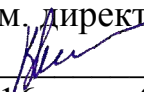


УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора ЮТИ ТПУ по УР

 В.Л. Бибик
« 16 » 06 2015 г.

БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В ТЕХНОСФЕРЕ

НАПРАВЛЕНИЕ ООП: **20.03.01 Техносферная безопасность**
ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ: **Защита в чрезвычайных ситуациях**
КВАЛИФИКАЦИЯ (СТЕПЕНЬ): бакалавр
БАЗОВЫЙ УЧЕБНЫЙ ПЛАН ПРИЕМА 2015 г.
КУРС 3; СЕМЕСТР 6
КОЛИЧЕСТВО КРЕДИТОВ: 4
КОД ДИСЦИПЛИНЫ Б1.ВМ.4.15.2

ЛЕКЦИИ	16	часа (ауд.)
ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	32	часа (ауд.)
ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ	-	часа (ауд.)
АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ	48	часов
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА	96	часов
ИТОГО	144	часов

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ: зачет в 6 СЕМЕСТРЕ

ОБЕСПЕЧИВАЮЩАЯ КАФЕДРА:

ЗАВЕДУЮЩИЙ КАФЕДРОЙ:

РУКОВОДИТЕЛЬ ООП:

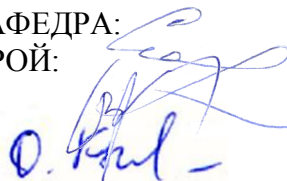
ПРЕПОДАВАТЕЛЬ:

«Естественно-научного образования»

д.т.н., доцент С.Б. Сапожков

к.т.н., доцент В.М. Гришагин

О.Г. Князева



2015 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).

В результате освоения дисциплины «Системный анализ и моделирование процессов в техносфере» студент приобретает знания, умения и навыки, обеспечивающие достижение целей **Ц1, Ц2, Ц3, Ц4, Ц5** основной образовательной программы по направлению **20.03.01 Техносферная безопасность** и профилю «Защита в чрезвычайных ситуациях»,

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина изучается в шестом семестре 4 курса относится к математическому и естественнонаучному циклу, вариативной части (Б.2.В4.2) и базируется на знаниях, полученных в рамках следующих, изученных дисциплин: «Информатика», «Высшая математика», «Физика», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Безопасность жизнедеятельности» и др.

3. Результаты освоения дисциплины

При изучении дисциплины студенты должны научиться применять основные информационные технологии для дальнейшего оформления и представления результатов своей деятельности и изучения дисциплин профессионального цикла.

Составляющие результатов обучения, которые будут получены при изучении данной дисциплины

Результаты обучения (компетенции из ФГОС)	Составляющие результатов обучения					
	Код	Знания	Код	Умения	Код	Владение опытом
РЗ ОК-1, 6, 7, 9, 11, 12, 15, ПК-2, 3, 6, 8, 9, 11, 18, ОПК-2, 4 критерий 5 АИОР (п. 2.1)	3.3.1	Математических и имитационных методов моделирования, методов планирования имитационных экспериментов с моделями, методов построения моделирующих алгоритмов; методов моделирования случайных величин, событий и потоков; методов оценки точности результатов.	У.3.1	Разрабатывать имитационную модель, экспериментировать, оценивать точность и достоверность результатов моделирования, анализировать схемные решения, использовать современные инструментальные средства и языки моделирования.	В.3.1	Методами планирования и создания имитационной модели; методами оценки точности результатов; инструментальными средствами и языками моделирования.
	3.3.2	Принципов построения экспертных систем; моделей представления знаний; современных экспертных систем	У.3.2	Программировать экспертные системы; применять различные модели представления знаний при реализации экспертных систем на ЭВМ.	В.3.2	Принципами построения и программирования экспертных систем.
	3.3.7	Современных аспектов техногенного риска, основ системного анализа, алгоритмов исследования опасностей, теории и модели происхождения и развития чрезвычайных происшествий,	У.3.3	Применять методы анализа взаимодействия человека и его деятельности со средой обитания.	В.3.3	Навыками по применению количественных методов анализа опасностей и оценки риска.
			У.3.7	Рассчитывать риски и разрабатывать мероприятия по поддержанию их допустимых величин, определять стандартные статистические характеристики чрезвычайного происшествия.	В.3.7	

		методов качественного анализа надежности и риска.				
--	--	---	--	--	--	--

В результате освоения дисциплины «Системный анализ и моделирование процессов в техносфере» студентом должны быть достигнуты следующие результаты:

Таблица 2

Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Результат
РД1-РД4	а) иметь представление: – о роли системного подхода в современных научных исследованиях; – о моделировании сложных социально-экономических систем на базе математики, символьной логики, экономической статистики; знать: – основные понятия и определения систем; – структуру и общие свойства систем; – методики анализа целей и функций систем управления; – базовые математические методы, применяемые в системном анализе; б) уметь: – осуществить процесс выбора объекта моделирования, его структуризацию и систематизацию свойств; – определить цели и критерии моделирования; – строить математические модели систем и обоснованно выбирать метод системного анализа; – проводить исследования сложных систем с помощью математических, статистических и вероятностных методов. б) владеть: – математическим аппаратом, использующимся в системном подходе, – практическими навыками построения и исследования математических моделей.

В результате освоения дисциплины «Системный анализ и моделирование процессов в техносфере» студентом должны быть достигнуты следующие результаты:

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Структура дисциплины по разделам, формам организации и контроля обучения

Таблица 3

Структура дисциплины по разделам и формам организации обучения

Название раздела/темы	Аудиторная работа (час)			СРС (час)	Итого
	Лекции	Практич.			
1. Введение. Основные понятия и определения.	1				1

2. Методологические основы системного анализа.	2	2		16	20
3. Моделирование процессов в техносфере.	2	4		14	20
4. Экспертные системы (ЭС)	2	2		12	16
5. Моделирование и системный анализ процессов возникновения происшествий в техносфере.	2	2		12	16
6. Моделирование и системный анализ процессов причинения техногенного ущерба.	2	3		10	15
7. Моделирование и системный анализ управления производственно-экологической безопасностью.	4	3		12	19
8. Заключение.	1				1
Итого	16	16		76	108

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Введение.

Предмет курса, его цель и задачи. Структура курса и его связь с другими дисциплинами. 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. 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 моде-

ли, 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 мето-

дов. 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 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. 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 создавае-

мых 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.

5. Образовательные технологии

Для достижения планируемых результатов освоения дисциплины используются следующие образовательных технологии:

- изучение теоретического материала дисциплины на лекциях с использованием компьютерных технологий;
- самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием *Internet*-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы;
- обсуждение проблемных вопросов и решение типовых задач на лабораторных занятиях;
- закрепление теоретического материала и практических навыков при выполнении индивидуального задания, выполнения поисковых, творческих заданий.

Специфика сочетания методов и форм организации обучения отражена в таблице 4.

Таблица 4

Методы и формы организации обучения

Методы и формы активизации деятельности	Виды учебной деятельности		
	ЛК	ПР	СРС
Дискуссия	x	x	
IT-методы	x	x	x
Командная работа			x
Опережающая СРС	x	x	x
Индивидуальное обучение			x
Проблемное обучение		x	x

6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

6.1. Текущая и опережающая самостоятельная работа студентов

Текущая и опережающая самостоятельная работа студентов, направленная на углубление и закрепление знаний, а также развитие практических умений заключается в:

- работе студентов с лекционным материалом;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подготовке к лабораторным занятиям;
- подготовке к зачету.

6.2 Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа

Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа направлена на развитие интеллектуальных умений, комплекса универсальных (общекультурных) и профессиональных компетенций, повышение творческого потенциала студентов и заключается в:

- поиске, анализе, структурировании и презентации информации, анализе научных публикаций по определенной теме исследований;
- выполнение расчетно-графических работ;
- анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- исследовательской работе и участии в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

В качестве индивидуальной работы студент в течение семестров обязан:

- а) подготовить реферат с обязательной творческой составляющей, которая будет включать исследование проблемы в периодических изданиях по использованию методов математического моделирования в ЧС, предусмотрена также обязательная защита реферата с презентацией;
- б) выполнить индивидуальные расчетно-графические работы.

Примерная тематика рефератов и расчетно-графических работ приведена ниже.

6.3 Контроль самостоятельной работы

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателей. Подготовка по темам самостоятельной работы проверяется путем опроса студентов на практических занятиях, либо опроса студентами друг друга. Расчетно-графические работы оцениваются преподавателем в соответствии с рейтингом. Защита рефератов проводится в режиме конференции и оценивается как преподавателем, так и студентами. Оценка реферата включает оценку содержания и оформления самого реферата, защиту реферата, ответы на вопросы и активность студента в течение обсуждения рефератов одногруппников.

6.4 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Для самостоятельной работы студентов рекомендуется использовать основную и дополнительную учебную литературу, особое внимание следует

уделить поиску информации в научных полнотекстовых базах данных и специализированных интернет-ресурсах:

<http://www.lib.tpu.ru/BD.html> – ресурсы библиотеки ТПУ;

<http://www.mnr.gov.ru/> – сайт Министерства природных ресурсов и экологии РФ;

<http://www.vniipo.ru/departments/sc.htm> - Центр моделирования ЧС на критически важных объектах

<http://www.zapoved.ru/> – особо охраняемые природные территории РФ;

<http://ecportal.su/> – Всероссийский экологический портал;

<http://www.ecooil.su/> – сайт «Нефть и экология»;

<http://nuclearwaste.report.ru/> – сообщество экспертов.

7. Средства текущей и итоговой оценки качества освоения дисциплины (фонд оценочных средств)

Оценка текущей успеваемости и итоговой аттестации студентов осуществляется по результатам:

- устного опроса всех студентов для выявления знания и понимания теоретического материала дисциплины;
- анализа и обсуждения подготовленных студентами рефератов и докладов;
- самостоятельного выполнения индивидуальных заданий;
- итоговой зачетной работе.

Текущий и рубежный контроль проводится в виде коллоквиумов. Итоговой контроль (зачет) проводится в письменной и устной форме.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

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.

Дополнительная литература

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.

Интернет-ресурсы

<http://www.mnr.gov.ru/> – сайт Министерства природных ресурсов и экологии РФ;

<http://www.zapoved.ru/> – особо охраняемые природные территории РФ;

<http://ecoportal.su/> – Всероссийский экологический портал;

<http://www.ecooil.su/> – сайт «Нефть и экология»;

<http://nuclearwaste.report.ru/> – сообщество экспертов. Тема: радиоактивные отходы.

11. Материально-техническое обеспечение дисциплины

12.

№ п/п	Наименование (компьютерные классы, учебные лаборатории, оборудование)	Корпус, ауд., количество установок
1	Учебные кабинеты	Корпус2, ауд.1,2,8,11,12
2	Интерактивная доска, проектор	Корпус2, ауд. 8,11

Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС- по направлению 20.03.01 – «Техносферная безопасность», профилям «Защита в чрезвычайных ситуациях»,

Автор: Князева О.Г.

Программа одобрена на заседании кафедры БЖДЭиФВ (протокол № 10/14 от «6» сентября 2014 г.).