

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИДО

_____ С.И. Качин

« _____ » _____ 2014г.

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В
ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ**

Методические указания, индивидуальные задания и курсовые работы
для студентов ИДО, обучающихся по направлению
280700 «Техносферная безопасность»

Составитель
Перминов В.А.

Семестр	6
Кредиты	6
Лекции, часов	20
Лабораторные работы, часов	10
Практические работы, часов	20
Индивидуальные задания	1
Самостоятельная работа, часов	60
Форма контроля	зачет

Издательство
Томского политехнического университета
Томск 2014

УДК 331.4(075.8)

Математическое моделирование процессов в чрезвычайных ситуациях: метод. указ. , индивидуальные задания и курсовые работы для студентов ИДО, обучающихся по напр. 280700 «Техносферная безопасность» / сост. В.А. Перминов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – с.

Методические указания и индивидуальные задания рассмотрены и рекомендованы к изданию методическим семинаром кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности «___» _____ 2014 года, протокол № ____.

Зав. кафедрой ЭБЖ,
д-р химич. наук

_____ С.В. Романенко

Аннотация

Методические указания и индивидуальные задания по дисциплине «Математическое моделирование процессов в чрезвычайных ситуациях» для студентов ИДО, обучающихся по направлению 280700 «Техносферная безопасность». Данная дисциплина изучается один семестр.

Приведено содержание основных тем дисциплины, указан перечень лабораторных работ. Приведены варианты заданий для индивидуальных домашних работ. Даны методические указания по выполнению курсовых и индивидуальных домашних работ.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	4
2. СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА ДИСЦИПЛИНЫ	7
Тема 1.....	7
Тема 2.....	8
Тема 3.....	9
Тема 4.....	10
Тема 5.....	9
3. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА ДИСЦИПЛИНЫ	13
3.1. Перечень практических занятий	13
3.2. Перечень лабораторных занятий	14
4. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ДОМАШНИЕ ЗАДАНИЯ.....	16
4.1. Общие методические указания	16
4.2. Варианты домашних заданий и методические указания.....	17
5. КУРСОВАЯ РАБОТА	18
5.1. Методические указания по выполнению курсовой работы	18
6. ИТОГОВЫЙ КОНТРОЛЬ.....	29
6.1. Требования для сдачи зачета.....	29
6.2. Вопросы для подготовки к зачету.....	29
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	29
7.1. Литература обязательная	31
7.2. Литература дополнительная.....	Ошибка! Закладка не определена.
7.3. Интернет-ресурсы	Ошибка! Закладка не определена.

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цель преподавания курса «Математическое моделирование процессов в чрезвычайных ситуациях» состоит в том, чтобы подготовить бакалавров к осуществлению исследовательской деятельности в учебных, научно-исследовательских и других подразделениях и аппаратах управления РС ЧС и ГО на основе сознательного и грамотного применения соответствующих количественных методов для решения разнообразных проблем, связанных с деятельностью РС ЧС и ГО.

В профессиональной деятельности выпускник обязан руководствоваться положениями дисциплины при проектировании и производстве своей работы:

- научно-исследовательским;
- проектно-конструкторским;
- производственно-технологическим;
- организационно-управленческим;
- по самосовершенствованию и обучению.

Дисциплина «Математическое моделирование процессов в чрезвычайных ситуациях» относится к специальному циклу (Б.3). о цикла. Она связана с дисциплинами естественнонаучного и математического цикла (информатика, математика, ноксология, физика, теория горения и взрыва, химия), и опирается на освоенные при изучении данных дисциплин знания и умения. Кореквизитами для дисциплины являются: «Безопасность жизнедеятельности», «Управление техносферной безопасностью», «Оценка воздействия на окружающую среду», «Математическое моделирование процессов в чрезвычайных ситуациях», «Пожаровзрывозащита».

При изучении дисциплины студенты должны научиться не только идентифицировать опасные и вредные факторы этих процессов, но и уметь давать им количественную оценку, владеть инструментарием для их замеров и уметь активно воздействовать на них с целью минимизации негативных последствий для человека, а также приобретение знаний и навыков в области математического, информационного и технологического обеспечения моделирования деятельности РС ЧС и ГО.

После изучения данной дисциплины бакалавры приобретают знания, умения и опыт, соответствующие результатам основной образовательной программы: Р1, Р2, Р6, Р9 для профиля «Защита в чрезвычайных ситуациях». Соответствие результатов освоения дисциплины «Математическое моделирование процессов в чрезвычайных ситуациях» формируемым компетенциям ООП представлено в таблице 1.

Таблица 1

Формируемые компетенции и результаты освоения дисциплины

Формируемые компетенции в соответствии с ООП	Результаты освоения дисциплины
35.15 36.14 36.16 36.21 38.5	<p><i>В результате освоения дисциплины бакалавр должен знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – основные взаимосвязи развития стихийных природных явлений с целью их прогнозирования, моделирования их последствий и управления ими; – методику прогнозирования последствий ЧС техногенного характера и оценки устойчивости объектов – основы выявления, оценки и прогнозирования радиационной и химической обстановки в ЧС мирного и военного времени; – программные средства по моделированию процессов ЧС; – основные принципы анализа и моделирования надежности технических систем и определения приемлемого риска.
У6.2 У6.6 У8.1 У9.2	<p><i>В результате освоения дисциплины бакалавр должен уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – осуществлять в общем виде оценку антропогенного воздействия на окружающую среду с учетом специфики природно-климатических условий; – применять методы и средства прогнозирования для количественной оценки опасных природных процессов; – использовать методы математического анализа, аналитической геометрии, линейной алгебры, теории функций комплексного переменного, теории вероятности и математической статистики при решении типовых задач; – решать теоретические задачи, используя основные законы термодинамики, тепло- и массообмена и гидромеханики.
В3.2 В6.13 В8.	<p><i>В результате освоения дисциплины бакалавр должен владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – методами построения математических моделей типовых задач; – выполнения анализа результатов моделирования развития ЧС на производстве; – методами математического моделирования надежности и безопасности работы отдельных звеньев реальных технических систем и технических объектов в целом.

В процессе освоения дисциплины у студентов развиваются следующие компетенции:

1. Универсальные (общекультурные) –

компетенциями самосовершенствования (сознание необходимости, владением культурой безопасности и риск-ориентированным мышлением, при котором вопросы безопасности и сохранения окружающей среды рассматриваются в качестве важнейших приоритетов в жизни и деятельности (ОК-7);

способностью использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач (ОК-11);

способностью к абстрактному и критическому мышлению, исследованию окружающей среды для выявления ее возможностей и ресурсов, способность к принятию нестандартных решений и разрешению чрезвычайных ситуаций (ОК-12).

2. Профессиональные –

способностью анализировать механизмы воздействия опасностей на человека, определять характер взаимодействия организма человека с опасностями среды обитания с учетом специфики механизма токсического действия вредных веществ, энергетического воздействия и комбинированного действия вредных факторов (ПК-16).

Способность применять основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности с целью моделирования устройств, систем и методов защиты человека и природной среды от опасностей (ПК-1, ПК-8, ПК-17, ПК-19).

2. СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА ДИСЦИПЛИНЫ

6 СЕМЕСТР

Тема 1

Введение. Основные понятия и определения.

Предмет курса, его цели и задачи. Номенклатура основных понятий чрезвычайных процессов и их определения. Предмет, методы и содержание курса. Связь курса с другими учебными дисциплинами. Системный подход к решению сложных проблем в науке и технике. Понятие системы. Основные понятия, характеризующие строение и функционирование систем. Сложная и большая система. Классификация систем по их основным свойствам. Свойства системы. Управление системами. Человеко-машинные системы. Технические, биологические, социальные, социально-экономические системы. Моделирование элементов сложных систем, условий и процессов их функционирования. Взаимодействие системы с внешней средой. Совершенствование управления сложными системами на основе математических моделей. Системный подход и системный анализ.

Рекомендуемая литература: [1–2].

Методические указания

Значение курса для обеспечения прогнозирования процессов ЧС в техносфере. Основные определения системы. Строение и функционирование систем. Эмерджентность, синергичность и мультипликативность. Классификация систем по их основным свойствам (технические, биологические и социальные). Математическое моделирование — это методология научной и практической деятельности людей, основанная на построении, исследовании и использовании математических моделей объектов и процессов. Моделирование элементов сложных систем, условий и процессов их функционирования. Взаимодействие системы с внешней средой. Совершенствование управления сложными системами на основе математических моделей. Системный подход и системный анализ. Системный анализ как методология (совокупность методических приемов) постановки и решения задач построения и исследования систем, тесно связанная с математическим моделированием. Математическое моделирование как методология научной и практической деятельности людей, основанная на построении, исследовании и использовании математических моделей объектов и процессов.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Предмет, методы и содержание курса.
2. Как осуществляется системный подход к решению сложных проблем в науке и технике?
3. Как вводится понятие системы?
4. Какая существует классификация систем?
5. Укажите свойства систем.
6. Моделирование элементов сложных систем, условий и процессов их функционирования.
7. Как осуществляется взаимодействие системы с внешней средой.

Тема 2

Методология системных исследований

Определение границ системы, входных и выходных параметров. Методы описания систем. Количественные методы описания систем. Уровни описания систем. Высшие уровни описания систем. Низшие уровни описания систем. Качественные методы системного анализа. Разработка сценариев. Методы формализованного представления систем.

Рекомендуемая литература: [1-3].

Методические указания

При анализе сложных систем придерживаются системного подхода. Это предполагает максимальный охват всех взаимосвязей и анализ последствий принятого решения. Уточнение предметной области исследования, ее структуризация на задачи. Выбор параметров и критериев оценки эффективности системы. Подбор нужных математических моделей. Уточнение деталей и целей анализа системы. Синтезирование математических моделей, обеспечивающих достижение поставленных целей. Целью моделирования являются получение, обработка, представление и использование информации об объектах, которые взаимодействуют между собой и внешней средой; а модель здесь выступает как средство познания свойств и закономерности поведения объекта. Теорией моделирования является раздел науки, изучающий способы исследования свойств объектов-оригиналов, на основе замещения их другими объектами-моделями. Вся совокупность методов исследования можно раз-

бить на три большие группы: методы, основанные на использовании знаний и интуиции специалистов; методы формализованного представления систем управления (методы формального моделирования исследуемых процессов) и комплексированные методы. При моделировании строится модель, адекватно отражающая внутреннюю структуру моделируемой системы; затем поведение модели проверяется на компьютере на сколько угодно продолжительное время вперед. Это дает возможность исследовать поведение как системы в целом, так и ее составных частей. Динамические модели используют специфический аппарат, позволяющий отразить причинно-следственные связи между элементами системы и динамику изменений каждого элемента. Модели реальных систем обычно содержат значительное число переменных, поэтому их имитация осуществляется на компьютере.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Основные понятия системного подхода и системный анализ.
2. Методология системных исследований.
3. Как проводится анализ причинно-следственных связей ?
4. Метод экспертных оценок.
5. Основы моделирования систем.
6. Какая модель называется динамической?

Тема 3

Основы моделирования систем

Элементы теории подобия. Классификация моделей. Этапы разработки моделей. Декомпозиция и композиция моделей. Структура моделей. Модели: стационарные и нестационарные, детерминированные и стохастические, линейные и нелинейные, непрерывные и дискретные, распределенные и сосредоточенные. Имитационное моделирование. Сущность имитационного моделирования. Композиция дискретных систем. Идентификация математических моделей. Вычислительный эксперимент при моделировании систем. Основные этапы математического моделирования. Проверка адекватности математической модели. Обработка и анализ результатов моделирования систем. Аналитические модели сложных систем. Краевая задача. Математическое моделирование физических процессов. Законы сохранения массы, импульса и энергии в математических моделях. Математическое моделирование экологических процессов.

Рекомендуемая литература: [3, 4,6].

Методические указания

В основе теории моделирования лежит теория подобия. Классификация моделей. Все модели можно разделить на вещественные и идеальные. Вещественные модели делятся на натурные, физические и математические. Идеальные модели можно разделить на наглядные, знаковые и математические. Построение математических моделей (основные подходы). Детерминированные и стохастические модели. Особенности построения математических моделей.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Какие существуют классификации моделей?
2. Укажите этапы разработки моделей.
3. Декомпозиция и композиция моделей.
4. В чем сущность теории подобия?
5. Что такое имитационное моделирование?
6. Как осуществляется проверка адекватности модели?
7. Что такое вычислительный эксперимент?

Тема 4

Методы моделирования физических процессов (чрезвычайных ситуаций)

Математические модели гидрогазодинамики. Движение сплошной среды и фундаментальные законы сохранения гидрогазодинамики. Математическая модель однофазного многокомпонентного гидрогазодинамического течения. Математическая модель многофазного гидрогазодинамического течения. Методы математического моделирования физико-химических процессов (процессы горения и взрывов). Начальные и граничные условия. Понятие о турбулентности и осредненная по Фавру система уравнений гидрогазодинамики. Метод расщепления по физическим процессам для численного решения системы уравнений гидрогазодинамики. Метод конечного объема. Решение систем линейных алгебраических уравнений (метод прогонки, *SIP* и др.). Тестирование компьютерных программ и сравнение с экспериментальными данными. Основные принципы и результаты математического моделирования различных катастроф (локальные, региональные и глобальные катастрофы).

Рекомендуемая литература: [3,4,6].

Методические указания

Изучение математических моделей для описания процессов турбулентного переноса (уравнения неразрывности, движения, энергии, диффузии и др.). Описание процессов химических превращений. Закон Аррениуса. Постановка начальных и граничных условий. Математические модели турбулентности. Уравнения Рейнольдса. Методы численного решения дифференциальных уравнений в частных производных. Применение метода контрольного объема для получения дискретного аналога. Решение систем алгебраических уравнений (метод прогонки, SIP). Разработка алгоритма компьютерной программы. Тестирование компьютерных программ. Использование программного обеспечения PHOENICS для математического моделирования процессов ЧС.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Какие уравнения описывают движение сплошной среды?
2. В чем сущность метода контрольного объема?
3. Как проводится тестирование компьютерной программы?
4. С помощью какого закона описываются процессы горения?
5. Для чего применяется метод расщепления по физическим процессам?
6. Этапы разработки компьютерной программы.
7. Какие численные методы используются для решения систем дифференциальных уравнений?

Тема 5

Математические модели некоторых природных и техногенных катастроф

Математические модели загрязнения окружающей среды, радиоактивного загрязнения, загрязнение от автотранспорта, космической или метеорной опасности. Лесная и городская пожарная опасность, опасность схода снежных лавин в горах, опасность наводнений на равнинах при разливе рек, опасность появления ураганов и смерчей на суше и море; гигантские морские волны (цунами), мощные грозовые разряды в атмосфере, магнитные бури и т.д.). Эколого–математический мониторинг потенциально опасных объектов.

Рекомендуемая литература: [3–5, 7].

Методические указания

Построение математических моделей загрязнения окружающей среды от различных источников (промышленные предприятия, автотранспорт, аварийные выбросы поллютантов, в том числе радиоактивных веществ). Загрязнение водной среды. Математическое моделирование возникновения и распространения городских и лесных пожаров. Моделирование крупномасштабных пожаров в результате техногенных и природных катастроф (ядерные взрывы, метеорная опасность и т.д.). Визуализация результатов расчетов.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Какие уравнения входят в математическую модель загрязнения окружающей среды?
2. Какие математические модели описывают процессы распространения загрязняющих примесей во времени?
4. Какие исходные данные входят в модель распространения загрязнения в окружающей среде?
5. От каких параметров зависит скорость распространения лесного пожара?
6. Назовите программное обеспечение, которое используется для визуализации процессов загрязнения окружающей среды?
7. Какие математические модели называются сопряженными и когда они используются?

3. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Перечень практических занятий

Тема 1. Введение. Основные понятия и определения. Методология системных исследований.

1. Понятие системы. Основные понятия, характеризующие строение и функционирование систем.
2. Системный подход и системный анализ. Технические, биологические, социальные, социально-экономические системы.
3. Моделирование элементов сложных систем, условий и процессов их функционирования.

Тема 2 Методология системных исследований

1. Классификация моделей.
2. Этапы разработки моделей. Анализ причинно-следственных связей (дерево событий, дерево происшествий, графы и т.п.).
3. Методы описания систем. Метод экспертных оценок.
4. Разработка сценариев. Методы формализованного представления систем.

Тема 3 Основы моделирования систем

1. Поэтапная разработка математической модели.
2. Проверка адекватности математической модели.
3. Обработка и анализ результатов моделирования систем.
4. Приближенное решение систем дифференциальных уравнений в частных производных.

Тема 4 Методы математического моделирования нестационарных процессов (чрезвычайных ситуаций)

1. Математическая модель многофазного гидрогазодинамического течения.
2. Понятие о турбулентности и осредненная по Фавру система уравнений гидрогазодинамики.
3. Метод расщепления по физическим процессам для численного решения системы уравнений гидрогазодинамики.
4. Метод конечного объема. Решение систем линейных алгебраических уравнений (метод прогонки, SIP и др.).

Тема 5 Численное решение математических моделей

1. Разработка алгоритма решения задач численного моделирования процессов ЧС.
2. Составление компьютерных программ.
3. Получение численных результатов, тестирование (верификация программы и полученных данных), их визуализация и интерпретация.

3.2. Перечень лабораторных занятий

3.2. Перечень лабораторных работ для студентов, изучающих дисциплину по классической заочной форме. Название лабораторных работ, их число и последовательность выполнения определяются календарным планом, составленным преподавателем в процессе проведения лабораторных работ со студентами. На каждую лабораторную работу отводится 2 часа.

Лабораторные работы проводятся в компьютерном классе. К выполнению лабораторной работы студент может приступить только после того, как получит у преподавателя допуск к выполнению лабораторной работы. Допуск к выполнению лабораторной работы студент получает по результатам устного ответа на контрольные вопросы, с которыми он должен ознакомиться при изучении методических указаний по данной лабораторной работе. Если лабораторные работы не сделаны, то студент не допускается до сдачи зачета.

Темы лабораторных работ:

1. Получение дискретного аналога для краевой задачи.
2. Разработка алгоритма численного решения математической модели.
3. Составление компьютерных программ для численных расчетов.
4. Проведение компиляции и отладки компьютерной программы.
Тестирование компьютерной программы.
5. Математическая модель возникновения и развития лесного пожара.
6. Математическая модель пожара в помещении.
7. Математическая модель распространения радиоактивного загрязнения.
8. Математические модели техногенных и природных катастроф (метеорная опасность, ядерные взрывы и т.д.).
9. Математическая модель загрязнения водной среды.
10. Математическая модель загрязнения окружающей среды (стационарные источники, автотранспорт и т.д.)

Студент должен проделать лабораторную работу и результаты в электронном или распечатанном виде отправить преподавателю, который его курирует. Оформление работы должно соответствовать требованиям, которые представлены в методических указаниях к лабораторной работе. Преподаватель в течение трех дней предоставляет студенту рецензию на проделанную работу. Все лабораторные работы студентам необходимо проделать до сессии. Если лабораторные работы не сделаны, нет положительной рецензии преподавателя, то студент не допускается до сдачи зачета.

Перед лабораторной работой преподаватель беседует со студентом по основным теоретическим вопросам (которые студент проработал самостоятельно) изучаемой темы и особенностям лабораторной работы (меры безопасности, правила выполнения измерений). При выполнении лабораторных работ каждая группа студентов оформляет отчет, в котором указываются цели работы, ход работы, дается рисунок и описание установки, таблица численных результатов, вычисления и выводы.

4. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ДОМАШНИЕ ЗАДАНИЯ

4.1. Общие методические указания

В соответствии с учебным графиком для студентов, обучающихся по направлению «Техносферная безопасность» предусмотрено выполнение одного индивидуального домашнего задания (ИДЗ), которое должно содержать ответы на контрольные вопросы. Выполнение этого задания необходимо для закрепления теоретических знаний.

Сроки выполнения – ИДЗ выполняется в течение 6-го семестра. ИДЗ сдаётся в конце семестра за неделю до даты экзамена по дисциплине.

Оформление индивидуального задания.

Индивидуальное задание выполняется с помощью компьютера в текстовом редакторе MS Word. Размер полей: левое 30 мм; правое 10 мм; верхнее 15 мм; нижнее 20 мм. Структура ИДЗ должна быть следующей:

Титульный лист

Содержание

1. Контрольные вопросы

1.1. Двупанельные и однопанельные файловые менеджеры

Список литературы

Титульный лист оформляется по образцу, приведенному в Приложении 1. Титульный лист должен быть оформлен без привлечения стилей.

Содержание оформляется средствами тестового редактора Word с указанием номеров страниц.

Текст работы оформляется с привлечением стилей для всех элементов текста (заголовки, текст, подписи к рисункам, таблицам, формулы). Оформление стилей на усмотрение автора работы.

Список литературы оформляется в соответствии с ГОСТ 7.1 – 2003. Литература в списке располагается не хаотично, а систематизируется в определенном порядке. Принято использовать построение библиографических списков в порядке первого упоминания в тексте. Список обязательно нумеруется. Тогда связь текста с библиографическим списком осуществляется с помощью номера в квадратных скобках. Например, [1].

Пример оформления библиографических записей:

1. Иванов И.И. // Журн. аналит. химии. 2001. – Т. 56. – № 1. – С. 1–5.

2. Иванов И.И. Оценка погрешностей результатов измерений. М.: Наука, 1996. – 256 с.

3. Иванов И.И. Дисс. ... канд. хим. наук. Томск: Томский госуниверситет, 1988. – 152 с.

4.2. Варианты домашних заданий и методические указания

4.2.1. Контрольные вопросы

Студент должен ответить на 3 вопроса по схеме, приведенной в таблице. Номер варианта выбирается в соответствии с последней цифрой номера зачетной книжки студента.

Ответы на вопросы должны быть краткими и отражать основную суть описываемого явления. Обязательно наличие списка использованной литературы и ссылки на них в тексте.

Таблица 2

Вопросы для выполнения контрольной работы

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30

1. Виды математического моделирования.
2. Моделирование техносферных систем
3. Цели и задачи моделирования в мониторинге.
4. Моделирование характеристик физико-химических процессов.
5. Моделирование процессов рассеивания и миграции основных примесей в атмосфере, гидросфере и почве.
6. Геоинформационные технологии и математическое моделирование в системе управления безопасностью региона.
7. Когнитивное моделирование проблемных ситуаций.
8. Математическое моделирование кислотных дождей.
9. Математическое моделирование загрязнения водной среды (на примере рек).
10. Математическое моделирование радиоактивного загрязнения окружающей среды при аварийных ситуациях.
11. Математическое моделирование возникновения крупномасштабных пожаров при ядерных взрывах.
12. Математическое моделирование возникновения пожаров при космических катастрофических явлениях (падение метеоритных тел).
13. Математическое моделирование загрязнения от автотранспорта.
14. Использование данных математического моделирования при тушении городских пожаров.
15. Использование данных математического моделирования при тушении лесных пожаров.

16. Методы теории подобия в моделировании чрезвычайных ситуаций.
17. Численные методы, применяемые при математическом моделировании.
18. Метод контрольного объема.
19. Алгоритм численного решения систем алгебраических уравнений (дискретного аналога дифференциального уравнения).
20. Графическое представление данных математического моделирования.
21. Математическое моделирование крупномасштабных пожаров.
22. Математическое моделирование повторного радиоактивного загрязнения при лесных пожарах в лесах, подверженных радиоактивному заражению.
23. Математическое моделирование воздействия лесных пожаров на близлежащие здания и сооружения.
24. Определение динамики распространения контуров верховых лесных пожаров.
25. Определение динамики распространения контуров низовых лесных пожаров.
26. Математическое моделирование возникновения пожаров при аварийных ситуациях на трубопроводах.
27. Математическое моделирование пожаров в помещениях.
28. Использование программного обеспечения MATLAB для численного решения математических моделей.
29. Использование программного обеспечения MATLAB для визуализации результатов математического моделирования.
30. Математическое моделирование распространения загрязнения в горнодобывающей отрасли.

5. КУРСОВАЯ РАБОТА

5.1. Методические указания по выполнению курсовой работы

Основной целью курсовой работы, которая выполняется в 6 семестре, является закрепление теоретических знаний по дисциплине «Математическое моделирование процессов в чрезвычайных ситуациях».

Задания на курсовой проект (курсовую работу)

Необходимо разработать математическую модель в соответствии с данными, приведенными в Заданиях на выполнение курсовой работы, номер задания выбирается, например, по шифру зачетки студента.

В задании на разработку математической модели указывается объект, где рассматривается изучаемое явление (атмосфера, водная среда, лес и т.д.), источники выделения тепла, массы и энергии. То есть внача-

ле формулируется физическая постановка задачи, в которой описывается изучаемый процесс (загрязнение окружающей среды, возникновение и распространение горения и т.д.). Затем должна быть представлена математическая постановка рассматриваемой задачи. Как правило, для описания исследуемых процессов используются системы дифференциальных уравнений, например, в частных производных. Если процесс развивается во времени, математическая модель будет нестационарной. Дифференциальные уравнения выражают законы сохранения массы, количества движения и энергии. Данная система уравнений решается совместно с начальными и граничными условиями. Также должны быть указаны численные значения исходных данных. В связи с тем, что аналитическое решение рассматриваемой задачи чаще всего можно получить только для очень простых случаев, поэтому для нахождения решения используют численные методы. Для того чтобы получить численное решение краевой задачи получают дискретный аналог (разностная схема). При этом используют конечно-разностные методы. В настоящее время наиболее перспективными являются методы конечных объемов, которые выражают, как и дифференциальные уравнения, законы сохранения массы, энергии и количества движения. Вначале расчетную область разбивают на контрольные объемы, и дифференциальные уравнения интегрируют по всем контрольным объемам. В результате получается система алгебраических уравнений (дискретный аналог). Выбор данного метода дискретизации обусловлен тем, что при его использовании точно выполняются интегральные законы сохранения таких величин как масса, количество движения, энергия в каждом контрольном объеме и для любой группы контрольных объемов и, следовательно, на всей расчетной области. То есть, если даже решается задача с использованием малого количества узлов (контрольных объемов), так как не всегда удастся использовать мощную вычислительную технику, все равно будет получено решение, которое удовлетворяет точным интегральным балансам во всей расчетной области. Таким образом, используя метод контрольного объема, будет получено физически оправданное решение, которое будет удовлетворять основным законам сохранения в силу использованного метода построения дискретного аналога для дифференциальных уравнений. В результате дискретизации дифференциальной задачи получаем системы сеточных уравнений для каждого дифференциального уравнения. Причем матрица системы является семидиагональной для трехмерного случая (пятидиагональной - для двумерного и трехдиагональной для одномерного случая). В одномерном случае для получения численного решения используется общеизвестный метод прогонки [6]. Для разрешения полученных систем алгебраических уравнений в двумерном (трехмерном) случае используем метод переменных направлений *ADI* или метод *SIP* [6].

При получении численного решения используется алгоритм расчета поля течения *SIMPLE* описанный в [6]. Перечислим порядок выполнения основных операций.

- 1). Задание приближенного поля давления p^* .
- 2). Решение уравнений движения для получения компонентов скорости v_i .
- 3). Решение уравнения для поправки давления p' .
- 4). Расчет поля давления по формуле $p = p^* + \alpha p'$. α - итерационный параметр. В соответствии с [6] рекомендуемое значение $\alpha = 0.8$. Однако на практике для осуществления процесса сходимости итераций значение α снижалось до 0.1.
- 5). Расчет компонент скорости по формулам [6].
- 6). Решение дискретных аналогов для других скалярных функций Φ , таких как температура T , c_α (концентрация компонентов), и т.д.
- 7). Задание полученного поля давления p как нового p^* , переход к пункту 2 и повторение всей процедуры пока не будет получено сходящееся решение. Проверка сходимости проводится по всем функциям.

Практическая проверка устойчивости и сходимости проводится путем изменения размеров контрольных объемов и шага по времени Δt с помощью метода пробных функций, то есть когда заранее известно решение.

Далее проводятся серийные расчеты для решения поставленной в курсовой работе задачи. Результаты расчетов визуализируются. Например, с помощью MATLAB. Для проверки адекватности математической модели изучаемому процессу и правильности работы программы, полученные результаты сравниваются с экспериментальными данными или известными (например, опубликованными ранее в печати) результатами.

Курсовая работа может быть выполнена также с использованием программного обеспечения PHOENICS [7]. Методика использования данного программного продукта представлена в [7,8].

Защита курсового проекта (курсовой работы)

К защите курсового проекта (курсовой работы) студенту необходимо подготовить презентацию.

Требования к презентации

- презентация должна раскрывать все аспекты выбранной темы;
- продолжительность презентации: 5–10 минут;
- показ слайда должен сопровождаться комментариями выступающего;
- среднее время, отводимое на один слайд не менее 40 секунд;
- формат презентации: по выбору;
- оставлять за кадром всю несущественную информацию;

- обязательно указывать первоисточник информации: результаты маркетинговых исследований, отзывы экспертов, материалы в СМИ, книги, выступления компетентных лиц и экспертов и т.д.
- Студент должен помнить, что если он не сможет ответить на вопрос о том, откуда получена та или иная информация, это поставит под сомнение его компетентность как специалиста и вызовет законное недоверие к информации.
- Студент должен быть готов подтвердить и обосновать свои выводы или показатели, сделанные и рассчитанные на основе анализа имеющихся данных.

Примерная структура и содержание презентации

1 слайд (титульный). Тема, институт, факультет, № группы, ФИО Выступающего.

2-3 слайд. Проблема: актуальность, цель, задачи.

4 слайд. Методы и данные.

5-6 слайд. Задачи исследования.

7-8 слайд. Фотографии, схемы, таблицы, графики, иллюстрирующие проведенную работу и подводящие к выводу по первому вопросу.

9-10 слайд. Решение второй задачи исследования.

11 слайд. Решение третьей задачи исследования.

12 слайд. Обоснование достигнутой цели.

13 слайд. Практический выход полученных результатов.

14 слайд. Заключение или выводы по теме.

15 слайд. Заключительный слайд.

«Спасибо за внимание» или повторение первого слайда в конце презентации, поскольку это дает возможность еще раз напомнить слушателям тему выступления и имя докладчика и либо перейти к вопросам, либо завершить выступление.

Дизайн и оформление

- PowerPoint, PREZI.
- объем текста на слайде – не больше 7 строк;
- маркированный/нумерованный список содержит не более 7 элементов;
- отсутствуют знаки пунктуации в конце строк в маркированных и нумерованных списках;
- значимая информация выделяется с помощью цвета, кегля, эффектов анимации;
- выбранные средства визуализации информации (таблицы, схемы, графики и т.д.) соответствуют содержанию;
- использовать только иллюстрации хорошего качества (высокого разрешения), с четким изображением;

- максимальное количество графической информации на одном слайде – 2 рисунка (фотографии, схемы и т.д.) с текстовыми комментариями (не более 2 строк к каждому);
- наиболее важная информация должна располагаться в центре экрана;
- использовать один и тот же шаблон оформления, для всех слайдов; кегль – для заголовков – не меньше 24 пунктов;
- для информации – не менее 18 пунктов;
- в презентациях не принято ставить переносы в словах.
- табличная информация вставляется в материалы как таблица текстового процессора MS Word или табличного процессора MS Excel.
- диаграммы готовятся с использованием мастера диаграмм табличного процессора MS Excel. Образец оформления раздела.

Задания на выполнение курсовых работ

1. Исследование влияния скорости ветра и влагосодержания лесных горючих материалов на скорость распространения верховых лесных пожаров

Исследовать зависимость скорости распространения верхового лесного пожара от влагосодержания лесных горючих материалов (ЛГМ) и скорости ветра, то есть задавая влагосодержание ЛГМ (0.6, 0.7, 0.8, 0.9) произвести расчеты для различных скоростей ветра от 1 м/с до 10 м/с с шагом 1 м/с. Нарисовать графики для данных зависимостей. Нарисовать с помощью MATLAB распределения линий равного уровня (изолиний) температуры, концентраций кислорода и летучих горючих продуктов пиролиза для трех случаев 3 м/с, 5 м/с и 10 м/с для различных расстояний от начала распространения. Задание должно содержать физическую постановку задачи, математическую постановку, метод решения, результаты и выводы.

2. Исследование влияния скорости ветра и запаса лесных горючих материалов на скорость распространения верховых лесных пожаров

Исследовать зависимость скорости распространения верхового лесного пожара от запаса лесных горючих материалов (ЛГМ) и скорости ветра, то есть задавая запас ЛГМ (0.1, 0.2, 0.3, 0.4) произвести расчеты для различных скоростей ветра от 1 м/с до 10 м/с с шагом 1 м/с. Нарисовать графики для данных зависимостей. Нарисовать с помощью MATLAB распределения линий равного уровня (изолиний) температуры, концентраций кислорода и летучих горючих продук-

тов пиролиза для трех случаев 5 м/с, 7 м/с и 9 м/с для различных расстояний от начала распространения. Задание должно содержать физическую постановку задачи, математическую постановку, метод решения, результаты и выводы.

3. Изучение зависимости скорости распространения верховых лесных пожаров от скорости ветра и высоты деревьев

Исследовать зависимость скорости распространения верхового лесного пожара от высоты деревьев и скорости ветра, то есть, задавая высоты деревьев (3,5, 7, 10 метров) произвести расчеты для различных скоростей ветра от 1 м/с до 10 м/с с шагом 1 м/с. Нарисовать графики для данных зависимостей. Нарисовать с помощью MATLAB распределения линий равного уровня(изолиний) температуры, концентраций кислорода и летучих горючих продуктов пиролиза для трех случаев 4 м/с, 6 м/с и 8 м/с для различных расстояний от начала распространения. Задание должно содержать физическую постановку задачи, математическую постановку, метод решения, результаты и выводы.

4. Исследование влияния запаса и влагосодержания лесных горючих материалов на скорость распространения верховых лесных пожаров

Исследовать зависимость скорости распространения верхового лесного пожара от влагосодержания лесных горючих материалов(ЛГМ) и запаса ЛГМ, то есть задавая влагосодержание ЛГМ (0.6, 0.7, 0.8, 0.9) произвести расчеты для различных запасов от 0.2 кг/м³ до 0.8 кг/м³ с шагом 0.2. Нарисовать графики для данных зависимостей. Нарисовать с помощью MATLAB распределения линий равного уровня(изолиний) температуры, концентраций кислорода и летучих горючих продуктов пиролиза для трех случаев от 0.2 кг/м³, 0.4 и 0.6 кг/м³ для различных расстояний от начала распространения. Задание должно содержать физическую постановку задачи, математическую постановку, метод решения, результаты и выводы.

5. Исследование влияния высоты полога леса и влагосодержания лесных горючих материалов на скорость распространения верховых лесных пожаров

Исследовать зависимость скорости распространения верхового лесного пожара от высоты полога леса и влагосодержания лесных

горючих материалов (ЛГМ), то есть задавая высоту деревьев (2, 4, 6, 8, 10 м) произвести расчеты для различных влагосодержаний ЛГМ (0.4, 0.5, 0.6, 0.7). Нарисовать графики для данных зависимостей. Нарисовать с помощью MATLAB распределения линий равного уровня (изолиний) температуры, концентраций кислорода и летучих горючих продуктов пиролиза для трех случаев от высот деревьев (2, 6, 10 м) для различных расстояний от начала распространения. Задание должно содержать физическую постановку задачи, математическую постановку, метод решения, результаты и выводы.

6. Исследование влияния запаса лесных горючих материалов и высот полога леса на скорость распространения верховых лесных пожаров

Исследовать зависимость скорости распространения верхового лесного пожара от высоты деревьев и запаса лесных горючих материалов (ЛГМ), то есть, задавая высоту полога леса (2, 4, 6, 8, 10 м) произвести расчеты для различных запасов ЛГМ (0.2, 0.4, 0.6, 0.7, 0.8). Нарисовать графики для данных зависимостей. Нарисовать с помощью MATLAB распределения линий равного уровня (изолиний) температуры, концентраций кислорода и летучих горючих продуктов пиролиза для трех случаев скоростей ветра (2, 6, 10 м/с) для различных расстояний от начала распространения. Задание должно содержать физическую постановку задачи, математическую постановку, метод решения, результаты и выводы.

7. Исследование влияния запаса и влагосодержания лесных горючих материалов на размер зоны зажигания при разрыве магистрального трубопровода

Исследовать зависимость размеров зоны зажигания от влагосодержания и запаса лесных горючих материалов (ЛГМ) при разрыве трубопровода, то есть, задавая запас ЛГМ (0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6 кг/м³) произвести расчеты для различного влагосодержания ЛГМ (0.2, 0.4, 0.6, 0.8). Количество вытекшего топлива 40 т. Нарисовать графики для данных зависимостей. Нарисовать с помощью MATLAB распределения линий равного уровня (изолиний) температуры, концентраций кислорода и летучих горючих продуктов пиролиза для трех для различных расстояний от эпицентра. Задание должно содержать физическую постановку задачи, математическую постановку, метод решения, результаты и выводы.

8. Исследование влияния высоты деревьев и влагосодержания лесных горючих материалов на размер зоны зажигания при разрыве магистрального трубопровода

Исследовать зависимость размеров зоны зажигания от влагосодержания лесных горючих материалов (ЛГМ) и высоты деревьев при разрыве трубопровода, то есть, задавая влагосодержание ЛГМ (0.2, 0.4, 0.6, 0.8) произвести расчеты для различных высот деревьев (2, 4, 6, 8, 10 м). Количество вытекшего топлива 40 т. Нарисовать графики для данных зависимостей. Нарисовать с помощью MATLAB распределения линий равного уровня (изолиний) температуры, концентраций кислорода и летучих горючих продуктов пиролиза для трех для различных расстояний от эпицентра. Задание должно содержать физическую постановку задачи, математическую постановку, метод решения, результаты и выводы.

9. Исследование влияния высоты деревьев и запаса лесных горючих материалов на размер зоны зажигания при разрыве магистрального трубопровода

Исследовать зависимость размеров зоны зажигания от запаса ЛГМ и высоты деревьев при разрыве трубопровода, то есть, задавая запас ЛГМ (0.2, 0.4, 0.6, 0.8) произвести расчеты для различных высот деревьев (2, 4, 6, 8, 10 м). Количество вытекшего топлива 40 т. Нарисовать графики для данных зависимостей. Нарисовать с помощью MATLAB распределения линий равного уровня (изолиний) температуры, концентраций кислорода и летучих горючих продуктов пиролиза для трех для различных расстояний от эпицентра. Задание должно содержать физическую постановку задачи, математическую постановку, метод решения, результаты и выводы.

10 Исследование влияния запаса лесных горючих материалов и количества розлитого горючего на размер зоны зажигания при разрыве магистрального трубопровода

Исследовать зависимость размеров зоны зажигания от количества розлитого горючего и запаса лесных горючих материалов (ЛГМ) при разрыве трубопровода, то есть, задавая запас ЛГМ (0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6 кг/м³) произвести расчеты для различного количества вытекшего топлива (10, 20, 40 и 60 т). Нарисовать графики для данных зависимостей. Нарисовать с помощью MATLAB распределения линий равного уровня (изолиний) температуры, концентраций кислорода и летучих горючих продуктов пиролиза для трех для раз-

личных расстояний от эпицентра . Задание должно содержать физическую постановку задачи, математическую постановку, метод решения, результаты и выводы.

11 Исследование влияния влагосодержания лесных горючих материалов и количества розлитого горючего на размер зоны зажигания при разрыве магистрального трубопровода

Исследовать зависимость размеров зоны зажигания от количества розлитого горючего и влагосодержания лесных горючих материалов (ЛГМ) при разрыве трубопровода, то есть, задавая влагосодержание ЛГМ(0.2, 0.4, 0.6, 0.8) произвести расчеты для различного количества вытекшего топлива (10, 20,40 и 60 т). Нарисовать графики для данных зависимостей. Нарисовать с помощью MATLAB распределения линий равного уровня(изолиний) температуры, концентраций кислорода и летучих горючих продуктов пиролиза для трех для различных расстояний от эпицентра . Задание должно содержать физическую постановку задачи, математическую постановку, метод решения, результаты и выводы.

12. Исследование влияния высоты деревьев и количества розлитого горючего на размер зоны зажигания при разрыве магистрального трубопровода

Исследовать зависимость размеров зоны зажигания от количества розлитого горючего и высоты деревьев при разрыве трубопровода, то есть, задавая различные высоты деревьев(2, 4, 6, 8, 10 м) произвести расчеты для различного количества вытекшего топлива (10, 20,40 и 60 т). Нарисовать графики для данных зависимостей. Нарисовать с помощью MATLAB распределения линий равного уровня(изолиний) температуры, концентраций кислорода и летучих горючих продуктов пиролиза для трех для различных расстояний от эпицентра . Задание должно содержать физическую постановку задачи, математическую постановку, метод решения, результаты и выводы.

13. Исследование влияния влагосодержания лесных горючих материалов и скорости ветра на ширину противопожарного разрыва для верховых лесных пожара

Исследовать зависимость размеров противопожарного разрыва от скорости ветра и влагосодержания лесных горючих материалов(ЛГМ), то есть задавая скорость ветра (от 3 до 10 м/с) произвести расчеты для различных влагосодержаний ЛГМ(0.2, 0.4, 0.6). Определить минимальные размеры разрыва, когда пожар не пре-

одолевать его. Нарисовать графики для данных зависимостей. Разрыв бесконечен по оси x_2 . Нарисовать с помощью MATLAB распределения линий равного уровня(изолиний) температуры, концентраций кислорода и летучих горючих продуктов пиролиза для распределений функций при подходе к разрыву, переходе через него и дальнейшее распространений. А также случай, когда пожар подходит к разрыву, но не переходит через него. Задание должно содержать физическую постановку задачи, математическую постановку, метод решения, результаты и выводы.

14. Исследование влияния запаса лесных горючих материалов и скорости ветра на ширину противопожарного разрыва для верховых лесных пожара

Исследовать зависимость размеров противопожарного разрыва от скорости ветра и запаса лесных горючих материалов(ЛГМ), то есть задавая скорость ветра (от 3 до 10 м/с) произвести расчеты для различных запасов ЛГМ(0.2, 0.4, 0.5, 0.6 кг/м³). Определить минимальные размеры разрыва, когда пожар не преодолевает его. Нарисовать графики для данных зависимостей. Разрыв конечен по оси x_2 . Нарисовать с помощью MATLAB распределения линий равного уровня(изолиний) температуры, концентраций кислорода и летучих горючих продуктов пиролиза для распределений функций при подходе к разрыву, переходе через него и дальнейшее распространений. А также случай когда пожар подходит к разрыву , но не переходит через него. Задание должно содержать физическую постановку задачи, математическую постановку, метод решения, результаты и выводы.

15. Исследование влияния высоты деревьев и скорости ветра на ширину противопожарного разрыва для верховых лесных пожара

Исследовать зависимость размеров противопожарного разрыва от скорости ветра и высоты деревьев, то есть, задавая скорость ветра (от 3 до 10 м/с) произвести расчеты для различных высот деревьев (2, 4, 6, 8, 10 м). Определить минимальные размеры разрыва, когда пожар не преодолевает его. Нарисовать графики для данных зависимостей. Разрыв бесконечен по оси x_2 . Нарисовать с помощью MATLAB распределения линий равного уровня(изолиний) температуры, концентраций кислорода и летучих горючих продуктов пиролиза для рас-

пределений функций при подходе к разрыву, переходе через него и дальнейшее распространений. А также случай, когда пожар подходит к разрыву, но не переходит через него. Задание должно содержать физическую постановку задачи, математическую постановку, метод решения, результаты и выводы.

18. Исследование влияния скорости ветра и интенсивности движения автотранспорта на загрязнение окружающей среды

Исследовать зависимость влияния скорости ветра и интенсивности движения автотранспорта на загрязнение окружающей среды, то есть, задавая скорость ветра (от 3 до 10 м/с) произвести расчеты концентрации загрязняющих примесей (CO , углеводороды, оксиды азота и т.д.) для различных интенсивностей движения транспортных средств (1000, 2000, 3000 автомобилей/час.). Определить максимальные расстояния от автодороги, на которых имеет место превышение ПДК. Нарисовать графики для данных зависимостей. Нарисовать с помощью MATLAB распределения линий равного уровня (изолиний) температуры, концентраций загрязняющих примесей и поля скорости. Задание должно содержать физическую постановку задачи, математическую постановку, метод решения, результаты и выводы.

6. ИТОГОВЫЙ КОНТРОЛЬ

6.1. Требования для сдачи зачета

После завершения изучения дисциплины студенты сдают зачет.

Для студентов, обучающихся по дистанционным технологиям, итоговый рейтинг определяется суммированием баллов текущей оценки в течение семестра и баллов итоговой аттестации в конце семестра по результатам экзамена. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам (60 – текущая оценка в семестре, 40 – итоговая аттестация в конце семестра, зачет).

Студент допускается к сдаче зачета, если он полностью выполнил учебный план и если его рейтинг в семестре более 33 баллов (более 55 %).

Для заочной формы обучения по классической модели аттестация в семестре не проводится. Допуск к зачету студенты получают при выполнении обязательной учебной работы в семестре (посещение лекций и лабораторных работ, выполнение индивидуального домашнего задания). Итоговый рейтинг определяется исходя из результатов промежуточной аттестации. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

6.2. Вопросы для подготовки к зачету

1. Предмет, методы и содержание курса.
2. Системный подход к решению сложных проблем в науке и технике.
3. Понятие системы. Классификация систем.
4. Свойства системы.
5. Управление системами.
6. Моделирование элементов сложных систем, условий и процессов их функционирования.
7. Взаимодействие системы с внешней средой.
8. Системный подход и системный анализ.
9. Методология системных исследований.
10. Анализ причинно-следственных связей (дерево событий, дерево происшествий, графы, т.п.).
11. Методы описания систем.
12. Метод экспертных оценок.
13. Основы моделирования систем.
14. Элементы теории подобия.
15. Классификация моделей. Этапы разработки моделей.
16. Декомпозиция и композиция моделей.

17. Модели: стационарные и нестационарные, детерминированные и стохастические, линейные и нелинейные, непрерывные и дискретные, распределенные и сосредоточенные.
18. Имитационное моделирование. Сущность имитационного моделирования.
19. Идентификация математических моделей.
20. Вычислительный эксперимент при моделировании систем.
21. Основные этапы математического моделирования.
22. Проверка адекватности математической модели. Обработка и анализ результатов моделирования систем.
23. Аналитические модели сложных систем.
24. Краевая задача. Математическое моделирование физических процессов.
25. Законы сохранения массы, импульса и энергии в математических моделях.
26. Математическое моделирование экологических процессов.
27. Математическое моделирование стохастических систем.
28. Приближенное решение систем дифференциальных уравнений в частных производных.
29. Математические модели гидрогазодинамики.
30. Движение сплошной среды и фундаментальные законы сохранения гидрогазодинамики.
31. Математическая модель однофазного многокомпонентного гидрогазодинамического течения.
32. Математическая модель многофазного гидрогазодинамического течения.
33. Понятие о турбулентности и осредненная по Фавру система уравнений гидрогазодинамики.
34. Метод расщепления по физическим процессам для численного решения системы уравнений гидрогазодинамики.
35. Метод конечного объема.
36. Решение систем линейных алгебраических уравнений (метод прогонки, SIP и др.).
37. Основные принципы и результаты математического моделирования различных катастроф (локальные, региональные и глобальные катастрофы).
38. Математические модели природных и техногенных катастроф.
39. Эколого–математический мониторинг потенциально опасных объектов.
40. Использование программного обеспечения PHOENICS для получения численного решения.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Литература обязательная

1. Белов П.Г. Системный анализ и моделирование опасных процессов в техносфере / П.Г. Белов – М.: Академия, 2003.
2. Анфилатов В.С. Системный анализ в управлении / Анфилатов В.С., А.А. Емельянов, А.А. Кукушкин. –М.: Финансы и статистика, 2009.
3. Перминов В.А. Математическое моделирование лесных пожаров: возникновение верховых и массовых лесных пожаров / В.А.Перминов.– Saarbrucken (Germany): Lambert Academic Publishing, 2011.
4. Кулешов А.А. Математические модели в естествознании и экологии: учебное пособие /А.А. Кулешов,- Обнинск: ИАТЭ НИЯУ МИФИ, 2011.
5. Шаптала В.Г. Основы моделирования чрезвычайных ситуаций: учебное пособие / В.Г.Шаптала, В.Ю.Радоуцкий, В.В. Шаптала. – Белгород, Изд-во БГТУ, 2010.
6. Патанкар С.В. Численные методы решения задач теплообмена и динамики вязкой жидкости / С.В. Патанкар. - М.: Энергоатомиздат, 1984.
7. Агранат В.М. Введение в **PHOENICS**: учебное пособие/ В.М.Агранат, В.А.Перминов, А.А. Шатохин. – Томск: Изд.-во ТПУ, 2014.
8. <http://www.cham.co.uk/>

7.2 Дополнительная литература

1. Белозерский Г.Н. Радиационная экология: учебник / Г.Н. Белозерский. – М.: Академия, 2008. – 384 с.
2. Гришин А.М. Математическое моделирование лесных пожаров и новые способы борьбы с ними / А.М. Гришин, - Новосибирск: Наука, 1997.
3. Трифонов К.И., Девясилов В.А. Физико-химические процессы в техносфере. – М.: ФОРУМ : ИНФРА-М, 2007.
4. Доррер Г.А. Динамика лесных пожаров . – Новосибирск: СО РАН, 2008.
5. Ямалов И.У. Моделирование процессов управления и принятия решений в условиях чрезвычайных ситуаций . – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2007.

6. Протасов В.Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России: Учебное и справочное пособие. – М.: Финансы и статистика, 1999. – 672 с.
7. В. Демьянов, Е. Савельева. - Геоestatистика. Теория и практика. М.:Наука, 2010, 327 с.
8. Фелленберг Г. Загрязнение природной среды. Введение в экологическую химию: Пер. с нем. – М.: Мир, 1997. – 232 с.
9. Ваганов П.А. Катастрофведение. СПб.: Изд-во СПбГУ. 2003. 124 с.
10. Grishin A.M., Perminov V.A. An ignition of forest massifs as a result of cosmic and technogenic catastrophes. //The Physics of burning and explosion, ("Combustion, Explosion and Shock Waves» in USA) 1996, V.32, N 2, P.18-30.
11. Perminov V. Mathematical modeling of environmental pollution by the action of motor transport. Advances in Scientific computing and Application, Science Press, Being/New York, 2004.-P.341-346.
12. Perminov V. Mathematical Model of Environmental Pollution by Motorcar in an Urban Area // Lecture Notes in Computer Science, 2005, Vol. 3516, p.139-142.

7.3. Интернет-ресурсы

<http://www.lib.tpu.ru/>

<http://www.vniipo.ru/>

<http://www.mchs.gov.ru>

<http://www.cham.co.uk/>

<http://www.green.tsu.ru/> – официальный сайт Департамента природных ресурсов Томской области;

<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.

**Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический
университет»
Институт неразрушающего контроля
Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности**

Контрольная работа
по дисциплине «Математическое моделирование процессов
в чрезвычайных ситуациях»

Проверил преподаватель:
профессор каф. ЭБЖ В.А. Перминов

Выполнил:
студент гр. номер группы, ФИО

Томск 2014 г.

Учебное издание

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Методические указания и индивидуальные задания

Составитель

Перминов Валерий Афанасьевич

Рецензент

*доктор химических наук,
профессор кафедры ЭБЖ ИНК
С.В. Романенко*

Компьютерная верстка М.А. Красильникова

Отпечатано в Издательстве ТПУ в полном соответствии
с качеством предоставленного оригинал макета

Подписано к печати 01.09.2014. Формат 60х84/16. Бумага «Снегурочка».

Печать XEROX. Усл.печ.л. 9,01. Уч.-изд.л. 8,16.

Заказ . Тираж 200 экз.



Национальный исследовательский Томский политехнический университет
Система менеджмента качества

Томского политехнического университета сертифицирована
NATIONAL QUALITY ASSURANCE по стандарту ISO 9001:2008



ИЗДАТЕЛЬСТВО  ТПУ. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
Тел./факс: 8(3822)56-35-35, www.tpu.ru