

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
КУРГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Кафедра «Экология и безопасность жизнедеятельности»

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ  
ПРОЦЕССОВ В ТЕХНОСФЕРЕ

Программа и методические указания  
к выполнению контрольной работы  
для студентов заочной формы обучения  
специальности 280101 (330100)

Курган 2005

Кафедра: «Экология и безопасность жизнедеятельности»  
Дисциплина: «Системный анализ и моделирование процессов в техно-  
сфере» (специальность 280101)

Составил: доцент, канд. техн. наук. Белякин С.К.

Утверждены на заседании кафедры « 23 » декабря 2004 года

Рекомендованы методическим советом университета

« »

2005 года

## Содержание

1 Цели и задачи дисциплины .....	3
2 Требования к уровню освоения содержания дисциплины.....	3
3 Объем дисциплины и виды учебной работы.....	4
4 Содержание дисциплины.....	4
5 Методические указания к выполнению контрольной работы..	7
6 Вопросы для контрольной работы.....	8
Рекомендуемый список литературы.....	11

### 1 Цели и задачи дисциплины

Дисциплина входит в цикл специальной подготовки студентов, обучающихся по направлению специальностей «Безопасность жизнедеятельности». Основными целями ее изучения являются подготовка специалистов к моделированию опасных процессов в техносфере и обеспечению безопасности создаваемых образцов и систем технологического оборудования на производстве и транспорте, а также приобретение ими навыков системного исследования и совершенствования безопасности функционирования этих объектов.

### 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.

### 3 Объем дисциплины и виды учебной работы

Форма обучения	Очная	Заочная
Курс	5	6
Семестр	9	9
Всего, ч	153	153
Аудиторные занятия, ч	85	22
Лекции, ч	51	10
Практические занятия, ч	34	12
Самостоятельная работа, ч	68	131
Вид итогового контроля	Экзамен	Экзамен

### 4 Содержание дисциплины

#### Введение

Исходные понятия и предпосылки. Предмет курса, его цель и задачи. Структура курса и его связь с другими дисциплинами направления специальности 280101 «Безопасность жизнедеятельности в техносфере». Использование материала курса при обеспечении безопасности создаваемых производственных процессов и совершенствовании существующих. Методические указания по освоению курса. Особенности работы с литературой.

#### Методологические основы системного анализа и синтеза

Общие принципы системного анализа. Понятие и классификация систем. Характеристика систем: элемент, связь, состав, структура, морфология, граница. Свойства, состояния, взаимодействия и факторные пространства систем. Параметры, векторы и траектории изменения систем в факторном пространстве. Принципы организации систем и системной динамики. Свойства эмерджентности, гомеостазиса и гомеокинезиса. Классификация и общая характеристика методов системного исследования и анализа. Особенности системного анализа процессов в техносфере.

Элементы теории формализации и моделирования. Определение понятий «формализация» и «моделирование». Соотношение между их содержанием и объемом. Место формализации и моделирования при исследовании процессов в техносфере. Классификация и структура моделей, применяемых в процессе системного анализа безопасности. Аналитические, графические, комбинированные (аналитико-имитационные) и логи-

ко-лингвистические модели процессов в техносфере. Методы машинной реализации моделей и области их предпочтительного использования при системном анализе опасных процессов.

Методологические основы обеспечения безопасности процессов в техносфере. Сущность противоречий, причины и факторы происшествий на производстве и транспорте. Энергоэнтропийная концепция и 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.

### **Моделирование и системный анализ процессов возникновения происшествий в техносфере**

Основные принципы системного анализа и моделирования процессов. Структура системного подхода к исследованию 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». Логико-лингвистическая модель процесса возникновения происшествий в человекомашинной системе. Принципы имитационного моделирования происшествий в техносфере. Экспертная система оценка техногенного риска и мероприятий по его снижению.

## **Моделирование и системный анализ процесса 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.

Физическое и математическое моделирование процессов энерго-массоистечения и переноса. Моделирование процессов распространения вещества в атмосфере и гидросфере. Моделирование процессов трансформации взрыво-, пожароопасных, 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.

## **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, достоин-

ства 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 процесса 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.

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

## **5 Методические указания к выполнению контрольной работы**

Контрольная работа углубляет и систематизирует знания, полученные студентами при изучении курса «Системный анализ и моделирование процессов в техносфере». Она заключается в подготовке и оформлении развернутых ответов на два теоретических вопроса из представленного ниже перечня. Ответы необходимо сопровождать рисунками, графиками

и таблицами, выполненными в соответствии с требованиями ГОСТ «Отчет о научно-исследовательской работе».

Выбор варианта контрольной работы осуществляется по двум последним цифрам зачетной книжки. Предпоследняя цифра определяет две группы вопросов (четная – вопросы с 01 по 10 и с 21 по 30, нечетная – с 11 по 20 и с 31 по 40), последняя – номер вопроса в группе. Например, номеру ....86 соответствуют вопросы 6 и 26, номеру ....53 - вопросы 13 и 33 и т.д.

## **6 Вопросы для выполнения контрольной работы**

1. Общие принципы системного анализа. Понятие и классификация систем.
2. Характеристика систем: элемент, связь, состав, структура, морфология, граница. Свойства, состояния, взаимодействия и факторные пространства систем.
3. Параметры, векторы и траектории изменения систем в факторном пространстве. Принципы организации систем и системной динамики.
4. Свойства эмерджентности, гомеостазиса и гомеокинезиса. Классификация и общая характеристика методов системного исследования и анализа. Особенности системного анализа процессов в техносфере.
5. Элементы теории формализации и моделирования. Определение понятий «формализация» и «моделирование». Соотношение между их содержанием и объемом. Место формализации и моделирования при исследовании процессов в техносфере.
6. Классификация и структура моделей, применяемых в процессе системного анализа безопасности. Аналитические, графические, комбинированные (аналитико-имитационные) и логико-лингвистические модели процессов в техносфере.
7. Методы машинной реализации моделей и области их предпочтительного использования при системном анализе опасных процессов.
8. Методологические основы обеспечения безопасности процессов в техносфере. Сущность противоречий, причины и факторы происшествий на производстве и транспорте.



9. Энергоэнтропийная концепция и классификация объективно существующих опасностей. Объект, предмет, базовые категории и принципы системного исследования, обеспечения и совершенствования безопасности процессов в техносфере.
10. Система обеспечения производственно-экологической безопасности: цель, структура, показатели и критерии оценки качества ее функционирования.
11. Основные принципы системного анализа и моделирования опасных процессов. Структура системного подхода к исследованию опасных процессов в техносфере.
12. Способы формализации и моделирования процесса возникновения происшествий. Особенности представления информации методами теории нечетких множеств.
13. Основные понятия и виды диаграмм причинно-следственных связей. Символы, применяемые при графическом изображении процесса возникновения техногенных происшествий.
14. Системный анализ и моделирование с помощью диаграмм причинно-следственных связей типа «дерево». Характеристика моделей типа «дерево происшествия» и «дерево событий» – его исходов.
15. Общие принципы и правила построения дерева происшествия и дерева событий. Качественный анализ дерева происшествия.
16. Понятие и способы определения минимальных сочетаний исходных предпосылок, их значимости и критичности. Количественный анализ дерева происшествия и дерева событий.
17. Системный анализ и моделирование с помощью диаграмм причинно-следственных связей типа «граф» и «сеть». Поточковые графы появления аварийности и травматизма на производстве и транспорте.
18. Сетевая модель условий возникновения железнодорожных крушений. Логико-лингвистическая модель процесса возникновения происшествий в человекомашинной системе.
19. Принципы имитационного моделирования происшествий в техносфере. Экспертная система оценки техногенного риска и мероприятий по его снижению.

20. Общие принципы моделирования и системного анализа техногенного ущерба. Характеристика способов прогнозирования последствий техногенных происшествий. Классификация используемых при этом моделей и методов.
21. Принципы априорной количественной оценки техногенного ущерба. Модели и методы прогнозирования зон, вероятности и тяжести техногенных происшествий.
22. Системный анализ и моделирование неконтролируемого истечения и распространения энергии и вредного вещества в техносфере. Физическое и математическое моделирование процессов энерго- массоистечения и переноса.
23. Классификация и кодирование моделей полей концентрации вредных веществ. Моделирование процессов распространения вещества в атмосфере и гидросфере.
24. Моделирование процессов трансформации взрыво-, пожароопасных, радиоактивных и токсичных веществ в техносфере.
25. Системный анализ и моделирование процессов разрушительной трансформации и адсорбции энергии и вещества в техносфере. Принципы моделирования процесса причинения ущерба трансформацией и адсорбцией энерго- массопотоков.
26. Классификация моделей причинения ущерба. Модели, основанные на зависимостях “доза-эффект”, эрфик- и пробит-функциях.
27. Объемные, площадные и массовые критерии разрушительного поглощения энергии и вещества. Особенности моделирования и оценки ущерба людским, материальным и природным ресурсам.
28. Общие принципы программно-целевого планирования и управления процессом совершенствования безопасности. Модель программно-целевого обеспечения безопасности производственных процессов в техносфере.
29. Стратегическое планирование и оперативное управление производственно-экологической безопасностью. Структура задач и мероприятий по совершенствованию безопасности.
30. Особенности моделирования процессов обеспечения и совершенствования безопасности методами математической теории организации.

31. Моделирование и системный анализ процесса обоснования требований к показателям безопасности. Классификация моделей и методов нормирования риска. Их краткая характеристика, опыт применения, достоинства и недостатки.
32. Структура затрат и ущерба от объективно существующих природных и техногенных опасностей. Оптимизация приемлемой вероятности появления техногенных происшествий.
33. Системный анализ результатов моделирования процесса нормирования производственно-экологической безопасности.
34. Моделирование и системный анализ процесса обеспечения заданных требований к безопасности создаваемых технологических процессов. Общая модель и структура задач программно-целевого обеспечения требуемого уровня безопасности.
35. 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.
36. Моделирование и системный анализ процесса контроля степени удовлетворения заданных требований к безопасности. Общие принципы и особенности контроля безопасности на различных стадиях жизненного цикла производственных процессов.
37. Байесовские модели контроля уровня безопасности создаваемых производственных процессов на головном объекте.
38. Контроль эффективности мероприятий по совершенствованию безопасности существующих объектов методом проверки статистических гипотез.
39. Моделирование и системный анализ процесса поддержания заданных требований к уровню производственно-экологической безопасности. Общие принципы и дерево целей поддержания приемлемой безопасности.
40. Модели и методы поддержания готовности персонала к обеспечению безопасности. Оптимизация контрольно-профилактической работы по предупреждению происшествий.

## Рекомендуемый список литературы

### а) основная литература:

1. Белов П.Г. Системный анализ и моделирование опасных процессов в техносфере: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений - М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 512с.
2. Белов П.Г. Теоретические основы системной инженерии безопасности. - М.: ГПНТБ «Безопасность», 1996. – 426 с.; - Киев: Изд-во КМУГА, 1997.– 426 с.
3. Белов П.Г. Моделирование опасных процессов в техносфере: Методические рекомендации. - М.: Изд-во АГЗ МЧС РФ, 1999. – 124 с.; - Киев: Изд-во КМУГА, 1999. – 124 с.
4. Герасимов Г.Я. Экологические проблемы теплоэнергетики: Моделирование процессов образования и преобразования вредных веществ. – М., 1998.- 210с.

### б) дополнительная литература

5. Хомяков Д.М., Хомяков П.М. Основы системного анализа. - М.: Изд-во МГУ, 1996. -108 с.
6. Буленко Н. П. Моделирование сложных систем. М.: Наука, 1988. 400 с.
7. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем / Искусство и наука. - М.: Мир, 1978. – 418 с.
8. Хенли Э., Кумамото Х. Надежность технических систем и оценка риска /Пер. с англ. - М.: Машиностроение, 1986. - 542 с.
9. Браун Д. Анализ и оценка систем обеспечения техники безопасности /Пер с англ.- М.: Машиностроение, 1980. - 342 с.
10. Георгиевский В.Б. Экологические и дозовые модели при радиационных авариях. - Киев: Наукова думка. 1994. - 235 с.
11. Зубаева А.Ф. Математические методы моделирования промышленных процессов: Уч. пособие.- СПб., 1999. -459с.
12. Казаков Д.А. Моделирование процессов деформирования и разрушения материалов и конструкций: Монография.- Нижний Новгород, 1999. -225с.
13. Матялис А.П. Математическое моделирование и оптимизация производств и технологических процессов.- Томск: Изд-во политехнич. ин-та, 1999. -93с.
14. Механическое действие взрыва. М.: РАН. 1994. - 390 с.
15. Сафонов В.С., Одишария Г.Э., Швыряев А.А. Теория и практика оценки риска в газовой промышленности. - М.: ВНИИ Газ; МГУ им. М.В. Ломоносова. 1996. - 204 с.

16. Афанасьев В.Г. Моделирование как метод исследования социальных систем // Системные исследования. Методологические проблемы: Ежегодник, 1982. - М.: Наука, 1982.
17. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. -М.: Наука, 1978. -400 с.
18. Валуев С.А. Системный анализ в экономике и организации производства / Под ред. С.А. Валуева и В.Н. Волковой. – Л.: Политехника, 1991. – 398 с.
19. Губанов В.А., Захаров В.В., Коваленко А.Н. Введение в системный анализ: Учебное пособие / Под ред. Л.А. Петросяна. - Л.: Изд-во ЛГУ, 1988. - 232 с.
20. Гэйн К., Сарсон Т. Структурный системный анализ средства и методы. В 2 ч. /Пер. с англ., Под ред. А. В. Козлинского. - М.: Эйт-текс, 1993.
21. Кафаров В.В., Дорохов И.Н., Марков Е.П. Системный анализ процессов химической технологии. Применение метода нечетких множеств.- М: Наука, 1986.-359 с.
22. Клиланд Д., Кинг В. Системный анализ и целевое управление. - М.: Советское радио, 1974. -300 с.
23. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем. /Пер. с англ. -М.: Мир, 1984. –264 с.
24. Юдин Б. Г. Системный анализ. - М.: БСЭ, 1976.

**Белякин Сергей Константинович**

**Системный анализ и моделирование процессов в техносфере**

Программа, методические указания и задания к выполнению  
контрольной работы для студентов заочной формы обучения  
специальности 280101

Редактор - Н.М.Кокина

---

Подписано в печать	Формат 80 x 64 1/16	Бумага тип. №1
Печать трафаретная	Усл.печ. л. 0,75	Уч. изд. л. 0,75
Заказ	Тираж 150	Цена свободная

---

Редакционно-издательский центр КГУ.  
640669, г. Курган, ул. Гоголя, 25.  
Курганский государственный университет.