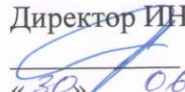


УТВЕРЖДАЮ

Директор ИНК

 В.Н. Борилов
«30» 06 2016 г.

**БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В
ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ**

Направление ООП: 20.03.01 «Техносферная безопасность»

Профиль подготовки: Защита в чрезвычайных ситуациях,

Квалификация: бакалавр

Базовый учебный план приема: 2016 г.

Курс: 3, семестр: 6

Количество кредитов: 3

Виды учебной деятельности	Временной ресурс
Лекции, ч	16
Практические занятия, ч	16
Лабораторные занятия, ч	16
Аудиторные занятия, ч	48
Самостоятельная работа, ч	60
ИТОГО, ч	108

Вид промежуточной аттестации: экзамен

Обеспечивающее подразделение: каф. ЭБЖ ИНК

Заведующий каф. ЭБЖ ИНК

 С.В. Романенко

Руководитель ООП

 Е.В. Ларионова

Преподаватель

 В.А. Перминов

2016 г.

1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части междисциплинарного профессионального модуля. Она непосредственно связана с другими дисциплинами естественнонаучного и математического цикла («Химия», «Математика»). Корреквизитами для дисциплины «Математическое моделирование процессов в чрезвычайных ситуациях» являются дисциплины «Теория горения и взрыва», «Спасательная техника и базовые машины».

1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к дисциплинам вариативной части междисциплинарного профессионального модуля. Дисциплине предшествует освоение дисциплин:

- Б1.БМ4.8 Физическая химия техносферы;
- Б1.БМ4.5 Теоретические основы процессов;
- Б1.БМ2.3 Математика 3.2.;
- Б1.БМ2.9 Физика 3.2.

Она непосредственно связана с этими дисциплинами естественнонаучного и математического цикла и опирается на освоенные при изучении данных дисциплин знания и умения. Корреквизитами для дисциплины являются:

- Б1.БМ5.2.3 Теория горения и взрыва;
- Б1.БМ5.2.5 Пожаровзрывозащита.

Для успешного освоения дисциплины студент должен

Знать

- а) основные закономерности протекания физико-химических процессов в окружающей среде;
- б) методы математического описание физических процессов;

уметь

- в) применять законы сохранения (массы, энергии, количества движения) для описания процессов в окружающей среде;

владеть

- г) методами математической обработки данных;
- д) методами применения математического аппарата для решения задач протекания физико - химических процессов.

2. 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.

В соответствии с требованиями ООП по направлению 20.03.01 «Техносферная безопасность» освоение дисциплины «Математическое

моделирование процессов в чрезвычайных ситуациях» направлено на формирование у студентов следующих компетенций (результатов обучения), в т. ч. в соответствии с образовательным стандартом ТПУ и ФГОС ВО:

Таблица 1

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
P2 (ОК-12, ОПК-1)	32.2	Основных алгоритмов типовых численных методов решения математических задач, один из языков программирования, структуры локальных и глобальных компьютерных сетей	У2.2	Использовать языки и системы программирования, работать с программными средствами общего назначения		
P5 (ПК-1, ПК-5, ПК-17, ПК-18)			У2.2	Использовать языки и системы программирования, работать с программными средствами общего назначения.	B.5.3	Основных алгоритмов типовых численных методов решения математических задач, один из языков программирования, структуры локальных и глобальных компьютерных сетей
	35.17	Методы и средства компьютерной графики	У5.6	Решать теоретические задачи, используя основные законы термодинамики, тепло- и массообмена и гидромеханики	B.5.8	Использовать современные средства машинной графики
	35..20	Методы моделирования процессов, являющихся источниками опасности в зависимости от профиля подготовки	У5.15	Применять методы и средства моделирования для прогнозирования и количественной оценки процессов, являющихся источниками опасности в		

				зависимости от профиля подготовки		
--	--	--	--	---	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

Раздел 1. Введение. Основные понятия и определения (2 часа).

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.

Практические занятия. (2 часа)

1. Основные понятия и определения.

Понятие системы. Основные понятия, характеризующие строение и функционирование систем. Системный подход и системный анализ. - **2 часа.**

Лабораторные работы

1. Получение дискретного аналога для краевой задачи. Разработка алгоритма численного решения математической модели (2 час.).
2. Составление компьютерной программы для численных расчетов(2 час.).

Раздел 2. Методология системных исследований (4 часа).

Определение границ системы, входных и выходных параметров. Анализ причинно-следственных связей (дерево событий, дерево происшествий, графы, орты т.п.). Методы описания систем. Количественные методы описания систем. Уровни описания систем. Высшие уровни описания систем. Низшие уровни описания систем. Кибернетический подход к описанию систем. Качественные методы системного анализа. Метод экспертных оценок. Разработка сценариев. Методы формализованного представления систем.

Практические занятия.(4 часа)

1. Методология системных исследований. – 2 часа.

Классификация моделей. Этапы разработки моделей. Анализ причинно-следственных связей (дерево событий, дерево происшествий, графы и т.п.). Методы описания систем.

2. Методология системных исследований. – 2 часа.

Метод экспертных оценок. Разработка сценариев. Методы формализованного представления систем.

Лабораторные работы.

1. Проведение компиляции и отладки компьютерной программы. (2 час.)
2. Тестирование компьютерной программы. Проведение численных расчетов (2 час.).

Раздел 3. Основы моделирования систем (4 часа).

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. Математическое моделирование стохастических систем. Приближенное решение систем дифференциальных уравнений в частных производных. Метод контрольного объема. Метод Эйлера и его модификации.

Практические занятия.(6 часов)

1. Основы моделирования систем. – 2 часа.

Поэтапная разработка математической модели. Проверка адекватности математической модели. Обработка и анализ результатов моделирования систем.

2. Основы моделирования систем. – 2 часа.

Приближенное решение систем дифференциальных уравнений в частных производных.

Лабораторные работы

1. Математическая модель возникновения и развития лесных и городских пожаров (2 час.).
2. Математическая модель загрязнения окружающей среды (2 часа).

Раздел 4 Моделирование нестационарных процессов (чрезвычайных ситуаций) (6 часов).

Математические модели гидрогазодинамики. Движение сплошной среды и фундаментальные законы сохранения гидрогазодинамики. Математическая модель однофазного многокомпонентного гидрогазодинамического течения.

Математическая модель многофазного гидрогазодинамического течения. 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.). Основные принципы и результаты математического моделирования различных катастроф (локальные, региональные и глобальные катастрофы). Математические модели некоторых природных и техногенных катастроф (радиоактивное загрязнение, сейсмическая опасность (опасность землетрясений), космическая или метеорная опасность, 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.

Практические занятия (6 часов).

- 1. Математическое моделирование природных и техногенных катастроф. – 2 часа.**
- 2. Моделирование нестационарных процессов. – 2 часа.**
- 3. Численные методы решения математических моделей. – 2 часа.**

Лабораторные работы

1. Математическая модель распространения радиоактивного загрязнения (2 час.).
2. Математическая модель метеорной опасности (2 час.).

Таблица 2

Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Результат	Номер раздела (-ов), при изучении которого достигается результат
РД1	применять методы системного анализа и математического моделирования при исследовании задач естествознания, техники и процессов в ЧС.	Раздел 1 – Раздел 2
РД2	знать основные принципы и возможности математического моделирования и уметь применять методы постановки задач и проведения модельного эксперимента.	Раздел 3
РД3	уметь практически применять методы численного моделирования для решения различных задач и интерпретировать результаты численного моделирования на практике.	Раздел 4

4. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

4.1. *Виды и формы самостоятельной работы*

Самостоятельная работа студентов включает текущую и творческую проблемно-ориентированную самостоятельную работу (ТСР).

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 практическим и лабораторным занятиям;
- подготовке к контрольным работам и э.

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 семестра обязан:

- е) 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;
- ж) выполнить индивидуальные расчетно-графические работы.

4.2 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 одноклассников.

5. Средства текущей и промежуточной оценки качества освоения дисциплины (фонд оценочных средств)

Оценка качества освоения дисциплины производится по результатам следующих контролирующих мероприятий:

Контролирующие мероприятия	Результаты обучения по дисциплине
Устный опрос всех студентов на практических занятиях для выявления знания и понимания теоретического материала дисциплины	РД1–3
Анализ и обсуждения подготовленных студентами творческих работ	РД3
Индивидуальные домашние задания Контрольные работы	РД1 – РД3
Итоговая зачетная работа	РД1–3

Оценка текущей успеваемости и итоговой аттестации студентов осуществляется по результатам:

- устного опроса всех студентов на практических занятиях для выявления знания и понимания теоретического материала дисциплины;
- анализа и обсуждения подготовленных студентами рефератов и докладов;
- самостоятельного выполнения индивидуальных заданий;
- выполнения контрольных работ;
- итоговой зачетной работы;

Текущий и рубежный контроль проводится в виде контрольных работ и коллоквиумов. Итоговой контроль (экзамен) проводится в письменной и устной форме.

Для оценки качества знаний во время текущей и итоговой аттестации подготовлен банк контролирующих материалов, который включает около 250 вопросов на единственный и множественный ответ по всем модулям дисциплины. Кроме того в билеты контрольных работ, зачетные билеты обязательно включаются расчетные задачи.

Примеры вопросов для оценки теоретических знаний студентов:

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 некоторых природных и техногенных катастроф .

39. Эколого–математический мониторинг потенциально опасных объектов.

6. Рейтинг качества освоения модуля (дисциплины)

Оценка качества освоения дисциплины в ходе текущей и промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в соответствии с «Положением о проведении текущего оценивания и промежуточной аттестации в ТПУ», утвержденными приказом ректора № 88/од от 27.12.2013 г.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины **Основная литература**

1. Белов, Петр Григорьевич. Управление рисками, системный анализ и моделирование : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / П. Г. Белов; Российский государственный технологический университет имени К. Э. Циолковского (МАТИ). — Москва: Юрайт, 2014. — 729 с.: ил.. — Бакалавр - Магистр. Академический курс. — Библиогр.: с. 726-728.. — ISBN 978-5-9916-3807-4.
2. Ямалов, Ильдар Уралович. Моделирование процессов управления и принятия решений в условиях чрезвычайных ситуаций / И. У. Ямалов. — Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. — 288 с.: ил.. — Библиогр.: с. 277-288.. — ISBN 978-5-93208-193-8.
3. Волкова, Виолетта Николаевна. Теория систем и системный анализ [Электронный ресурс] : учебник для бакалавров / В. Н. Волкова, А. А. Денисов. — 2-е изд., перераб. и доп.. — Мультимедиа ресурсы (10 директорий; 100 файлов; 740MB). — Москва: Юрайт, 2013. — 1 Мультимедиа CD-ROM. — Электронные учебники издательства "Юрайт". — Бакалавр. Углубленный курс. — Электронная копия печатного издания. — Библиогр.: с. 610-616. — Предметный указатель: с. 600-606. — Именной указатель: с. 607-609. — Системные требования: Pentium 100 MHz, 16 Mb RAM, Windows 95/98/NT/2000, CDROM, SVGA, звуковая карта, Internet Explorer 5.0 и выше.. — ISBN 978-5-9916-2544-9.
Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/FN/fn-26.pdf>.
4. Шаптала В.Г. Основы моделирования чрезвычайных ситуаций: учебное пособие /В.Г.Шаптала, В.Ю.Радоуцкий, В.Г.Шаптала.- Белгород: Изд-во БГТУ, 2010.
5. Анфилатов В.С. Системный анализ в управлении / Анфилатов В.С., А.А. Емельянов, А.А. Кукушкин,. —М.: Финансы и статистика, 2009.
6. Кулешов А.А. Математические модели в естествознании и экологии: учебное пособие / А.А. Кулешов,- Обнинск: ИАТЭ НИЯУ МИФИ, 2011.
7. Патанкар С.В. Численные методы решения задач теплообмена и динамики вязкой жидкости / С.В. Патанкар. - М.: Энергоатомиздат, 1984.
8. Гришин А.М. Математическое моделирование лесных пожаров и новые способы борьбы с ними / А.М. Гришин, - Новосибирск: Наука, 1997.

Дополнительная литература

1. Белозерский, Геннадий Николаевич. Радиационная экология : учебник / Г. Н. Белозерский. — Москва: Академия, 2008. — 384 с.: ил.. — Высшее профессиональное образование. Естественные науки. — Список литературы: с. 379-380.. — ISBN 978-5-7695-3962-6
2. Доррер Г.А. Динамика лесных пожаров . — Новосибирск: СО РАН, 2008.
3. Протасов В.Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России: Учебное и справочное пособие. — М.: Финансы и статистика, 1999. — 672 с.
4. В. Демьянов, Е. Савельева. - Геостатистика. Теория и практика. М.:Наука, 2010, 327 с.
5. Фелленберг Г. Загрязнение природной среды. Введение в экологическую химию: Пер. с нем. — М.: Мир, 1997. — 232 с.
6. Ваганов П.А. Катастрофведение. СПб.: Изд-во СПбГУ. 2003. 124 с.
7. Трифонов, Константин Иванович. Физико-химические процессы в техносфере : учебник / К. И. Трифонов, В. А. Девисилов. — Москва: Форум Инфра-М, 2011. — 240 с.: ил.. — Библиогр.: с. 224-225.. — ISBN 5-91134-081-X. — ISBN 5-16-00-2822-6.
8. Анфилов, Владимир Семенович. Системный анализ в управлении : учебное пособие / В. С. Анфилов, А. А. Емельянов, , А. А. Кукушкин; Под ред. А. А. Емельянова. — Москва: Финансы и статистика, 2009. — 368 с.: ил.. — Библиогр.: с. 340-341. — Предм. указ.: с. 353 -355.. — ISBN 978-5-279-02435-3.
9. Фелленберг, Гюнтер. Загрязнение природной среды. Введение в экологическую химию : пер. с нем. / Г. Фелленберг. — Москва: Мир, 1997. — 232 с.: ил.. — Литература: с. 227-229.. — ISBN 5-03-002857-9.
- 10.Протасов, Виталий Федорович. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России : учебное и справочное пособие для вузов / В. Ф. Протасов. — 3-е изд.. — Москва: Финансы и статистика, 2001. — 672 с.: ил.. — Библиогр.: с. 663-666. — экологические термины и понятия: с. 647-662.. — ISBN 5-279-02462-7.
- 11.Белов, Петр Григорьевич. Управление рисками, системный анализ и моделирование : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / П. Г. Белов; Российский государственный технологический университет имени К. Э. Циолковского (МАТИ). — Москва: Юрайт, 2014. — 729 с.: ил.. — Бакалавр - Магистр. Академический курс. — Библиогр.: с. 726-728.. — ISBN 978-5-9916-3807-4.

Интернет-ресурсы

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

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

<http://www.zaroved.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.

Периодических изданиях по горению и взрывам, математическому моделированию, пожарной безопасности и экологии:

Пожарная безопасность. – Научно-технический журнал.

Физика горения и взрыва – Научно-технический журнал.

Геоэкология. – Научно-популярный журнал.

Природа. – Научно-популярный журнал.

Инженерная экология. – Научно-популярный журнал.

Сибирский экологический журнал. – Научно-популярный журнал.

Безопасность окружающей среды. – Международный журнал.

Земля и Вселенная. – Научно-популярный журнал.

Экология и жизнь. – Научно-популярный журнал.

Экология и промышленность России – Научно-популярный журнал.

Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. – Обзорная информация ВИНТИ.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

При изучении основных разделов дисциплины используются учебная и учебно-методическая литература, имеющаяся в библиотеке и разработанная на кафедре.

№ п/п	Наименование (компьютерные классы, учебные лаборатории, оборудование)	Корпус, ауд., количество установок
1	Аудитория для лекционных занятий компьютер 1 шт, проектор 1 шт	ул. Усова 7, ауд. 325
2	Компьютерный класс, Компьютеры –10 шт. ПО: MatLab	ул. Усова 7, корпус № 8, ауд. 119, 120, 121

Программа составлена на основе образовательного стандарта ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС ВО по ООП 20.03.01 «Техносферная безопасность» и профилю подготовки «Защита в чрезвычайных ситуациях».

Программа одобрена на заседании кафедры ЭБЖ
(протокол № 11 от 28.05.2016г.).

Автор

д.ф.-м.н., профессор каф. ЭБЖ В.А.Перминов

Рецензент д.х.н., зав. каф. ЭБЖ С.В. Романенко