

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
имени Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

Образовательно-научный институт ядерной энергетики и технической физики
имени академика Ф.М. Митенкова (ИЯЭиТФ)

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЯЭиТФ
_____ А.Е. Хробостов
«10» 06 2021г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.Б.27 «Математические методы моделирования физических процессов»
для подготовки специалистов

Направление подготовки/специальность: 14.05.01 "Ядерные реакторы и материалы"
(код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность/специализация: "Ядерные реакторы"
(наименование профиля, программы магистратуры, направленности/специализации)

Форма обучения: _____ очная _____
(очная, очно-заочная, заочная)

Год начала подготовки: _____ 2019 _____

Выпускающая кафедра: _____ ЯРиЭУ _____
(аббревиатура кафедры)

Кафедра-разработчик: _____ ЯРиЭУ _____
(аббревиатура кафедры)

Объем дисциплины: _____ 72/2 _____
(часов/з.е.)

Промежуточная аттестация: _____ Зачет _____
(экзамен, зачет с оценкой, зачет)

Разработчик(и): _____ Власичев Г.Н., д.т.н., доцент _____
(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание)

НИЖНИЙ НОВГОРОД, 2021 год

Рецензент: _____
(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание) _____ (подпись)
«__» _____ 20__ г.

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки/специальности 14.05.01 "Ядерные реакторы и материалы", утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 28.02.2018 № 153 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ

протокол от «15» 06 2021 г. № 7

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры разработчика программы протокол от «10» 06 2021г. № 17

Зав. кафедрой д.т.н., профессор, Андреев В.В. _____
(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института, где реализуется данная программа

_____, Протокол от «10» 06 2021г. № 3

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № _____
Начальник МО _____

Заведующая отделом комплектования НТБ _____
(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи освоения дисциплины	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины	5
4. Структура и содержание дисциплины	8
5. Текущий контроль успеваемости и аттестация по итогам освоения дисциплины.....	10
6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины	15
7. Информационное обеспечение дисциплины.....	16
8. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ	17
9. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	17
10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины	18
11. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины	20
12. Лист актуализации рабочей программы	20
13. Рецензия	20

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целью освоения дисциплины является:

- приобретение студентами основ знаний, умений и навыков в области математического моделирования физических процессов в ядерных реакторах в соответствии с требованиями образовательного стандарта по направлению подготовки.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

- сформировать общее представление об основах математического моделирования физических процессов в ядерных реакторах, связанного с проектированием ядерных энергетических установок, а также анализом безопасности ЯЭУ.
- освоить методы математического моделирования на ряде характерных процессов - теплообменных и нейтронно-физических, особенности применения таких методов с целью получения физически достоверных результатов.
- научить студента умению использовать теоретические положения, применять компьютер с прикладными программными средствами для решения научно-технических задач в области кинетики ядерных реакторов;
- освоить основные аспекты ведения научных исследований современными методами.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина (модуль) Б1.Б.27 «Математические методы моделирования физических процессов» включена в обязательный перечень дисциплин базовой части образовательной программы вне зависимости от ее направленности (профиля). Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по направлению подготовки/специальности 14.05.01 "Ядерные реакторы и материалы".

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется данная дисциплина, являются:

«Математика», «Математический анализ», «Обыкновенные дифференциальные уравнения», «Информатика», «Физика», «Компьютерное моделирование», «Прикладная физика», «Механика жидкости и газа», «Техническая термодинамика», «Уравнения математической физики», «Механика», «Теория тепломассопереноса».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья РПД разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Студенты в процессе изучения дисциплины «Математические методы моделирования физических процессов» получают необходимые навыки по оценке возможности аварий на ЯЭУ и их предотвращении.

Все это является основой для дальнейшей подготовки студента как высококвалифицированного специалиста в области ядерных энергетических установок, свободно владеющего современными методами научных исследований.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Этапы формирования компетенций

В результате освоения дисциплины «Математические методы моделирования физических процессов» у обучающегося частично формируются компетенции ОПК-1 и ПКС-11, полное формирование которых последовательно осуществляется при изучении других дисциплин и в процессе практической подготовки (таблица 1).

Таблица 1 - Формирование компетенций ОПК-1 и ПКС-11

Код компетенции	Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования компетенций дисциплинами и практиками										
		1 сем.	2 сем.	3 сем.	4 сем.	5 сем.	6 сем.	7 сем.	8 сем.	9 сем.	10 сем.	11 сем.
ОПК-1	Химия											
	Начертательная геометрия и инженерная графика											
	Аналитическая геометрия. Линейная алгебра											
	Математический анализ											
	Обыкновенные дифференциальные уравнения											
	Теория функций комплексного переменного											
	Векторный и тензорный анализ											
	Теория вероятностей и математическая статистика											
	Физика											
	Техническая термодинамика											
	Прикладная физика											
	Теоретическая механика											
	Механика жидкости и газа											
	Атомная физика											
	Квантовая механика и статистическая физика											
	Уравнения математической физики											
	Механика											
	Теория тепломассопереноса											
	Математические методы моделирования физических процессов											
	Электротехника и электроника											
	Ядерная физика											
	Ядерные топливные материалы											
	Физическое и математическое моделирование											
	Сварка											
	Гидродинамика и теплообмен											
	Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР											
ПКС-11	Ознакомительная практика											
	Компьютерное моделирование											
	Практика по получению первичных навыков научно-исследовательской деятельности											
	Математические методы моделирования физических процессов											
	Инженерные расчеты и проектирование ядерных энергетических установок											
	Основы систем автоматизированного проектирования											
	Физическое и математическое моделирование											
	Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР											

3.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

Общепрофессиональные и профессиональные компетенции ОПК-1 и ПКС-11 формируются с приобретением знаний, умений и навыков, сформулированных в дескрипторах достижения этих компетенций и с которыми обучающийся готов выполнять конкретные действия, прописанные в индикаторах достижения тех же компетенций (таблица 2).

Таблица 2 - Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
		Знать	Уметь	Владеть	Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ОПК-1 Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	ИОПК-1.2 Применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	- математические методы решения задач математического моделирования, иметь представление о возможностях применения методов моделирования, моделей в технических приложениях - приемы анализа и обработки результатов экспериментального исследования и основные методы, модели математического моделирования в технических приложениях	- применять стандартные методы и модели математического моделирования, обрабатывать и анализировать данные и результаты - ставить задачу и разрабатывать пути (алгоритм) ее решения - выбирать соответствующие методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать, анализировать и применять полученные результаты	- навыками обработки и сбора экспериментальных данных и основными математическими моделями, методами решения задач данного курса - приемами анализа и обработки результатов экспериментального исследования при решении профессиональных задач.	Планы лекций с перечнями обсуждаемых вопросов (оценка по критерию 1 и 2)	Перечень контрольных вопросов

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
		Знать	Уметь	Владеть	Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ПКС-11 Способен использовать современные численные методы и профессиональные расчетные пакеты прикладных программ	ИПКС-11.1 Применяет в профессиональной деятельности компьютерные технологии.	- приемы и методы статистической обработки экспериментальных данных	- создавать математические модели процессов в технических приложениях.	- статистическими методами при моделировании процессов, протекающих в конкретных технических системах.	Планы лекций с перечнями обсуждаемых вопросов (оценка по критерию 1 и 2)	Перечень контрольных вопросов
	ИПКС-11.2 Использует современные численные методы и профессиональные расчетные пакеты прикладных программ.	- современные методы учета, оценки погрешностей и статистической обработки результатов экспериментальных измерений	- пользоваться моделями графического представления расчетной информации и экспериментальных данных.	- навыками постановки задачи и разработки программы исследования с применением компьютерных технологий.	Планы лекций с перечнями обсуждаемых вопросов (оценка по критерию 1 и 2)	Перечень контрольных вопросов

Освоение дисциплины причастно к освоению ТФ В/01.7 «Контроль обеспечения ядерной, радиационной, технической, пожарной безопасности, требований охраны труда при работе со свежими отработавшим ядерным топливом в процессе» (ПС 24.028 «Специалист ядерно-физической лаборатории в области атомной энергетики»), решает следующие профессиональные задачи:

- Расчет эксплуатационных параметров активных зон реакторов;
- Разработка новых и совершенствование действующих технологических процессов и режимов;
- Применение методов расчета эксплуатационных параметров реакторной установки, эффектов и коэффициентов реактивности;
- Использование современных пакетов прикладных компьютерных программ по направлениям работ;
- Работа с документацией по эксплуатации систем, оборудования, средств измерения, контроля, управления, автоматики, средств вычислительной техники;
- Работа с персональным компьютером.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц (з.е.) или 72 академических часов, в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем - 38 часов, самостоятельная работа обучающихся - 34 часа (таблица 3).

Таблица 3 - Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Вид учебной работы	Трудоёмкость, ч/з.е.	
	Всего	в том числе в 6 семестре
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоёмкость, ч/з.е.	72/2	72/2
1. Контактная работа:	38	38
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	34	34
Занятия лекционного типа (Л)	17	17
Занятия семинарского типа (ПЗ)	17	17
1.2. Внеаудиторная работа, в том числе:	4	4
Консультации по дисциплине	4	4
2. Самостоятельная работа студентов, в том числе:	34	34
Проработка источников информации (повторение пройденного материала, изучение и конспектирование рекомендованной литературы)	21	21
Подготовка к практическим занятиям	13	13
Подготовка к зачету	-	-

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тематический план освоения дисциплины по видам учебной деятельности приведен в таблице 4. Здесь указано структурное распределение объемов (в часах) разделов и тем дисциплины по видам учебной работы, аудиторных и внеаудиторных занятий, самостоятельной работы студента и периодического (текущего) контроля.

Таблица 4 - Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 1. Содержание дисциплины, структурированное по темам										
Планируемые (контролируемые) результаты освоения и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов и тем	Виды учебной работы, ч					Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа				Самостоятельная работа студентов				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Консультации по дисциплине					
ОПК-1 ИОПК-1.1 ПКС-11 ИПКС-11.1 ИПКС-11.2	1. Математическое описание физических процессов в ядерных реакторах	2	-	-	0,5	3	6.1.1, стр. 8-16	Лекция и практическое занятие	-	-
	2. Методы численного решения дифференциальных уравнений	2	-	-	0,5	3	6.1.1, стр. 17-23	Лекция и практическое занятие	-	-
	3. Численные решения обыкновенных дифференциальных уравнений	2	-	4	0,5	6	6.1.1, стр. 24-29	Лекция и практическое занятие	-	-
	4. Численные решения обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка методом контрольного объема	4	-	6	0,5	8	6.1.1, стр. 30-54	Лекция и практическое занятие		
	5. Численные решения дифференциальных уравнений с частными производными	4	-	5	1	8	6.1.1, стр. 55-69	Лекция и практическое занятие	-	-
	6. Организация разработки компьютерных программ для научно-технических расчетов	3	-	2	1	6	6.1.1, стр. 83-107	Лекция и практическое занятие	-	-
	ИТОГО:	17	-	17	4	34				

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Типовые контрольные вопросы и задания, необходимые для оценки знаний, умений и навыков или опыта деятельности

Таблица 5 – Перечни контрольных вопросов и заданий по темам занятий для проведения текущего контроля успеваемости

Номер темы		Перечни контрольных вопросов и заданий
цикла лекций	практических занятий	
1	1	Дать определение математического моделирования. Дать определение математической модели. Дать понятие аналитического решения дифференциального уравнения. Назвать математические задачи, при решении которых применяются численные методы. Указать физический смысл членов дифференциального уравнения. Указать физический смысл членов уравнения энергии. Указать физический смысл членов уравнения количества движения. Указать физический смысл членов уравнения диффузии нейтронов. Дать понятия односторонней и двухсторонней координат. Дать понятия терминам – параболический, эллиптический, гиперболический.
2	2	Дать понятие численного решения дифференциального уравнения. Дать понятие термину - разностные отношения. Дать понятие метода конечных разностей. Дать понятие метода контрольного объема. Дать понятие дискретного аналога исходного дифференциального уравнения. Дать понятие термину - кусочный профиль зависимой переменной. Назвать методы получения дискретных аналогов дифференциального уравнения. Назвать и записать возможные простые аппроксимации производных дифференциального уравнения.
3	3	Назвать математические методы, с помощью которых можно выполнить решение обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка. Характеризовать методы численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка: Дать понятие порядка точности численного решения дифференциального уравнения. Дать понятие порядка аппроксимации численного решения дифференциального уравнения. Дать понятия устойчивости и неустойчивости численного решения дифференциального уравнения. Указать порядок точности метода Эйлера решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Указать порядок аппроксимации метода Эйлера решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Указать порядок точности метода Рунге – Кутты решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Указать порядок аппроксимации метода Рунге – Кутты решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Назвать методы решения дискретных аналогов дифференциальных уравнений высших порядков.
4	4	Назвать математические методы, с помощью которых можно выполнить решение обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка. Записать стационарное одномерное уравнение теплопроводности. Назвать возможные профили зависимой переменной в численном решении стационарного одномерного уравнения теплопроводности. Назвать профиль зависимой переменной, используемый для определения потоков на границах контрольного объема при численном решении стационарного одномерного уравнения теплопроводности. Назвать профиль зависимой переменной, используемый при интегрировании члена с источником при численном решении стационарного одномерного уравнения теплопроводности. Назвать методы решения дискретного аналога стационарного одномерного уравнения теплопроводности. Характеризовать методы решения дискретного аналога стационарного одномерного

		уравнения теплопроводности. В каком случае используется комбинация методов прогонки и итераций при решении дискретного аналога стационарного одномерного уравнения теплопроводности. Назвать этапы вычислительного процесса с комбинацией методов прогонки и итераций при решении дискретного аналога стационарного одномерного уравнения теплопроводности в их правильной последовательности. Дать определения сходимости и расходимости итераций при решении дискретного аналога стационарного одномерного уравнения теплопроводности. Записать стационарное одномерное уравнение диффузии нейтронов в однородной неразмножающей среде. Назвать метод решения дискретного аналога стационарного одномерного уравнения диффузии нейтронов в однородной неразмножающей среде. Характеризовать метод прогонки для решения дискретного аналога стационарного одномерного уравнения диффузии нейтронов в однородной неразмножающей среде. Записать стационарное одномерное уравнение диффузии нейтронов в однородной размножающей среде. Назвать методы решения дискретного аналога стационарного одномерного уравнения диффузии нейтронов в однородной размножающей среде. Характеризовать метод прогонки для решения дискретного аналога стационарного одномерного уравнения диффузии нейтронов в однородной размножающей среде. Характеризовать метод факторизации для решения дискретного аналога стационарного одномерного уравнения диффузии нейтронов в однородной размножающей среде. Назвать этапы вычислительного процесса при решении дискретного аналога стационарного одномерного уравнения диффузии нейтронов в их правильной последовательности. Назвать и характеризовать основные правила построения дискретных аналогов дифференциальных уравнений.
5	5	Назвать математические методы, с помощью которых можно выполнить решение дифференциальных уравнений с частными производными. Записать нестационарное одномерное уравнение теплопроводности. Характеризовать явную численную схему для параболического дифференциального уравнения с частными производными. Характеризовать полностью неявную численную схему для параболического дифференциального уравнения с частными производными. Характеризовать численную схему Кранка – Николсона для параболического дифференциального уравнения с частными производными. Назвать методы решения дискретного аналога нестационарного одномерного уравнения теплопроводности. Характеризовать методы решения дискретного аналога нестационарного одномерного уравнения теплопроводности. В каком случае используется комбинация методов прогонки и итераций при решении дискретного аналога нестационарного одномерного уравнения теплопроводности. Назвать этапы вычислительного процесса с комбинацией методов прогонки и итераций при решении дискретного аналога нестационарного одномерного уравнения теплопроводности в их правильной последовательности. Записать стационарное одномерное уравнение диффузии нейтронов в однородной размножающей среде. Назвать методы решения дискретного аналога нестационарного одномерного уравнения диффузии нейтронов в однородной размножающей среде. Характеризовать метод факторизации для решения дискретного аналога нестационарного одномерного уравнения диффузии нейтронов в однородной размножающей среде. В каком случае используются итерации при решении дискретного аналога нестационарного одномерного уравнения диффузии нейтронов в однородной размножающей среде? Используются ли итерации при решении дискретного аналога нестационарного одномерного уравнения диффузии нейтронов в однородной размножающей среде при постоянных коэффициентах?
6	6	Назвать программные средства для проведения вычислительных работ. Назвать достоинство языка программирования Фортран. Назвать важнейшее достоинство языка программирования Фортран. Назвать этапы решения задач с использованием компьютера в их правильной последовательности. Назвать составные части погрешности результата решения задачи с использованием компьютера.

		Дать определение вычислительного алгоритма. Назвать требования к вычислительным алгоритмам. Каким образом можно определить, является ли данный алгоритм численно устойчивым? Дать краткое описание среды разработчика программ на языке Фортран – Microsoft Developer Studio. Дать понятие проекта в среде разработчика программ на языке Фортран – Microsoft Developer Studio. модуля с исходным текстом Назвать возможные расширения модулей с исходным текстом программ на языке Фортран. Назвать этапы создания выполняемого файла программы на языке Фортран в их правильной последовательности. Назвать возможные форматы записи текста программы на языке Фортран. Характеризовать форматы записи текста программы на языке Фортран. Назвать возможные типы данных в программе на языке Фортран. Назвать элементы и объекты программы на языке Фортран. Назвать компоненты выражений в тексте программы на языке Фортран. Указать установленный приоритетный порядок очередности выполнения арифметических операций при выполнении программы на языке Фортран. Назвать возможные значения логических констант в программе на языке Фортран. Назвать возможные логические операции в программе на языке Фортран. Указать установленный приоритетный порядок очередности выполнения логических операций и отношений при выполнении программы на языке Фортран. Назвать символьную операцию для строк в программе на языке Фортран. Записать операторы простейшего ввода и вывода в программе на языке Фортран.
--	--	--

Таблица 6 – Перечень контрольных вопросов для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

№ п/п	Контрольные вопросы для проведения зачета
1	Смысл дифференциального уравнения
2	Типичные дифференциальные уравнения
3	Выбор координат в математическом моделировании
4	Сущность численных методов
5	Методы получения дискретных аналогов дифференциальных операторов
6	Численные решения обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка
7	Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка
8	Численное решение стационарного одномерного уравнения теплопроводности
9	Численное решение стационарного одномерного уравнения диффузии нейтронов в однородной неразмножающей среде
10	Численное решение стационарного одномерного уравнения диффузии нейтронов в однородной размножающей среде
11	Основные правила построения дискретных аналогов дифференциальных уравнений методом контрольного объема
12	Численное решение нестационарного одномерного уравнения теплопроводности
13	Численное решение нестационарного одномерного уравнения диффузии нейтронов в однородной размножающей среде
14	Программные средства для проведения вычислительных работ
15	Этапы решения задач с использованием компьютера
16	Погрешности вычислений
17	Вычислительные алгоритмы
18	Среда разработчика программ на Фортране
19	Формат программы на Фортране
20	Элементы и объекты программы на Фортране

5.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Процедуры оценивания формируемых компетенций определяют следующие нормативные документы, разработанные в НГТУ и к которым возможен доступ на сайте учебно-методического управления <https://www.nntu.ru/structure/view/podrazdeleniya/uchebno-metodicheskoe-upravlenie> по вкладке «Нормативные документы и локальные акты по обеспечению образовательного процесса НГТУ»:

Положение о текущем контроле успеваемости и проведении промежуточной аттестации обучающихся Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева (НГТУ ПВД 11.2/30-18).

В результате изучения дисциплины «Математические методы моделирования физических процессов» обучающиеся должны приобрести знания, умения и навыки, сформулированные в дескрипторах достижения профессиональных компетенций ОПК-1 и ПКС-11 и с которыми они готовы выполнять конкретные действия, прописанные в индикаторах достижения тех же компетенций (таблица 2). Оценивание формируемых компетенций ОПК-1 и ПКС-11 в процессе текущего контроля знаний осуществляется по критериям и показателям, приведенным в таблице 7.

Таблица 7 – Критерии, показатели и шкала оценивания формируемых компетенций в процессе текущего контроля знаний

Коды		Виды и номера тем занятий	Критерии оценивания компетенций	Показатели оценивания компетенций			
компетенций	индикаторов достижения компетенций			«Отлично»	«Хорошо»	«Удовлетворительно»	«Неудовлетворительно»
ОПК-1 ПКС-11	ИОПК-1.2 ИПКС-11.1 ИПКС-11.2	Лекционные занятия	<u>Критерий 1</u> Полнота и убедительность ответа или доклада, в том числе и дополнений к ним	Студент полно, логично и без недочетов излагает в своем ответе на вопрос или докладе материал, абсолютно соответствующий темам по плану семинара	Студент излагает материал ответа на вопрос или доклада, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для отметки «5», но допускает 1–2 недочета в последовательности изложения	Студент излагает материал ответа на вопрос или доклада неполно и непоследовательно, допускает ряд недочетов в изложении и несоответствий темам по плану семинара	Студент беспорядочно и неуверенно излагает в своем ответе на вопрос или докладе материал или излагает материал, абсолютно не соответствующий темам по плану семинара, а также отказывается от выступления или доклада
			<u>Критерий 2</u> Степень понимания изученного материала	Студент обнаруживает глубокое понимание излагаемого материала, может обосновать свои суждения, применить знания, полученные из рекомендованных и самостоятельно выявленных источников и не допускает ошибок	Студент обнаруживает правильное понимание излагаемого материала, может обосновать свои суждения, применить знания, полученные из рекомендованных и самостоятельно выявленных источников, но допускает 1–2 негрубые ошибки, которые сам же исправляет	Студент обнаруживает поверхностное понимание излагаемого материала, имеет примитивные знания, полученные из рекомендованных и самостоятельно выявленных источников, допускает ряд негрубых ошибок, которые сам не может исправить	Студент обнаруживает незнание большей части соответствующего материала ответа на вопрос или доклада по плану семинара, допускает грубые ошибки, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению дескрипторами достижения компетенций ОПК-1 и ПКС-11

В соответствии с пунктом 4.11 Положения о текущем контроле успеваемости и проведении промежуточной аттестации обучающихся Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева (НГТУ ПВД 11.2/30-18) по итогам текущего контроля по дисциплине в семестре преподаватель решает вопрос о возможности прохождения студентом промежуточной аттестации по дисциплине. Обучающиеся, не выполнившие минимальные требования по рабочей программе дисциплины (РПД) и имеющие до 50% пропусков занятий, получают оценку «неудовлетворительно» («не зачтено») по данной дисциплине.

В соответствии с пунктом 5.9 Положения о текущем контроле успеваемости и проведении промежуточной аттестации обучающихся Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева (НГТУ ПВД 11.2/30-18) во время последней учебной недели проводится зачет со студентами, отнесенными преподавателем к первой категории, т.е. выполнившими минимальные требования по РПД и имеющими менее 50% пропусков занятий (лекций и практических занятий). Студенты, отнесенные ко второй категории, т.е. не выполнившие минимальные требования по РПД и имеющие до 50% и более пропусков занятий (лекций и практических занятий), к зачету не допускаются и получают академическую задолженность по данной дисциплине.

Для выполнения минимальных требований по изучению дисциплины обучающиеся должны иметь только положительные оценки по текущему контролю их знаний на всех занятиях, на которых они присутствовали и выступали с докладами или сообщениями и выполняли практические задания.

В соответствии с пунктом 5.10 того же Положения – наиболее успешно обучающимся по дисциплине студентам преподаватель может поставить зачет без опроса (по итогам текущего контроля знаний).

Оценивание формируемых компетенций и по зачету в целом осуществляется по шкале оценивания, представленной в таблице 8.

Таблица 8 – Шкала оценивания формируемых компетенций в процессе промежуточной аттестации

Компетенции	Уровень усвоения	Описание шкалы оценивания на экзамене
ОПК-1 ПКС-11	Достаточный	По критерию 1 и 2 с показателями не ниже «Удовлетворительно» в части, касающейся ответа на контрольный вопрос (табл. 2.1)
	Недостаточный	По критерию 1 и 2 с показателем «Неудовлетворительно» в части, касающейся ответа на контрольный на вопрос (табл. 2.1)
ОПК-1 ПКС-11 (итог по зачету)	Достаточный	«Зачтено», если обе компетенции усвоены на достаточном уровне
	Недостаточный	«Не зачтено», если хотя бы одна компетенция усвоена на недостаточном уровне

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература, печатные и электронные издания библиотечного фонда

Библиотечный фонд укомплектован печатными и электронными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Таблица 9 – Список учебной литературы, печатных и электронных изданий

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1.	Численные методы решения дифференциальных уравнений: метод. указания по дисц. "Мат. технол." (лаб. работы) для студ. спец. 140305 "Ядерные реакторы и энергет. установки" дневной формы обучения / НГТУ им. Р.Е. Алексеева; сост. Г.Н. Власичев. - Н.Новгород, 2010. - 25 с.	59
2. Дополнительная литература		
2.	Самохин, А.Б. Численные методы и программирование на Фортране для персонального компьютера / А.Б. Самохин, А.С. Самохина. – М.: Радио и связь, 1996. – 224 с.	4
3.	Самарский, А.А. Теория разностных схем / А.А. Самарский. – М.: Наука, 1983. – 616 с.	1 (5)
5.	Марчук, Г.И. Численные методы расчета ядерных реакторов / Г.И. Марчук. - М.: Атомиздат, 1958. - 381 с.	1
6.	Марчук, Г.И. Методы вычислительной математики: учеб. пособие для вузов / Г.И. Марчук. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Наука, 1980. - 536 с.	9 (17)
7.	Рыжиков, Ю.И. Современный Фортран: учебник / Ю.И. Рыжиков. – СПб.: КОРОНА принт, 2007. – 288 с.	1
8.	Бартенев, О.В. Современный Фортран / О.В. Бартенев. – 3-е изд., доп. и перераб. – М.: Диалог-МИФИ, 2000. – 448 с.	2 (3)

6.2. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

В помощь участникам образовательного процесса (преподавателям и студентам) в НГТУ разработаны следующие учебно-методические документы:

1) Ивашкин Е.Г., Жукова Л.П. Организация аудиторной работы в образовательных организациях высшего образования: Учебное пособие / Е.Г. Ивашкин, Л.П. Жукова; НГТУ. – Нижний Новгород, 2014. – 80 с. (в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ» на сайте учебно-методического управления);

2) Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г. Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения: Учебное пособие / Т.И. Ермакова, Е.Г. Ивашкин; НГТУ. – Нижний Новгород, 2013. – 158 с. (в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ» на сайте учебно-методического управления);

3) Жукова Л.П. Методические рекомендации по организации аудиторной работы / Утверждены УМС НГТУ 22.04.2013. - Нижний Новгород, 2013. – 63 с. (в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ» на странице «Учебно-методическое управление» сайта НГТУ);

4) Ермакова Т.И. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине / Утверждены УМС НГТУ 22.04.2013. - Нижний Новгород, 2013. – 35 с. (в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ» на странице «Учебно-методическое управление» сайта НГТУ).

Указанные материалы размещены в электронном виде на сайте учебно-методического управления в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ».

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина, относится к группе дисциплин, в рамках которых предполагается использование информационных технологий как вспомогательного инструмента для выполнения следующих задач:

- оформление результатов выполнения заданий на практических занятиях;
- демонстрация дидактических материалов с использованием мультимедийных технологий;
- использование электронной образовательной среды университета;
- организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты.

7.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Сайт научно-технической библиотеки (НТБ):

- главная страница НТБ: <https://www.nntu.ru/structure/view/podrazdeleniya/nauchno-tehnicheskaya-biblioteka/resursy>;
- электронная библиотека НГТУ: <https://library.nntu.ru/megapro/web>;
- библиотека электронных учебников: <http://fdp.nntu.ru/книжная-полка/>.

На странице «Ресурсы» сайта НТБ по соответствующим вкладкам возможен доступ к необходимым ресурсам на следующих страницах:

- «Электронная библиотека» по вкладке «Электронный каталог НГТУ»;
- «Книжная полка» по вкладке «Библиотека электронных учебников»;
- «Электронно-библиотечная система «Лань» по вкладке «ЭБС «Лань»;
- «ЭБС «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА - Студенческая электронная библиотека» по вкладке «ЭБС «Консультант студента»;
- «ЮРАЙТ – образовательная платформа» по вкладке «ЭБС «Юрайт».

Кроме того, со страницы «Ресурсы» сайта НТБ возможен доступ к информационно-аналитическим платформам с информацией о ведущих международных научных публикациях Web of Science и Scopus, а также к реферативным журналам, выбранным из баз данных

Всероссийского института научной и технической информации Российской академии наук (ВИНИТИ РАН) и выписываемым НТБ.

С компьютеров специализированных аудиторий НТБ (ауд. 2201, 2210, 6162) возможен доступ к внешним ресурсам:

- профессиональным справочным системам «Кодекс», «Гарант», «КонсультантПлюс», «Техэксперт»;
- Федеральному информационному фонду стандартов ФГУП «Стандартинформ».

С компьютеров сети НГТУ возможен доступ к базам данных, журналам и коллекциям электронных книг таких зарубежных издательств, как:

- платформа НЭИКОН, включающая 10 издательств;
- Elsevier (журналы Freedom Collection);
- Springer Nature (журналы и коллекции электронных книг);
- Wiley (полнотекстовая коллекция журналов);
- Questel (база данных патентного поиска Orbit Intelligence Premium).

В свободном доступе находятся:

- научная электронная библиотека ELIBRARY.RU: <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>;
- научная электронная библиотека «Кибер Ленинка»: <https://cyberleninka.ru/journal>;
- электронно-библиотечная система издательства «Наука»: <https://www.libnauka.ru/>
- информационная система доступа к каталогам библиотек сферы образования и науки

ЭКБСОН: <http://www.vlibrary.ru/>.

7.2. Перечень программного обеспечения

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используется программное обеспечение, указанное в таблице 12 раздела 9 настоящей РПД.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 12 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. Информация размещена в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации»: <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>.

Таблица 10 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№ п/п	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1.	ЭБС «Консультант студента»	Озвучка книг и увеличение шрифта
2.	ЭБС «Лань»	Специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3.	ЭБС «Юрайт»	Версия для слабовидящих

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебный процесс по данной дисциплине обеспечен современным аудиторным и лабораторным фондом. В процессе проведения аудиторных и самостоятельных занятий преподаватели и студенты имеют возможность доступа к информационно-коммуникационной сети «Интернет», как на территории НГТУ, так и вне ее.

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине «Математические методы моделирования физических процессов» могут быть использованы материально-техническая база и программное обеспечение, представленные в таблице 12.

Таблица 11 - Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине

№ п/п	Номера и наименования аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1.	5115, 5201, 5209, 5210, 5220, 5225, 5232, 5236 Учебные аудитории для проведения лекций, семинаров, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор, экран)	-
2.	5214 Информационно - образовательный центр для проведения практических занятий, коллоквиума и самостоятельной работы	ПЭВМ – 14 шт. (процессор Inter® Core™ 2 CPU 6320 @ 1.86 GHz 1.87 GHz, ОЗУ 2 ГБ) с доступом к сети «Интернет» и ЭБС НГТУ	• ОС Windows 7 Профессиональная Service Pack 1, Microsoft 2009, подписка MSDN AA Developer Original Membership, ID: 700493608, бессрочная. • Microsoft Visual Studio 2010, подписка MSDN AA Developer Original Membership, ID: 700493608, бессрочная. • OpenOffice.org 2.3.0 Professional, Sun Microsystems Inc. 2000-2007, свободное ПО. • Adobe Acrobat Reader DC, версия 2015.010.20060, https://get.adobe.com/reader, бесплатное ПО. • Google Chrome, версия 49.0.2623.87, бесплатное ПО. • T-FLEX Parametric CAD учебная версия, бесплатное ПО. • MATLAB, версия R2008a, бесплатное ПО.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работы в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

Основными элементами структуры аудиторной работы по дисциплине являются:

- виды аудиторной работы;
- формы аудиторной работы, включающие формы ее выполнения, формы представления ее результатов и формы контроля уровня освоения компетенций ОПК-1 и ПКС-11.

Основными видами аудиторной работы студентов по данной дисциплине являются:

- работа на лекциях;
- выполнение практических заданий;

Формами выполнения видов аудиторной работы являются:

- лекции;
- практические занятия (работа в малых группах);

- консультации.

Результаты аудиторной работы представляются в следующих основных формах:

- конспекты;
- рабочие материалы;
- доклады на семинарах, тезисы выступлений.

Уровень развития компетенций ОПК-1 и ПКС-11 в результате выполнения определенных видов работы оценивается:

- на контрольном опросе по пройденному материалу (знать);
- по результатам выполнения заданий на практических занятиях и коллоквиуме (уметь, владеть).

Функциональные свойства форм аудиторной работы определены свойствами применяемых технологий, обеспечивающих изучение и освоение объема содержания дисциплины, отнесенного к определенной форме.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих образовательных технологий:

- на лекционных занятиях - проблемные лекции;
- на практических занятиях – работа в малых группах, коллоквиумы.

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлен зачет по промежуточной аттестации в соответствии с разделом 5.2 настоящей РПД.

10.2. Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям и выполнению заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

10.3. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях

Практические (семинарские) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения семинаров и практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях.

Практические (семинарские) занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков составления докладов и сообщений, обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины;
- подведение итогов занятий по рейтинговой системе, согласно технологической карте дисциплины.

10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в таблице 11). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной

библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Оценочные средства и регламенты текущего и итогового контроля освоения дисциплины приведены в разделе 5 настоящей РПД.

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЯЭиТФ
_____ А.Е. Хробостов
« ____ » _____ 20 ____ г.

Лист актуализации рабочей программы дисциплины
Б1.Б.27 «Математические методы моделирования физических процессов»
(индекс по учебному плану, наименование)

для подготовки специалистов

Направление подготовки/специальность: _____ **14.05.01 "Ядерные реакторы и материалы"**
(код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность/специализация: _____ **"Ядерные реакторы"**
(наименование профиля, программы магистратуры, направленности/специализации)

Форма обучения: _____ **очная**
(очная, очно-заочная, заочная)

Год начала подготовки: _____ **2019**

Курс: _____ **3**

Семестр: _____ **6**

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

- 1) в рабочую программу изменения не вносятся. Программа актуализирована для 2019 года начала подготовки;
- 2)

Разработчик РПД, доцент кафедры
«Ядерные реакторы и энергетические установки», д.т.н. _____ **Г. Н. Власичев**
(подпись)

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
_____ протокол №

Заведующий кафедрой «Ядерные реакторы и энергетические установки» _____ **В.В. Андреев**
(подпись)

Лист актуализации принят на хранение:

Заведующий выпускающей кафедрой «Ядерные реакторы и энергетические установки» _____ **В.В. Андреев**
(подпись)

« ____ » _____ 20 ____ г.

Методический отдел УМУ

_____ (подпись) _____ (Ф.И.О.)
« ____ » _____ 20 ____ г.

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины «Математические методы моделирования физических процессов», реализуемую по основной образовательной программе высшего образования "Ядерные реакторы" по направлению подготовки/специальности 14.05.01 "Ядерные реакторы и материалы" (квалификация выпускника «специалист»), разработанную кафедрой «Ядерные реакторы и энергетические установки» ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет»

Учебная дисциплина «Математические методы моделирования физических процессов» представляет собой курс, в ходе изучения которого у студентов формируются общепрофессиональные и профессиональные компетенции ОПК-1 и ПКС-11, прописанные в учебном плане по направлению подготовки/специальности 14.05.01 "Ядерные реакторы и материалы". При этом указаны требования к знаниям, умениям и навыкам, полученным в ходе изучения дисциплины, по каждой из формируемых компетенций.

Цели освоения дисциплины, соотносятся с общими целями ОП ВО по направлению подготовки/специальности 14.05.01 "Ядерные реакторы и материалы". В рабочей программе дано описание логической и содержательно-методической взаимосвязи с другими частями ОП ВО (дисциплинами и практиками), представлены междисциплинарные связи с другими теоретическими и практико-ориентированными дисциплинами ОП ВО, к которым относятся «Компьютерное моделирование», «Уравнения математической физики», «Теория тепломассопереноса», «Физика ядерных реакторов», «Инженерные расчеты и проектирование ядерных энергетических установок» и др.

В процессе изучения учебной дисциплины «Математические методы моделирования физических процессов» студенты продолжают осваивать указанные общепрофессиональные и профессиональные компетенции, формирование которых начинается на проектной, а завершается на преддипломной практике.

Тематический план изучения дисциплины «Математические методы моделирования физических процессов», образовательные технологии, оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины, перечень основной и дополнительной литературы, программного обеспечения и Интернет-ресурсы, а также материально-техническое обеспечение способствуют планомерному и качественному освоению всех указанных в плане дидактических единиц. К достоинствам рабочей программы можно отнести то, что в план дисциплины включены темы, раскрывающие сущность актуальных на сегодняшний день проблем атомного машиностроения. Рецензируемая рабочая программа дисциплины «Математические методы моделирования физических процессов» представлена на официальном сайте вуза, отвечает нормативным требованиям федерального и локального уровня и полностью соответствует компетентностно-квалификационной характеристике выпускника указанной ОП ВО.

Наибольшую значимость для студентов придаст привлечение к преподаванию данной учебной дисциплины представителей АО «ОКБМ Африкантов», являющимся крупным научно-производственным центром атомного машиностроения, располагающим многопрофильным конструкторским коллективом, собственной исследовательской, экспериментальной и производственной базой.

Рецензент,

(подпись)

«__» _____ 2019 г.