МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИШНКБ
_____Седнев Д.А.
«30» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2017 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ заочная

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Направление подготовки/ специальность	20.03.01 Техносферная безопасность		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Техносферная безопасность		
Специализация	Защита в чрезвычайных ситуациях		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	4	семестр	8
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		**8**
	Практические занятия		**4**
	Лабораторные занятия		**6**
	ВСЕГО		**18**
Самостоятельная работа, ч			**90**
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)			
ИТОГО, ч			**108**

Вид промежуточной аттестации	**Экзамен**	Обеспечивающее подразделение	**ОКД ИШНКБ**

Заведующий кафедрой - руководитель отделения на правах кафедры отделения контроля и диагностики		Суржиков А.П.
Руководитель ООП	Автор	Вторушина А.Н.
Преподаватель		Перминов В.А.

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 6. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Результаты освоения ООП	Составляющие результатов обучения	
			Код	Наименование
ПК(У)-11	способностью организовать, планировать и реализовать работу исполнителей по решению практических задач обеспечения безопасности человека и окружающей среды	Р7	ПК(У)-11.В2	Владения опытом использования экспериментальных данных для валидации математических моделей процессов в чрезвычайных ситуациях
			ПК(У)-11.У2	Умение использовать методы математического моделирования для исследования производственных и природно-техногенных систем и процессов в чрезвычайных ситуациях
			ПК(У)-11.З2	Знание принципов и методов математического моделирования, особенностей его применения при исследовании процессов в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного происхождения
ПК(У)-15	способностью проводить измерения уровней опасностей в среде обитания, обрабатывать полученные результаты, составлять прогнозы возможного развития ситуации	Р8	ПК(У)-15.В3	Основными алгоритмами типовых численных методов решения математических задач по прогнозированию и количественной оценке процессов, являющихся источниками опасности
			ПК(У)-15.У3	Применять методы и средства моделирования для прогнозирования и количественной оценки процессов, являющихся источниками опасности
			ПК(У)-15.З3	Знание современных методов программирования и численного решения задач математического моделирования процессов, являющихся источниками опасности
ОПК(У)-1	способностью учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	Р2, Р5	ОПК(У)-1.В16	Методами поиска и обмена информацией в глобальных и локальных компьютерных сетях, техническими и программными средствами защиты информации при работе с компьютерными системами, включая приемы антивирусной защиты
			ОПК(У)-1.У16	Использовать современное программное обеспечение для обработки текстовой, численной и графической информации, публичного представления информации
			ОПК(У)-1.З16	Знает информационные технологии подготовки и представления информации в процессе публичного выступления

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Вариативного междисциплинарного профессионального модуля Блока 1 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Компетенция
Код	Наименование	
РД 1	применять методы системного анализа и математического моделирования при исследовании задач естествознания, техники и процессов в ЧС	(ПК(У)-15), ОПК(У)-1.В16

РД 2	знать основные принципы и возможности математического моделирования и уметь применять методы постановки задач и проведения модельного эксперимента с помощью современного программного обеспечения.	(ПК(У)-15), ОПК(У)-1.У16
РД 3	уметь практически применять методы численного моделирования для решения различных задач и интерпретировать результаты численного моделирования на практике	(ПК(У)-11), ОПК(У)-1.У16, ОПК(У)-1.З16

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел 1. Введение. Основные понятия и определения	РД1	Лекции	**2**
		Практические занятия	
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	**10**
Раздел 2. Методология системных исследований	РД1, РД2	Лекции	
		Практические занятия	
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	**10**
Раздел 3. Основы моделирования систем	РД1, РД2	Лекции	
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	**10**
Раздел 4 Численные методы в задачах математического моделирования	РД2, РД3	Лекции	**2**
		Практические занятия	**2**
		Лабораторные занятия	**2**
		Самостоятельная работа	**12**
Раздел 5. Математическое моделирование физических процессов	РД1, РД3	Лекции	**2**
		Практические занятия	
		Лабораторные занятия	**2**
		Самостоятельная работа	**12**
Раздел 6. Математические модели чрезвычайных ситуаций	РД1, РД2	Лекции	**2**
		Практические занятия	
		Лабораторные занятия	**2**
		Самостоятельная работа	**12**
Раздел 7. Программное обеспечение для моделирования процессов при чрезвычайных ситуациях.	РД1, РД2, РД3	Лекции	
		Практические занятия	
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	**12**
Раздел 8 Прикладные программы для моделирования процессов в чрезвычайных ситуациях	РД1, РД2, РД3	Лекции	
		Практические занятия	
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	**12**

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Введение. *Основные понятия и 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.

Темы лекций:

1. Введение. Общая характеристика процесса моделирования. Системы.

Раздел 2. ***Методология системного анализа***

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

Раздел 3. Основы моделирования систем.

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.

Темы практических занятий:

1. Основные этапы математического моделирования. Методы математического моделирования.

Раздел 4. Численные методы в задачах математического моделирования

Численные методы при решении задач. Численное дифференцирование и интегрирование. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Конечно-разностные методы. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Численные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных. Метод конечных объемов. Метод расщепления по физическим процессам для численного решения системы уравнений гидрогазодинамики. Решение систем линейных алгебраических уравнений (метод прогонки, SIP и др.).

Темы лекций:

1. Численные методы решения дифференциальных уравнений.

Темы практических занятий:

1. Получение дискретных аналогов. Разработка алгоритма решения двумерных и одномерных задач.

Названия лабораторных работ:

1. Составление компьютерных программ для численного решения нестационарной задачи.

Раздел 5. Математическое моделирование физических процессов

Теория подобия. Критерии подобия Рейнольдса, Нуссельта, Прандтля и Грасгофа. Уравнение баланса массы. Уравнение баланса вещества и тепловой энергии. Уравнение баланса количества движения. Уравнение Навье-Стокса. Математическое моделирование процессов возникновения и распространения горения. Подобие процессов массопереноса и теплопередачи. Законы Фурье и Фика. Уравнения конвективного переноса тепла и вещества. Свободная и вынужденная конвекция. Ламинарное и турбулентное течение жидкости (газа). Коэффициенты тепло- и массопереноса.

Темы лекций:

1.Математические модели физических процессов.

Названия лабораторных работ:

1. Разработка программы расчета загрязнения окружающей среды от заданного источника.

Раздел 6. Математические модели чрезвычайных ситуаций.

Математические модели загрязнения окружающей среды в результате выброса и распространения загрязняющих веществ в атмосфере и водной среде. Математические модели процессов возникновения и распространения природных и городских пожаров. Математические модели прогнозирования наводнений.

Темы лекций:

1.Математическая модель загрязнения окружающей среды.

Названия лабораторных работ:

1. Разработка программы расчета зажигания растительности от заданного источника излучения.

Раздел 7. Программное обеспечение для моделирования процессов при чрезвычайных ситуациях.

Компьютерные программы для численного решения задач загрязнения окружающей среды, процессов горения и взрывов. Структура программ. Использование для решения задач описания процессов в чрезвычайных ситуациях. (PHOENICS, FLUENT, ANSYS и др.).

Раздел 8. Прикладные программы для моделирования процессов в чрезвычайных ситуациях.

Расчетные и информационные модели. Структура. Программы для расчета риска аварийных ситуаций. Программы для расчета загрязнения окружающей среды нефтепродуктами. Программы для расчета загрязнения окружающей среды опасными химическими веществами. Использование информационных моделей при чрезвычайных ситуациях.

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Выполнение домашних заданий;
- Подготовка к практическим занятиям;
- Исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к контрольным работам и экзамену.

Оценочные мероприятия текущего контроля по разделам и видам учебной деятельности приведены в Приложении «Календарный рейтинг-план изучения дисциплины (модуля)».

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1.Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Волкова В. Н. Теория систем и системный анализ: учебник для бакалавров / В. Н. Волкова, А. А. Денисов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Юрайт, 2013. — URL: http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/FN/fn-26.pdf (дата обращения: 28.02.2019). – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. – Текст: электронный.
2. Математическое моделирование гидродинамики и теплообмена в движущихся жидкостях: учебное пособие / И.В. Кудинов, В.А. Кудинов, А.В. Еремин, С.В. Колесников; под редакцией Э.М. Карташова. — Санкт-Петербург: Лань, 2015. — 208 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/56168 дата обращения: 28.02.2019). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.
3. Плохотников, К. Э. Вычислительные методы. Теория и практика в среде MATLAB: курс лекций: учебное пособие для вузов / К.Э. Плохотников. - 2-е изд., исправ. - Москва : Гор. линия-Телеком, 2013. - 496 с.: ил.;. - Текст: электронный. - URL: https://new.znanium.com/catalog/product/431384 (дата обращения: 28.02.2019). – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.

.

Дополнительная литература

1. Горение и взрыв : научный журнал / «Центр импульсно-детонационного горения». — Москва: Торус Пресс, 2016-. — Издается с 2008 г. — 4 номера в год. — ISSN 2305-9117. – URL: https://elibrary.ru/title_about.asp?id=50733 (дата обращения: 28.02.2019). – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.
2. Дьяконов, В.П. MATLAB R2007/2008/2009 для радиоинженеров: учебное пособие / В.П. Дьяконов — Москва: ДМК Пресс, 2010. — 976 с. — ISBN 978-5-94074-492-4. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/1180 (дата обращения: 28.02.2019). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.
3. Поршнев, С.В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB: учебное пособие / С.В. Поршнев. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург: Лань, 2011. — 736 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/650 (дата обращения: 28.02.2019). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.

6.2. Информационное и программное обеспечение

1. http://www.vniipo.ru/departments/sc.htm - Центр моделирования ЧС на критически важных объектах
2. http://nuclearwaste.report.ru/ – сообщество экспертов. Тема: радиоактивные отходы.
3. http://www.green.tsu.ru/ – официальный сайт Департамента природных ресурсов Томской области;
4. http://www.mnr.gov.ru/ – сайт Министерства природных ресурсов и экологии РФ;
5. http://www.zapoved.ru/ – особо охраняемые природные территории РФ;
6. http://ecoportal.su/ – Всероссийский экологический портал;
7. Internet–ресурсы (в т.ч. Перечень мировых библиотечных ресурсов);
8. http://www.green.tsu.ru/ - официальный сайт Департамента природных ресурсов Томской области;
9. http://www.mnr.gov.ru/ - сайт Министерства природных ресурсов и экологии РФ;
10. http://ecoportal.su/ - Всероссийский экологический портал;
11. http://www.aquaexpert.ru/ - Информационно-аналитическое ежедневное интернет издание о чистой питьевой воде, бальнеологии и SPA.
12. http://www.water.ru/ - Центр водных технологий.

13. http://www.enviropark.ru/ - сайт Технопарка РХТУ им. Д.И. Менделеева..
14. Научно-электронная библиотека eLIBRARY.RU - https://elibrary.ru/defaultx.asp
15. Электронно-библиотечная система «Лань» - https://e.lanbook.com/
16. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - https://new.znanium.com/

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ)**: Document Foundation LibreOffice, Adobe Acrobat Reader DC, Google Chrome, Adobe Flash Player, PTC Mathcad 15 Academic Floating, MathWorks MATLAB Full Suite R2017b, NI LabVIEW 2009 ASL

7.Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634028, Томская область, г. Томск, Савиных улица, д. 7, 606	Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт. Доска магнитно-маркерная - 2 шт. Комплект учебной мебели на 24 посадочных места.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634028, Томская область, г. Томск, Савиных улица, д. 7, 609	Телевизор - 1 шт.; Компьютер - 13 шт.; Доска магнитно-маркерная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 14 посадочных мест.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 20.03.01 Техносферная безопасность / Защита в чрезвычайных ситуациях (приема 2017 г., заочная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Профессор ОКД		В.А. Перминов

Программа одобрена на заседании кафедры ЭБЖ ИНК (протокол № 11 от 15.05.2017 г.).

Зав. кафедрой – руководитель отделения на правах кафедры отделения контроля и диагностики, д.ф-м.н, профессор / А.П. Суржиков /
подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании ОКД ИШНКБ (протокол)