциально мертвый переход (переход, который никогда не сработает).

Вариант 9

Построение и анализ сети Петри

№	B	D	I	O	M0
4	{b1, b2, b3, b4, b5}	{d1, d2, d3, d4}	I(d1)= {b2,b4}, I(d2)= {b1,b3,b5}, I(d3)= {b2,b4}, I(d4)= { b1,b2}	O(d1)= {b3,b5}, O(d2)= {b2,b4}, O(d3)= { b3,b1}, O(d4)= { b4,b5}	1, 1, 0, 1, 0

Задание 1

Постройте граф размеченной сети Петри по заданным множествам. Постройте граф разметки для сети Петри и определите:

- 1) какая позиция в сети накапливает максимальное количество фишек;
- 2) может ли в сети накапливаться бесконечно много фишек в какой-либо позиции и в какой;
- 3) может ли сеть функционировать ∞ число раз;
- 4) есть ли в сети потенциально мертвый переход (переход, который никогда не сработает).

Вариант 10

Построение и анализ сети Петри

№	B	D	I	O	M0
5	{b1, b2, b3, b4}	{d1, d2, d3, d4}	I(d1)= \emptyset , I(d2)= {b1,b3}, I(d3)= {b2,b4}, I(d4)= { b1,b2}	O(d1)= {b3,b5}, O(d2)= \emptyset O(d3)= { b3,b1}, O(d4)= { b4}	1, 1, 0, 1

Задание 1

Постройте граф размеченной сети Петри по заданным множествам. Постройте граф разметки для сети Петри и определите:

- 1) какая позиция в сети накапливает максимальное количество фишек;
- 2) может ли в сети накапливаться бесконечно много фишек в какой-либо позиции и в какой;
- 3) может ли сеть функционировать ∞ число раз;
- 4) есть ли в сети потенциально мертвый переход (переход, который никогда не сработает).

Вариант 11

Построение и анализ сети Петри

№	B	D	I	O	M0
7	{b1, b2, b3, b4}	{d1, d2, d3, d4}	I(d1)= {b1,b4}, I(d2)= {b2,b3,b4}, I(d3)= ∅, I(d4)= { b3}	O(d1)= ∅, O(d2)= {b1,b3,b4}, O(d3)= ∅, O(d4)= { b2}	1, 1, 1, 1

Задание 1

Постройте граф размеченной сети Петри по заданным множествам. Постройте граф разметки для сети Петри и определите:

- 1) какая позиция в сети накапливает максимальное количество фишек;
- 2) может ли в сети накапливаться бесконечно много фишек в какой-либо позиции и в какой;
- 3) может ли сеть функционировать ∞ число раз;
- 4) есть ли в сети потенциально мертвый переход (переход, который никогда не сработает).

Вариант 12

Построение и анализ сети Петри

№	B	D	I	O	M0
9	{b1, b2, b3, b4, b5}	{d1, d2, d3}	I(d1)= {b2,b4}, I(d2)= {b1,b3,b5}, I(d3)= { b1,b2}	O(d1)= {b1,b5}, O(d2)= {b2,b3,b4}, O(d3)= { b2,b4}	2, 2, 0, 1, 0

Задание 1

Постройте граф размеченной сети Петри по заданным множествам. Постройте граф разметки для сети Петри и определите:

- 1) какая позиция в сети накапливает максимальное количество фишек;
- 2) может ли в сети накапливаться бесконечно много фишек в какой-либо позиции и в какой;
- 3) может ли сеть функционировать ∞ число раз;
- 4) есть ли в сети потенциально мертвый переход (переход, который никогда не сработает).

Вариант 13

Построение и анализ сети Петри

№	B	D	I	O	M0
8	{b1, b2, b3, b4}	{d1, d2}	I(d1)= {b1,b2,b5}, I(d2)= {b1,b3,b5}	O(d1)= {b1,b2}, O(d2)= {b3}	1, 0, 1, 0

Задание 1

Постройте граф размеченной сети Петри по заданным множествам. Постройте граф разметки для сети Петри и определите:

- 1) какая позиция в сети накапливает максимальное количество фишек;
- 2) может ли в сети накапливаться бесконечно много фишек в какой-либо позиции и в какой;
- 3) может ли сеть функционировать ∞ число раз;
- 4) есть ли в сети потенциально мертвый переход (переход, который никогда не сработает).

Вариант 14

Построение и анализ сети Петри

№	B	D	I	O	M0
10	{b1, b2, b3}	{d1, d2, d3, d4, d5}	I(d1)= {b1}, I(d2)= {b2,b3,b1}, I(d3)= {b2}, I(d4)= \emptyset , I(d5)= { b3}	O(d1)= {b2,b3}, O(d2)= {b1,b2b3}, O(d3)= \emptyset	4, 0, 1

Задание 1

Постройте граф размеченной сети Петри по заданным множествам. Постройте граф разметки для сети Петри и определите:

- 1) какая позиция в сети накапливает максимальное количество фишек;
- 2) может ли в сети накапливаться бесконечно много фишек в какой-либо позиции и в какой;
- 3) может ли сеть функционировать ∞ число раз;
- 4) есть ли в сети потенциально мертвый переход (переход, который никогда не сработает).

12. ПРИМЕРНЫЕ ЗАДАНИЯ К РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИМ РАБОТАМ РГР№1, РГР№2

РГР № 1

«Системный анализ и моделирование с помощью диаграмм причинно-следственных связей типа "граф" и "сеть"»

Предпосылки травмы людей подвижным составом

Код	Наименование исходных и промежуточных событий	P_i
1	Отказ проводных датчиков контроля занятости пути	0,0001
2	Отказ беспроводных датчиков запрещающих сигналов	0,0001
3	Система автоматической локомотивной сигнализации (САЛС) отсутствует или отключена (ошибка контроля)	0,0005
4	Отказ усилителя-преобразователя устройства выдачи запрещающих сигналов, смонтированного в локомотиве	0,0005
5	Обрыв цепей основного сигнала на остановку локомотива	0,0001
6	Ослабление резервного сигнала на остановку поезда в результате внешних помех (нерасчетное воздействие извне)	0,0005
7	Запоздалое информирование машиниста скорого поезда диспетчером о проведении очистки путей рабочими (ошибка)	0,005
8	Несвоевременная фиксация машинистом поезда сигналов запрета движения (ошибка)	0,008
9	Локомотивная бригада поздно заметила рабочих и не стала тормозить с целью исключения схода поезда	0,01
10	Локомотивная бригада не заметила никаких препятствий препятствий для движения	0,005
11	Локомотивная бригада не заметила людей, неожиданно оказавшихся перед поездом	0,001
12	Выход рабочих на путь, открытый для движения поезда	0,005
13	Опасное приближение рабочих к подвижному составу, проходящему по смежным путям	0,003
А	Отказ датчиков занятости пути и индикаторов запрещающего сигнала, смонтированных в скором поезде	
Б	Отказ устройств управления экстренной остановкой ск. поезда	
В	Ск.поезд с неработающей САЛС подъехал к месту работ по пневмоочистке стрелочных переводов	
Г	Бригада ск.поезда пыталась, но не смогла его экстренно остановить	
Д	Бригада ск.поезда не видела необходимости в экстренной остановке поезда	
Е	Локомотивная бригада вовремя не остановила поезд	
И	Травмирование путевых рабочих ск.поездом	
Л	Травмирование путевых рабочих другим подвижным составом, проходящим по смежным путям	

По данным, приведенным в таблице осуществить построение дерева происшествия

Задание 1. Построить дерево происшествия возникновения пожара при заправке.

Задание 2. Охарактеризовать появление головного события.

Задание 3. Рассчитать вероятность появления головного события.

Задание 4. Построить минимальные отсечения, сделать пояснения.

Построение и анализ сети Петри

B	D	I	O	M0
{b1, b2, b3, b4}	{d1, d2, d3, d4}	I(d1)= {b1,b4}, I(d2)= {b2,b3,b4}, I(d3)= ∅, I(d4)= { b3}	O(d1)= ∅, O(d2)= {b1,b3,b4}, O(d3)= ∅, O(d4)= { b2}	1, 1, 1, 1

Задание 1

Постройте граф размеченной сети Петри по заданным множествам. Постройте граф разметки для сети Петри и определите:

- 1) какая позиция в сети накапливает максимальное количество фишек;
- 2) может ли в сети накапливаться бесконечно много фишек в какой-либо позиции и в какой;
- 3) может ли сеть функционировать ∞ число раз;
- 4) есть ли в сети потенциально мертвый переход (переход, который никогда не сработает).

РГР№2

«Математическое и имитационное моделирование дерева целей поддержания приемлемой безопасности»

Используя вычислительную технику реализовать расчет показателей модели поддержания безопасности.

Наталья Петровна СЕМИЧЕВСКАЯ

доцент кафедры информационных управляющих систем АмГУ

Системный анализ и моделирование процессов в техносфере: УМКД

Издательство АмГУ. Подписано к печати _____.____.07. Формат _____. Усл.
печ.л. _____, уч.-изд. л. _____. Тираж _____. Заказ ____.

Отпечатано в типографии АмГУ.