

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Димитровградский инженерно-технологический институт –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(ДИТИ НИЯУ МИФИ)

«УТВЕРЖДАЮ»

Заместитель руководителя

_____ Т.И. Романовская

«__» _____ 2021г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.02.02 «Высшие трансцендентные функции в физике»

Специальность _____ *14.05.01 Ядерные реакторы и материалы*

Квалификация выпускника _____ *инженер-физик*

Специализация _____ *Ядерные реакторы*

Форма обучения _____ *очная*

Выпускающая кафедра _____ *Ядерные реакторы и материалы*

Кафедра-разработчик рабочей программы _____ *Ядерные реакторы и материалы*

Семестр	Трудоемкость час. (ЗЕТ)	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточ- ного контроля (экз./зачет/кр)
8	108 (3)	17	17	0	74	Зачет
Итого	108 (3)	17	17	0	74	Зачет

Димитровград
2021 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	3
2 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	4
3 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	6
4 ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ	6
5 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	7
6 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	19
7 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО И ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (АННОТАЦИЯ).....	20
8 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	20
9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	23
10 ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ.....	23

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели: ознакомление студентов с трансцендентными функциями и методами их применения при решении физических задач; ознакомление студентов с некоторыми специальными функциями.

Задачи: обучить анализу трансцендентных функций и основных уравнений математической физики.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения в соответствии с ОС НИЯУ МИФИ и ООП ВО по специальности.

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Тип задачи профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
Создание математических моделей, описывающих процессы в реакторах, использование фундаментальных законов физики ядра и частиц, гидродинамики и теплообмена, тепломассопереноса, создание новых методов расчета современных реакторных установок и физических устройств.	Атомное ядро, элементарные частицы, ядерные реакторы, реакторные материалы и теплоносители, перспективные и специальные типы ядерных энергетических установок, системы для преобразования тепловой и ядерной энергии в электрическую, ядерные материалы и системы обеспечения их безопасности, радиационное воздействие ионизирующих излучений на человека и окружающую среду, математические модели для теоретического и экспериментального исследований явлений и закономерностей в области реакторной физики, ядерных реакторов, ядерных материалов, физические и мате-	ПК-1 Способен создавать теоретические и математические модели, описывающие нейтронно-физические процессы в реакторах, процессы гидродинамики и тепломассопереноса в активных зонах или воздействии ионизирующего излучения на материалы, человека и объекты окружающей среды, системы учета, контроля ядерных материалов	3-ПК-1 Знать: нейтроннофизические процессы в реакторах, процессы гидродинамики и тепломассопереноса в активных зонах или воздействие ионизирующего излучения на материалы, человека и объекты окружающей среды, системы учета, контроля ядерных материалов У-ПК-1 Уметь: создавать теоретические и математические модели в профессиональной области В-ПК-1 Владеть: навыками работы с современными расчетными программными средствами	Профессиональный стандарт «24.078. Специалист-исследователь в области ядерно-энергетических технологий» Обобщенная трудовая функция В/02.7. Обобщение результатов, проводимых научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ с целью выработка предложений по разработке новых и усовершенствованию действующих ядерно-энергетических технологий

	<p>математические модели процессов в ядерных установках, распространения и взаимодействия излучения с объектами живой и неживой природы, обеспечение безопасности ядерных материалов, объектов и установок атомной промышленности и энергетики.</p>			
--	---	--	--	--

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

Знать:

- Нейтроннофизические процессы в реакторах;
- Процессы гидродинамики и теплопереноса в активных зонах или воздействие ионизирующего излучения на материалы.

Уметь:

- Создавать теоретические и математические модели в профессиональной области.

Владеть:

- Навыками работы с современными расчетными программными средствами.

3 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина *Высшие трансцендентные функции в физике* относится к *части, формируемой участниками образовательных отношений* модуля *Дисциплины (модули) по выбору 2 (ДВ.2)* учебного плана по специальности *14.05.01. Ядерные реакторы и материалы*.

4 ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	В30 формирование культуры ядерной безопасности; В31 формирование ответственности за обеспечение безопасной эксплуатации оборудования объектов атомной отрасли; В32 формирование ответственной экологической позиции.	Использование воспитательного потенциала дисциплины для: – участие в деятельности студенческого научного общества. – участие в подготовке публикаций в периодических научных изданиях; – участие в студенческих олимпиадах и конкурсах научных проектов, творческих мероприятиях, конкурсах профессионального мастерства, в том числе по стандартам Atomskills; – организация и проведение экскурсий, научно-практических конференций, форумов, вебинаров по вопросам профессиональной деятельности;

5 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Объем дисциплины

Общая трудоемкость (объем) *Высшие трансцендентные функции в физике* составляет 3 зачетных единиц (ЗЕТ), 108 академических часов.

Таблица 5.1 Объем дисциплины по видам учебных занятий

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад. часов)	Семестр
		8
Общая трудоемкость дисциплины	3(108)	108
Контактная работа с преподавателем:		
занятия лекционного типа	17	17
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия	17	17
практикумы		
лабораторные работы		
другие виды контактной работы		
в том числе: курсовое проектирование		
групповые консультации		
индивидуальные консультации		
иные виды внеаудиторной контактной работы		
Самостоятельная работа обучающихся:	74	74
изучение теоретического курса	74	74
расчетно-графические задания, задачи		
реферат, эссе		
курсовое проектирование		
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	зачет	зачет
Итого по дисциплине	108	108

Таблица 5.2 - Распределение учебной нагрузки по разделам дисциплины

№ модуля образовательной программы	№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, акад. часы					Формируемые компетенции
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов	
1	1	Введение в курс физики реакторов Основные понятия и определения. Высшие трансцендентные функции (ВТФ) и уравнения математической физики. Классификация специальных (высших трансцендент-	1	1		6	8	З-ПК-1 У-ПК-1 В-ПК-1

		ных) функций. Основные уравнения ВТФ. Примеры. В- и Г- функции – определение и представления. Функциональные уравнения, разложения в бесконечное произведение. Применения В- и Г- функций. Интеграл Дирихле.						
2		Гипергеометрическая функция Гаусса. Определение гипергеометрической функции Гаусса. Гипергеометрический ряд, свойства сходимости ряда. Функция Гаусса как функция параметров. Целочисленные значения параметров. Линейные связи между параметрами. Асимптотические представления при больших значениях параметра. Ортогонализация гипергеометрической функции. Обобщенные гипергеометрические функции.	2	2		6	10	3-ПК-1 У-ПК-1 В-ПК-1
3		Сферические функции. Уравнение Лежандра. Функции Лежандра первого и второго рода. Представления функций Лежандра. Интегральные представления. Асимптотические представления для больших значений параметров. Рекуррентные формулы. Ряды Фурье для функций Лежандра. Теоремы сложения для функций Лежандра. Функции Гегенбауэра. Уравнение Лапласа в n -мерном евклидовом пространстве. Определение функций Гегенбауэра. Многочлены Лежандра как частный случай функций Гегенбауэра.	1	1		6	8	3-ПК-1 У-ПК-1 В-ПК-1
4		Вырожденная гипергеометрическая функция. Связь между вырожденной и гауссовской гипергеометрической функциями. Представления вырожденная гипергеометрическая функция. Частные случаи для особых значений параметров. Функции Уиттекера. Многочлены Лагерра. Многочлены Эрмита. Частные случаи вырожденной гипергеометрической функции. Функции параболического цилиндра. Неполная Γ -функция и интеграл вероятности. Интегралы Френеля. Интегральная показательная функция. Интегральные синус, косинус и логарифм. Гипергеометрической функции и преобразования Лапласа. Интеграл Эрдейи. Преобразование Лапласа функций Уиттекера.	1	1		8	10	3-ПК-1 У-ПК-1 В-ПК-1
5		Цилиндрические функции. Дифференциальное уравнение Бесселя. Определение цилиндрических функций. Интегральные представления цилиндрических функций. Функции Бесселя. Функции Ганкеля. Функции Неймана. Свойства нулей цилиндрических функций. Асимптотические разложения цилиндрических функций. Функции Бесселя чисто мнимого аргумента. Ряды Неймана и теоремы сложения для цилиндрических функ-	3	3		8	14	3-ПК-1 У-ПК-1 В-ПК-1

		ций. Разложения по собственным функциям. Ряды Бесселя, Фурье и Дини. Обобщения цилиндрических функций. Функции Ангера, Ломмеля-Вебера и Струве.						
2	6	Автоморфные функции и теория представлений. Основные понятия. Роль теории специальных функций в теории представлений групп. Унитарные представления. Представления группы унитарных матриц и гипергеометрические, цилиндрические и сферические функции.	1	1		8	10	3-ПК-1 У-ПК-1 В-ПК-1
	7	Теория ренормализации – введение. Универсальный закон масштабирования и полиномиальные модели динамики систем. Порядок три и детерминированный хаос. Однопараметрические семейства унимодальных отображений. Гиперболические множества и неподвижные точки. Универсальные законы нелинейной динамики Фейгенбаума и Шарковского. Уравнение удвоения Цвитановича – Фейгенбаума. Оператор ренормализации. Производная Шварца. Посткритическое множество Кантора.	2	2		8	12	3-ПК-1 У-ПК-1 В-ПК-1
	8	Фракталы Пуанкаре. Голоморфные динамические системы с рациональными отображениями вида $f(z) = P(z)/Q(z)$, где P, Q - взаимно простые полиномы. Рациональные отображения и множества Фату, Жюлиа и Мандельброта. Гиперболические рациональные отображения и группы Клейна (теорема Д. Сулливана). Фракталы Пуанкаре и множества Пуанкаре-Жюлиа. Фракталы Пуанкаре-Мандельброта. Пространство Тейхмюллера поверхностей Клейна-Пуанкаре. Симметризованная бутылка Клейна.	2	2		8	12	3-ПК-1 У-ПК-1 В-ПК-1
	9	Подобие и аффинные преобразования. Преобразования подобия. Последовательность Морса-Туэ. Автомодельные решения. Уравнение теплопроводности (диффузии). Уравнение Бюргерса. Уравнение Кортевега-де Фриза. Метод Софуса-Ли. Эргодичность и перемешивание. Алгебра Ли. Примеры. Дьявольская лестница. Гомоклинический хаос Квантовый хаос. Солитоны. Данные рассеяния.	2	2		8	12	3-ПК-1 У-ПК-1 В-ПК-1
	10	Нелинейные многообразия и высшие трансцендентные функции в физике. Качественные методы спектрального анализа нелинейных дифференциальных и интегро-дифференциальных уравнений. Дуальные пространства. Гомо(гетеро-) клинический хаос в тео-	2	2		8	12	3-ПК-1 У-ПК-1 В-ПК-1

		рии переноса излучения. Примеры. Универсальные алгебры и пространство-время. Вторичное квантование. Алгебра Грассмана и алгебра Клиффорда. Классификация бозе-частиц (бозонов) и ферми-частиц (фермионов). Примеры.					
ИТОГО:			17	17		74	108

5.2 Содержание дисциплины

Таблица 5.3 - Лекционный курс

№ лекции	Номер раздела	Тема лекции и перечень дидактических единиц*	Трудоемкость, академических часов	
			всего	в том числе с использованием интерактивных образовательных технологий
1	1	Основные понятия и определения. Высшие трансцендентные функции (ВТФ) и уравнения математической физики. Классификация специальных (высших трансцендентных) функций. Основные уравнения ВТФ. Примеры. В- и Г- функции – определение и представления. Функциональные уравнения, разложения в бесконечное произведение. Применения В- и Г- функций. Интеграл Дирихле.	1	1
2	1	Гипергеометрическая функция Гаусса. Определение гипергеометрической функции Гаусса. Гипергеометрический ряд, свойства сходимости ряда. Функция Гаусса как функция параметров. Целочисленные значения параметров. Линейные связи между параметрами. Асимптотические представления при больших значениях параметра. Ортогонализация гипергеометрической функции. Обобщенные гипергеометрические функции.	1	1
3	1	Сферические функции. Уравнение Лежандра. Функции Лежандра первого и второго рода. Представления функций Лежандра. Ин-	1	1

		тегральные представления. Асимптотические представления для больших значений параметров. Рекуррентные формулы. Ряды Фурье для функций Лежандра.		
4	1	Теоремы сложения для функций Лежандра. Функции Гегенбауэра. Уравнение Лапласа в n – мерном евклидовом пространстве. Определение функций Гегенбауэра. Многочлены Лежандра как частный случай функций Гегенбауэра.	1	1
5	1	Вырожденная гипергеометрическая функция. Связь между вырожденной и гауссовской гипергеометрической функциями. Представления вырожденная гипергеометрическая функция.	1	1
6	1	Частные случаи для особых значений параметров. Функции Уиттекера. Многочлены Лагерра. Многочлены Эрмита. Частные случаи вырожденной гипергеометрической функции.	1	1
7	1	Функции параболического цилиндра. Неполная Γ – функция и интеграл вероятности. Интегралы Френеля. Интегральная показательная функция. Интегральные синус, косинус и логарифм. Гипергеометрической функции и преобразования Лапласа. Интеграл Эрдейи. Преобразование Лапласа функций Уиттекера.	1	1
8	1	Функции параболического цилиндра. Неполная Γ – функция и интеграл вероятности. Интегралы Френеля. Интегральная показательная функция. Интегральные синус, косинус и логарифм. Гипергеометрической функции и преобразования Лапласа. Интеграл Эрдейи.	1	1

		Преобразование Лапласа функций Уиттекера.		
9	2	Цилиндрические функции. Дифференциальное уравнение Бесселя. Определение цилиндрических функций. Интегральные представления цилиндрических функций. Функции Бесселя. Функции Ганкеля. Функции Неймана. Свойства нулей цилиндрических функций. Асимптотические разложения цилиндрических функций. Функции Бесселя чисто мнимого аргумента.	1	1
10	2	Ряды Неймана и теоремы сложения для цилиндрических функций. Разложения по собственным функциям. Ряды Бесселя, Фурье и Дини. Обобщения цилиндрических функций. Функции Ангера, Ломмеля-Вебера и Струве.	1	1
11	2	Автоморфные функции и теория представлений. Основные понятия. Роль теории специальных функций в теории представлений групп. Унитарные представления. Представления группы унитарных матриц и гипергеометрические, цилиндрические и сферические функции.	1	1
12	2	Теория ренормализации – введение. Универсальный закон масштабирования и полиномиальные модели динамики систем. Порядок три и детерминированный хаос.	1	1
13	2	Однопараметрические семейства унимодальных отображений. Гиперболические множества и неподвижные точки. Универ-	1	1

		сальные законы нелинейной динамики Фейгенбаума и Шарковского. Уравнение удвоение Цвитановича – Фейгенбаума. Оператор ренормализации. Производная Шварца. Посткритическое множество Кантора.		
14	2	Фракталы Пуанкаре. Голоморфные динамические системы с рациональными отображениями вида $f(z) = P(z)/Q(z)$, где P, Q - взаимно простые полиномы. Рациональные отображения и множества Фату, Жюлиа и Мандельброта.	1	1
15	2	Гиперболические рациональные отображения и группы Клейна (теорема Д. Сулливана). Фракталы Пуанкаре и множества Пуанкаре-Жюлиа. Фракталы Пуанкаре-Мандельброта. Пространство Тейхмюллера поверхностей Клейна-Пуанкаре. Симметризованная бутылка Клейна.	1	1
16	2	Подобие и аффинные преобразования. Преобразования подобия. Последовательность Морса-Туэ. Автомодельные решения. Уравнение теплопроводности (диффузии). Уравнение Бюргерса. Уравнение Кортевега-де Фриза. Метод Софуса-Ли. Эргодичность и перемешивание. Алгебра Ли. Примеры. Дьявольская лестница. Гомоклинический хаос Квантовый хаос. Солитоны. Данные рассеяния.	1	1
17	2	Нелинейные многообразия и высшие трансцендентные функции в физике. Качественные методы спектрального анализа нелинейных дифференциальных и	1	1

		интегро-дифференциальных уравнений. Дуальные пространства. Гомо- (гетеро-) клинический хаос в теории переноса излучения. Примеры. Универсальные алгебры и пространство-время. Вторичное квантование. Алгебра Грассмана и алгебра Клиффорда. Классификация бозе-частиц (бозонов) и ферми-частиц (фермионов). Примеры.		
Итого:			17	17

Таблица 5.4 - Практические занятия

№ Занятия	Номер раздела	Тема лекции и перечень дидактических единиц*	Трудоемкость, акад. часов	
			всего	в том числе с использованием интерактивных образовательных технологий
1	1	Основные понятия и определения. Высшие трансцендентные функции (ВТФ) и уравнения математической физики. Классификация специальных (высших трансцендентных) функций. Основные уравнения ВТФ. Примеры. В- и Г- функции – определение и представления. Функциональные уравнения, разложения в бесконечное произведение. Применения В- и Г- функций. Интеграл Дирихле.	1	1
2	1	Гипергеометрическая функция Гаусса. Определение гипергеометрической функции Гаусса. Гипергеометрический ряд, свойства сходимости ряда Функция Гаусса как функция параметров. Целочисленные значения параметров. Линейные связи между параметрами. Асимптотические представления при больших значениях параметра. Ортогонализация гипер-	1	1

		геометрической функции. Обобщенные гипергеометрические функции.		
3	1	Сферические функции. Уравнение Лежандра. Функции Лежандра первого и второго рода. Представления функций Лежандра. Интегральные представления. Асимптотические представления для больших значений параметров. Рекуррентные формулы. Ряды Фурье для функций Лежандра.	1	1
4	1	Теоремы сложения для функций Лежандра. Функции Гегенбауэра. Уравнение Лапласа в n – мерном евклидовом пространстве. Определение функций Гегенбауэра. Многочлены Лежандра как частный случай функций Гегенбауэра.	1	1
5	1	Вырожденная гипергеометрическая функция. Связь между вырожденной и гауссовской гипергеометрической функциями. Представления вырожденная гипергеометрическая функция.	1	1
6	1	Частные случаи для особых значений параметров. Функции Уиттекера. Многочлены Лагерра. Многочлены Эрмита. Частные случаи вырожденной гипергеометрической функции.	1	1
7	1	Функции параболического цилиндра. Неполная Γ – функция и интеграл вероятности. Интегралы Френеля. Интегральная показательная функция. Интегральные синус, косинус и логарифм. Гипергеометрической функции и преобразования Лапласа. Интеграл Эрдейи. Преобразование	1	1

		Лапласа функций Уиттекера.		
8	1	Функции параболического цилиндра. Неполная Γ – функция и интеграл вероятности. Интегралы Френеля. Интегральная показательная функция. Интегральные синус, косинус и логарифм. Гипергеометрической функции и преобразования Лапласа. Интеграл Эрдейи. Преобразование Лапласа функций Уиттекера.	1	1
9	2	Цилиндрические функции. Дифференциальное уравнение Бесселя. Определение цилиндрических функций. Интегральные представления цилиндрических функций. Функции Бесселя. Функции Ганкеля. Функции Неймана. Свойства нулей цилиндрических функций. Асимптотические разложения цилиндрических функций. Функции Бесселя чисто мнимого аргумента.	1	1
10	2	Ряды Неймана и теоремы сложения для цилиндрических функций. Разложения по собственным функциям. Ряды Бесселя, Фурье и Дини. Обобщения цилиндрических функций. Функции Ангера, Ломмеля-Вебера и Струве.	1	1
11	2	Ряды Неймана и теоремы сложения для цилиндрических функций. Разложения по собственным функциям. Ряды Бесселя, Фурье и Дини. Обобщения цилиндрических функций. Функции Ангера, Ломмеля-Вебера и Струве.	1	1
12	2	Теория ренормализации – введение. Универсальный	1	1

		закон масштабирования и полиномиальные модели динамики систем. Порядок три и детерминированный хаос.		
13	2	Однопараметрические семейства унимодальных отображений. Гиперболические множества и неподвижные точки. Универсальные законы нелинейной динамики Фейгенбаума и Шарковского. Уравнение удвоение Цвитановича – Фейгенбаума. Оператор ренормализации. Производная Шварца. Посткритическое множество Кантора.	1	1
14	2	Фракталы Пуанкаре. Голоморфные динамические системы с рациональными отображениями вида $f(z) = P(z)/Q(z)$, где P, Q - взаимно простые полиномы. Рациональные отображения и множества Фату, Жюлиа и Мандельброта.	1	1
15	2	Гиперболические рациональные отображения и группы Клейна (теорема Д. Сулливана). Фракталы Пуанкаре и множества Пуанкаре-Жюлиа. Фракталы Пуанкаре-Мандельброта. Пространство Тейхмюллера поверхностей Клейна-Пуанкаре. Симметризованная бутылка Клейна.	1	1
16	2	Подобие и аффинные преобразования. Преобразования подобия. Последовательность Морса-Туэ. Автомодельные решения. Уравнение теплопроводности (диффузии). Уравнение Бюргерса. Уравнение Кортевега-де Фриза. Метод Софуса-Ли. Эргодичность и перемешивание. Алгебра Ли. Примеры. Дьявольская лестница. Гомоклинический хаос Квантовый хаос.	1	1

		Солитоны. Данные рассеяния.		
17	2	Нелинейные многообразия и высшие трансцендентные функции в физике. Качественные методы спектрального анализа нелинейных дифференциальных и интегродифференциальных уравнений. Дуальные пространства. Гомо- (гетеро-) клинический хаос в теории переноса излучения. Примеры. Универсальные алгебры и пространство-время. Вторичное квантование. Алгебра Грассмана и алгебра Клиффорда. Классификация бозе-частиц (бозонов) и ферми-частиц (фермионов). Примеры.	1	1
Итого:			17	17

Таблица 5.5 - Самостоятельная работа студента

Раздел дисциплины	№ п/п	Вид самостоятельной работы студента (СРС) и перечень дидактических единиц	Трудоемкость, часов
1	1.1	Введение	2
	1.2	Основные уравнения ВТФ	5
	1.3	Интеграл Дирихле	5
	1.4	Свойства сходимости ряда	5
	1.5	Обобщенные гипергеометрические функции	5
	1.6	Теорема сложения для функции Лежандра	5
	1.7	Многочлены Эрмита	5
	1.8	Функции Неймана	5
	1.9	Унитарные представления	5
2	2.1	Сферические функции	5
	2.2	Оператор ренормализации	5
	2.3	Производная Шварца	5
	2.4	Множества Мандельброта	5
	2.5	Симметризованная бутылка Клейна	4
	2.6	Дьявольская лестница	4
	2.7	Солитоны	4
ИТОГО:			74

6 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе освоения дисциплины при проведении аудиторных занятий используются следующие образовательные технологии: лекции, практические занятия с использованием активных и интерактивных форм проведения занятий.

Интерактивное обучение реализуется как диалоговое обучение в ходе лекционных и практических занятий, что позволяет осуществлять взаимодействие между студентом и преподавателем, а также между самими студентами.

При выполнении практических работ преподаватель занимается лишь общей организацией и регулированием процесса интерактивного взаимодействия студентов в бригадах, на которые разбивается студенческая группа. Преподаватель, кроме того, готовит заранее необходимые задания и формулирует вопросы для успешной реализации заданий, даёт консультации, контролирует время и порядок выполнения намеченного плана практического занятия. При решении задач практического занятия, студентам приходится вступать в коммуникацию друг с другом, совместно решать поставленные задачи, преодолевать конфликты, находить общие точки соприкосновения, идти на компромиссы. В результате, практические занятия позволяют интегрировать теоретические знания и практические умения.

Достижение планируемых результатов освоения дисциплины осуществляется за счет использования следующих образовательных технологий:

1. Информационные технологии – при применении компьютеров для использования электронных версий учебников, учебных пособий, методических указаний, журнальных статей и нормативной документации;

2. Работа в команде – совместная деятельность студентов в группе под руководством лидера, направленная на решение общей задачи путем творческого сложения результатов индивидуальной работы членов команды.

3. Case-study - анализ реальных проблемных ситуаций, имевших место в ядерной энергетике и поиск вариантов лучших решений.

На всех видах контроля студент должен продемонстрировать стандартные профессиональные действия за счет самостоятельного добывания необходимых знаний, умений и компетенций для конкретной и ранее неизвестной ситуации, возникающей при эксплуатации реакторной техники

Применяются вопросы с ветвлением допустимых решений, задачи на формирование прогноза, т.е. предполагаемых изменений в исходном объекте: «Что будет, если сделать то-то?».

При организации самостоятельной работы занятий используются методы самоуправляемой и самоконтролируемой познавательной деятельности через методы и технологии решения задач динамики и безопасности ЯЭУ.

Для проведения занятий с использованием электронного образования и дистанционных образовательных технологий используются следующие образовательные технологии и средства освоения дисциплины:

- электронная информационно-образовательная среда НИЯУ МИФИ – Режим доступа <https://eis.mephi.ru/>;

- платформа для проведения on-line конференций и вебинаров ZOOM – Режим доступа <https://zoom.us/>;

- файлообменная система Google Диск – Режим доступа <https://drive.google.com/>;

- система обмена текстовыми сообщениями для мобильных и иных платформ с поддержкой голосовой и видеосвязи WhatsApp;

- социальная сеть ВКонтакте;

- электронная почта преподавателей и студентов.

7 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО И ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ И ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ (АННОТАЦИЯ)

Фонд оценочных средств, включающий все виды оценочных средств, позволяющих проконтролировать сформированность у обучающихся компетенций и индикаторов их достижения, предусмотренных ОС НИЯУ МИФИ по специальности 14.05.01 Ядерные реакторы и материалы, ООП и рабочей программой дисциплины «Высшие трансцендентные функции в физике», приведен в Приложении.

Текущий контроль студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем, ведущим практические занятия по дисциплине, в следующих:

- тестирование;
- письменные домашние задания;
- устные опросы;
- рефераты;
- доклады;
- контрольные работы,

Отдельно оцениваются личностные качества студента (аккуратность, исполнительность, инициативность) – работа у доски, своевременная сдача тестов и письменных домашних заданий.

Промежуточный контроль студентов производится в следующей форме:

- зачет;

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о рейтинговой системе оценки знаний студентов ДИТИ НИЯУ МИФИ.

8 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Таблица 8.1 - Обеспечение дисциплины основной и дополнительной литературой по дисциплине

№ п/п	Автор	Название	Место издания	Наименование издательства	Год издания	Количество экземпляров
Основная литература						
1	Кратцер А., Франц К.	Высшие трансцендентные функции	Москва	ИЛ	1963	
2	Уиттекер Э., Ватсон Г.	Курс современного анализа.	Москва	Физматгиз	1962	
3	Бейтмен Г., Эрдейи А.	Высшие трансцендентные функции	Москва	Наука	1973	
4	Пригожин И., Стенгерс.	Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой.	Москва-Ижевск	УРСС	2002	
5	Макин Р.С.	Введение в теорию нелинейных диссипативных динамических систем.	Ульяновск	УлГТУ-ДИТУД	2006	

6	Березин Ф.А.	Метод вторичного квантования.	Москва	Наука	1986	
7	Кроновер Р.	Фракталы и хаос в динамических системах.	Москва	Техносфера	2006	
8	Макин Р.С.	Введение в элементарную нелинейную динамику	Димитровград	ДИТИ НИЯУ МИФИ	2012	
9	Мун Ф.	Хаотические колебания.	Москва	Мир	1990	
10	Макин Р.С.	нестационарная теория переноса	Димитровград	ДИТИ НИЯУ МИФИ	2012	
Дополнительная литература						
1	Зоммерфельд А. М.	Строение атома и спектры.	Москва	Голстехиздат	1956	
2	Гельфанд И.М., Граев М.И., Пятецкий-Шапиро И.И.	Теория представлений и автоморфные функции.	Москва	Наука	1966	
3	Гельфанд И.М., Граев М.И., Виленкин Н.Я.	Интегральная геометрия и связанные с ней вопросы теории представлений	Москва	Наука	1962	
4	Мандельброт Б.	Фрактальная геометрия природы	Ижевск	РХД	2001	
5	Макин Р.С.: Изд-во	Нелинейная хаотическая динамика. Вопросы теории.	Ульяновск	УлГТУ-ДИТУД	2009	
6	Малинецкий Г.Г., Потапов А.Б.	Современные проблемы нелинейной динамики	Москва	УРСС	2002	
7	Макин Р.С.	Качественные методы и многообразия в теории нелинейных операторов и их приложения.	Димитровград	ДИТИ НИЯУ МИФИ	в печати	

8.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень рекомендуемых Интернет сайтов:

1. <http://www.ditud.ru:2525/> (Электронная библиотека Димитровградского института технологии, управления и дизайна)
2. library.mephi.ru/ (Электронно-библиотечная система НИЯУ МИФИ)
3. lanbook.com/ebs.php (Электронно-библиотечная система издательства «Лань»)

Таблица 8.2 – Рекомендуемые электронно-библиотечные системы

№	Наименование ресурса	Тематика
1	http://www.library.mephi.ru/	Высшие трансцендентные

		функции в физике
2	https://e.lanbook.com/	Высшие трансцендентные функции в физике
3	ЭБС НИЯУ МИФИ	Высшие трансцендентные функции в физике
4	ЭБС «Лань»	Высшие трансцендентные функции в физике
5	ЭБС «Консультант студента»	Высшие трансцендентные функции в физике
6	ЭБС «ЮРАЙТ»	Высшие трансцендентные функции в физике

8.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 8.3 – Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

№	Наименование	Краткое описание
1	Windows 10 Pro	Операционная система
2	Microsoft Office	Программа дает возможность чтения лекций, просмотра презентаций и различных учебных материалов по предмету.
3	КОМПАС 3D	В данном программном коде возможно просматривать чертежи и схемы оборудования АЭС
4	Браузеры: Internet Explorer 10, Internet Explorer 9, Internet Explorer 8, FireFox 10, Safari 5, Google Chrome 17	Специальные программы для просмотра веб-страниц, поиска контента, файлов и их каталогов в Интернете
5	Антиплагиат.ВУЗ	Интернет-сервис для вузов, предназначенный для оценки степени самостоятельности письменных работ обучающихся

Таблица 8.4 – Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

	Наименование	Тематика	Электронный адрес
	Гарант	Правовая	https://www.garant.ru/
	Консультант	Правовая	https://www.consultant.ru/

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом
1	Лаборатория ядерных реакторов № 32 Посадочные места – 36 Автоматизированное рабочее место преподавателя ПК- 1 шт. Проектор Nec (1 шт.) + экран (настенный) (1 шт.) Документ-камера Aver Vision U 50 (1 шт.)	433511, Ульяновская область, г. Димитровград, ул. Куйбышева, 294

10 ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 N 245);

– Положением об организации обучения студентов-инвалидов и студентов с ограниченными возможностями здоровья в НИЯУ МИФИ, утвержденным 29.08.2017г.;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения в рабочей программе
дисциплины на 20__/20__ уч.г.**

Внесенные изменения на 20__/20__ учебный год

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

- 1)
- 2)

или делается отметка о нецелесообразности внесения каких-либо изменений на данный учебный год

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры

(дата, номер протокола заседания кафедры, подпись зав. кафедрой).

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой

наименование кафедры личная подпись расшифровка подписи дата

Руководитель ООП,

ученая степень, должность

личная подпись расшифровка подписи дата