

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИИЭ

 Матвеев А.С.

« 30 » 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ПРИЕМ 2017 г.

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Математические методы моделирования физических процессов

Направление подготовки/ специальность	14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Nuclear power plants: design, operation and engineering / Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг		
Специализация	Design and operation of nuclear power plants / Проектирование и эксплуатация атомных станций		
Уровень образования	высшее образование - специалитет		
Курс	4	семестр	8
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	32	
	Практические занятия	16	
	Лабораторные занятия	32	
	ВСЕГО	80	
Самостоятельная работа, ч		136	
ИТОГО, ч		216	

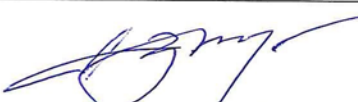
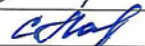
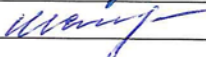
Вид промежуточной аттестации

экзамен 8

Обеспечивающее
подразделение

НОЦ И.Н. Бутакова

Заведующий кафедрой -
руководитель НОЦ И.Н. Бутакова
на правах кафедры
Руководитель ООП
Преподаватель

	Заворин А.С.
	Лавриненко С.В.
	Шеремет М.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 освоения (дескрипторы компетенций)	
			Код	Наименование
ПК(У)-2	способностью проводить математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований	Р11	ПК(У)- 2.В1	Владеет опытом создания математических моделей физических процессов
			ПК(У)- 2.У1	Умеет разрабатывать математические модели физических процессов
			ПК(У)- 2.З1	Знает методы математического моделирования физических процессов
ПСК(У)-1.3	способностью использовать математические модели и программные комплексы для численного анализа всей совокупности процессов в ядерно-энергетическом и тепломеханическом оборудовании АС	Р11	ПК(У)- 2.1В1	Владеет опытом анализа математических моделей процессов в ядерно-энергетическом и тепломеханическом оборудовании АС
			ПК(У)- 2.1У1	Умеет разрабатывать математические модели физических процессов в оборудовании АС
			ПК(У)- 2.1З1	Знает методы математического описания физических процессов в оборудовании АС и виды математических моделей

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к базовой части 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	
РД1	Планировать, проводить и оценивать результаты вычислительной исследовательской работы	ПСК(У)-1.3 ПК(У)-2
РД2	Обладать навыками составления программ расчета на ЭВМ характеристик тепловых процессов и использования вычислительной техники для решения специальных задач	ПСК(У)-1.3
РД3	Знать методы расчетно-теоретического исследования тепловых процессов	ПСК(У)-1.3

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	РД1	Лекции	2
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	-
Раздел 2. Численное интегрирование	РД2	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	16
Раздел 3. Полиномиальная интерполяция	РД2	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	16
Раздел 4. Аппроксимация функций	РД2	Лекции	2
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	16
Раздел 5. Решение систем линейных алгебраических уравнений	РД2	Лекции	4
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	16
Раздел 6. Решение нелинейных уравнений и систем нелинейных уравнений	РД2	Лекции	4
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	16
Раздел 7. Линейные интегральные уравнения	РД2	Лекции	4
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	14
Раздел 8. Задача Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений.	РД2	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	14
Раздел 9. Краевые задачи для ОДУ	РД2	Лекции	4
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	14
Раздел 10. Дифференциальные уравнения в частных производных	РД3	Лекции	4
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	14

Раздел 1. Введение

Понятие математической модели. Преимущества теории и эксперимента в математическом моделировании. Историческое развитие математического моделирования. Этапы математического моделирования (построение математической модели; разработка алгоритма для реализации модели на компьютере; создание программы на языке программирования высокого уровня). Основные этапы численного решения задачи на компьютере (физическая постановка; математическое моделирование;

выбор численного метода; разработка алгоритма решения задачи; составление программы; отладка программы; счет по отлаженной программе; анализ результатов счета). Классификация погрешностей численного решения.

Темы лекций:

1. Введение

Раздел 2. Численное интегрирование

Постановка задачи. Краткий обзор существующих методов решения. Формулы прямоугольников (левых, средних и правых). Формула трапеций. Формула Симпсона (метод парабол). Примеры вычисления определенных интегралов рассмотренными методами.

Темы лекций:

2. Численное интегрирование

Темы практических занятий:

1. Методы численного интегрирования

Название лабораторных работ

1. Методы численного интегрирования
2. Примеры вычисления определенных интегралов рассмотренными методами

Раздел 3. Полиномиальная интерполяция

Постановка задачи аппроксимации функции. Интерполяционный многочлен Лагранжа (интерполирующая функция, построение многочлена, анализ интерполяционных многочленов Лагранжа первой и второй степени). Примеры линейной и квадратичной интерполяции функции заданной таблично.

Темы лекций:

3. Полиномиальная интерполяция

Темы практических занятий:

2. Применение интерполяционного многочлена Лагранжа

Название лабораторных работ:

3. Применение интерполяционного многочлена Лагранжа
4. Примеры линейной и квадратичной интерполяции функций заданной таблично

Раздел 4. Аппроксимация функций

Структура и особенности метода наименьших квадратов. Приближение функции многочленом, двухпараметрические нелинейные зависимости. Многофакторные зависимости (метод Брандона).

Темы лекций:

4. Аппроксимация функций

Название лабораторных работ:

5. Метод наименьших квадратов
6. Двухпараметрические нелинейные зависимости

Раздел 5. Решение систем линейных алгебраических уравнений

Введение (понятия: матрица, операции над матрицами, определитель, миноры, алгебраические дополнения). Две группы методов решения СЛАУ (прямые и итерационные). Формула Крамера и два замечания при использовании этой формулы. Метод Гаусса. Метод простых итераций.

Темы лекций:

5. Введение
6. Методы решения СЛАУ

Темы практических занятий:

3. Решение систем линейных алгебраических уравнений методами Крамера и Гаусса

Название лабораторных работ:

7. Решение систем линейных алгебраических уравнений методами Крамера и Гаусса

Раздел 6. Решение нелинейных уравнений и систем нелинейных уравнений

Понятие нелинейной функции, изолированных корней. Графический и аналитический методы отделения корней. Методы уточнения корней (метод простых итераций, метод дихотомии, метод Ньютона). Метод простых итераций (задача о неподвижной точке, определение сжимающего отображения, достаточные условия сходимости последовательности приближений к корню в методе простых итераций). Частный случай метода дихотомии – метод половинного деления (теорема, определяющая этот метод; основные этапы решения нелинейных уравнений на основе метода дихотомии; графическая интерпретация метода; пример применения метода половинного деления для решения нелинейного уравнения). Метод Ньютона.

Темы лекций:

7. Понятие нелинейной функции, изолированных корней
8. Методы решения нелинейных уравнений и нелинейных СЛАУ

Темы практических занятий:

4. Решение нелинейных уравнений

Название лабораторных работ:

8. Решение нелинейных уравнений

Раздел 7. Линейные интегральные уравнения

Некоторые общие сведения об интегральных уравнениях. Квадратурные методы решения интегральных уравнений Фредгольма и Вольтерра.

Темы лекций:

9. Линейные интегральные уравнения
10. Квадратурные методы решения интегральных уравнений Фредгольма и Вольтерра.

Темы практических занятий:

5. Решение линейных интегральных уравнений

Название лабораторных работ:

9. Решение линейных интегральных уравнений
10. Решение линейных интегральных уравнений Фредгольма и Вольтера квадратурными методами

Раздел 8. Задача Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений

Постановка задачи Коши. Три группы методов решения начальной задачи для ОДУ. Типы задач для ОДУ. Приближенно-аналитический метод решения задачи Коши (метод Пикара; теорема, дающая математическое обоснование метода Пикара; пример решения задачи Коши методом последовательных приближений). Численные методы решения задачи Коши (явный метод Эйлера, геометрический смысл этого метода; неявный метод Эйлера; метод трапеций). Метод Рунге-Кутты четвертого порядка.

Темы лекций:

11. Постановка задачи Коши.
12. Методы решения начальной задачи для ОДУ

Темы практических занятий:

6. Решение задачи Коши для ОДУ (методы Пикара и Эйлера)
7. Метод Рунге-Кутты четвертого порядка

Название лабораторных работ:

11. Решение задачи Коши для ОДУ (методы Пикара и Эйлера)
12. Метод Рунге-Кутты четвертого порядка

Раздел 9. Краевые задачи для ОДУ

Математическая формулировка краевых задач для ОДУ. Классификация приближенных методов решения. Метод конечных разностей (построение разностной сетки; аппроксимация обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка; дискретизация граничных условий; метод прогонки решения СЛАУ с трехдиагональной матрицей; условия корректности и устойчивости метода прогонки).

Темы лекций:

13. Математическая формулировка краевых задач для ОДУ. Метод конечных разностей
14. Метод прогонки решения СЛАУ с трехдиагональной матрицей

Темы практических занятий:

8. Решение краевой задачи для обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка методом конечных разностей

Название лабораторных работ:

13. Решение краевой задачи для обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка методом конечных разностей
14. Проверка условия корректности и устойчивости метода прогонки

Раздел 10. Дифференциальные уравнения в частных производных

Примеры и классификация уравнений в частных производных (уравнения Лапласа, Пуассона, волновое, теплопроводности; эллиптический, гиперболический и параболический тип уравнений). Постановка задачи для уравнений математической физики. Граничные условия 4 видов для уравнения теплопроводности. Некоторые разностные схемы для уравнения теплопроводности (явная и неявная двухслойные схемы, явная трехслойная схема). Аппроксимация, устойчивость и сходимость разностных схем

для уравнения теплопроводности (теорема Лакса, методы анализа устойчивости). Пример решения одномерного нестационарного уравнения теплопроводности.

Темы лекций:

15. Примеры и классификация уравнений в частных производных. Постановка задачи для уравнений математической физики

16. Примеры решения одномерного нестационарного уравнения теплопроводности

Название лабораторных работ:

15. Решение одномерного стационарного уравнения теплопроводности

16. Решение одномерного нестационарного уравнения теплопроводности

5. Организация самостоятельной работы студентов

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

- работе студентов с лекционным материалом, поиск и анализ литературы и электронных источников информации по заданной проблеме и выбранной теме квалификационной работы,
- выполнении домашних заданий,
- переводе материалов из тематических информационных ресурсов с иностранных языков,
- изучении тем, вынесенных на самостоятельную проработку,
- изучении теоретического материала к лабораторным занятиям,
- подготовке к зачету.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Волков, Е. А. Численные методы: учебник / Е. А. Волков. — 5-е изд. — Санкт-Петербург: Лань, 2008. — 256 с. — ISBN 978-5-8114-0538-1. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/54> (дата обращения: 03.12.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Абакумов, М. В. Лекции по численным методам математической физики: Уч.пос./ М.В.Абакумов, А.В.Гулин; МГУ им. М.В.Ломоносова. Факультет вычисл. математике и кибернетики. - Москва: НИЦ ИНФРА-М, 2013-158 с. (ВО:Бакалавр.). ISBN 978-5-16-006108-5. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/364601> (дата обращения: 03.12.2020). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.

3. Марчук, Г. И. Методы вычислительной математики: учебное пособие / Г. И. Марчук. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2009. — 608 с. — ISBN 978-5-8114-0892-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/255> (дата обращения: 03.12.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Русина, Л. Г. Вычислительная математика. Численные методы интегрирования и решения дифференциальных уравнений и систем : учебное пособие для вузов / Л. Г. Русина. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 168 с. — ISBN 978-5-8114-5518-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/156403> (дата обращения: 19.01.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1. Натансон, И. П. Краткий курс высшей математики : учебное пособие / И. П. Натансон. — 10-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2009. — 736 с. — ISBN 978-5-8114-0123-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/283> (дата обращения: 03.12.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. Численные методы с системой Mathcad – <http://petrsu.ru/Chairs/IMO/Complex/>
2. Научно-образовательный Интернет-ресурс НИВЦ МГУ по численному анализу – http://www.srcc.msu.su/num_anal/index.htm
3. Образовательный математический сайт – <http://www.exponenta.ru>
4. Международный научно-образовательный сайт EqWorld – <http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm>
5. Математика и образование – <http://www.math.ru/>
6. Approximation Theory Network – <http://www.uni-giessen.de/www-Numerische-Mathematik/at-net/>
7. Сеть численного анализа (NA-net) – <http://www.netlib.org/na-net/>

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

1. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Microsoft Office 2013 Standard Russian Academic;
2. Document Foundation LibreOffice;
3. Cisco Webex Meetings\$
4. Zoom Zoom.
5. Free Pascal
6. PSF Python 3
7. PTC Mathcad 15 Academic Floating

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 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 302	– Комплект учебной мебели на 42 посадочных мест; – Компьютер - 1 шт.; – Проектор - 1 шт.

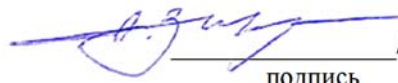
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 14.05.02 - «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг» (приема 2017 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	ФИО
Профессор НОЦ И.Н. Бутакова	М.А.Шерemet

Программа одобрена на заседании кафедры АТЭС (протокол от 18.05.2017 г. № 19).

Заведующий кафедрой – руководитель
НОЦ И.Н. Бутакова на правах кафедры
д.т.н., профессор



подпись

/Заворин А.С./

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании НОЦ И.Н. Бутакова (протокол)