


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России
Б.Н.Ельцина»

Институт радиоэлектроники и информационных технологий - РТФ
Департамент информационных технологий и автоматике



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе


С.Т. Князев
«25» 05 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ


УРАВНЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

Рекомендована учебно-методическим советом Физико-технологического института
для направлений подготовки и специальностей:

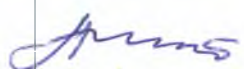
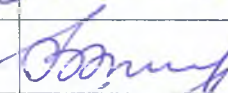

Код ОП	Направление/ Специальность	Направленность (профиль) программы магистратуры/ специализации	Номер учебного плана	Код дисциплины по учебному плану
14.05.01/02.01	Ядерные реакторы и материалы	Ядерные реакторы и материалы	5242	Б1.20
14.05.03/02.01	Технологии разделения изотопов и ядерное топливо	Технологии разделения изотопов и ядерное топливо	5224	Б1.20
14.05.04/02.01	Электроника и автоматика физических установок	Электроника и автоматика физических установок	5181	Б1.15

Екатеринбург, 2018

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Чуксина Н.В.	к.ф.-м.н.	доцент	Департамент информационных технологий и автоматики	

Рабочая программа одобрена на заседании кафедр (учебно-методических советов):

№	Наименование кафедры (УМС)	Дата заседания	Номер протокола	ФИО зав. кафедрой	Подпись
1	Департамент информационных технологий и автоматики	14.04.18	4	К.А. Аксенов	
2	Кафедра технической физики	01.03.18	3	В.И. Токманцев	
3	Кафедра экспериментальной физики	15.02.18	2	В.Ю. Иванов	

Согласовано:

Начальник отдела проектирования образовательных программ и организации учебного процесса

 Р.Х. Токарева

Председатель учебно-методического совета ФТИ
Протокол № 7 от 12.03.2018

 В.В. Зверев



1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «УРАВНЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ»

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования

Код направления/ специальности	Название направления/ специальности	Реквизиты приказа Министерства образования и науки Российской Федерации об утверждении и вводе в действие ФГОС ВО	
		Дата	Номер приказа
14.05.01	Ядерные реакторы и материалы	03.09.2016	№ 956
14.05.03	Технологии разделения изотопов и ядерное топливо	17.10.2016	№ 1292
14.05.04	Электроника и автоматика физических установок	11.08.2016	№ 1414-дсп

1.1. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование компетенций:

Код ОП	общекультурные компетенции (ОК) в соответствии с ФГОС ВО; общепрофессиональные компетенции (ОПК) в соответствии с ФГОС ВО; профессиональные компетенции (ПК) в соответствии с ФГОС ВО; дополнительные профессиональные компетенции (ДПК) по предложениям работодателей
14.05.01/02.01	<ul style="list-style-type: none"> – способность создавать теоретические и математические модели, описывающие нейтронно-физические 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 (ПК-1); – готовность решать инженерно-физические и экономические задачи с помощью пакетов прикладных программ (ПК-28); – умение выполнять физическое и математическое моделирование конструкторских разработок и технических режимов (ДПК-2).
14.05.03/02.01	<ul style="list-style-type: none"> – -исследовательских работ в области физики атомного ядра и частиц, ядерных реакторов, конденсированного состояния вещества, разделения изотопов, физического материаловедения, экологии, требующих широкой фундаментальной междисциплинарной подготовки и владения навыками современных экспериментальных методов (ПК-1); – способностью применять экспериментальные, теоретические и расчетные (компьютерные) методы исследований в профессиональной области (ПК-2); – способностью к созданию теоретических и математических моделей, описывающих конденсированное состояние вещества или процессы в реакторах, ускорителях, масс-спектрометрах или воздействие ионизирующего излучения на человека и биологические структуры (ПК-3); – способностью проводить математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований (ПК-9).

14.05.04/02.01	<ul style="list-style-type: none"> – способность к логическому мышлению, обобщению, анализу, критическому осмыслению, систематизации, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их решения (ОК-9); – способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля, для приобретения новых знаний и умений, в том числе в новых областях, непосредственно не связанных со сферой деятельности, развивать социальные и профессиональные компетенции, изменять вид и характер своей профессиональной деятельности (ОК-10); – способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа и выработки решения (ОПК-1); – способность применять математический аппарат и вычислительную технику для решения профессиональных задач (ОПК-2); – способность применять методы научно-исследовательской и практической деятельности (ОПК-5); – способность создавать теоретические и математические модели, описывающие нейтронно-физические 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 (ПК-1); – способность самостоятельно выполнять экспериментальные или теоретические исследования для решения научных и производственных задач с использованием современной техники и методов расчета и исследования (ПК-6); – готовность решать инженерно-физические и экономические задачи с помощью пакетов прикладных программ (ПК-28); – моделирование процессов и объектов на базе стандартных систем автоматизированного проектирования (ПКД-1).
----------------	---

1.2. Содержание результатов обучения

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- основные понятия функционального анализа;
- основные понятия, теоретические положения и методы математической физики;
- корректные постановки классических задач;
- основные понятия и методы вариационного исчисления.

Уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать таблицы специальных функций при решении задачи Штурма-Лиувилля;
- записать уравнение математической физики, граничные и начальные условия,
- привести уравнение к каноническому виду, выбрать метод решения и найти решение;
- находить экстремум функционала;
- на основе анализа увидеть и корректно сформулировать математически точный результат.

Владеть:

- владеть исследовательскими навыками;

- владеть навыками практического использования математического аппарата для решения конкретных задач по фундаментальным разделам математики;
- владение способами обработки исходных данных и перевода первичной информации на профессиональный язык.

1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

[описание междисциплинарных связей в структуре образовательной программы в соответствии с ОХОП (табл.3)]

1. Пререквизиты	Математический анализ, дифференциальные уравнения и ряды
2. Кореквизиты*	Теория вероятностей и математическая статистика
3. Постреквизиты	Интегральные уравнения, теплофизика

1.4. Объем (трудоемкость) дисциплины (очная форма обучения)

Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
	Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)	4
Аудиторные занятия	68	68	68
Лекции	34	34	34
Практические занятия	34	34	34
Лабораторные работы	0	0	0
Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации, час.	72	10,20	72
Промежуточная аттестация	4	0,25	Зачет, 4
Общий объем по учебному плану, час.	144	78,45	144
Общий объем по учебному плану, з.е.	4		4

1.5. Краткое описание (аннотация) дисциплины

Дисциплина "Уравнения математической физики" относится к базовой части естественно-научного цикла и посвящена изучению элементов функционального анализа, вариационного исчисления, специальных функций, решению уравнений математической физики. Данная дисциплина тесно связана с другими разделами математики, а также физики. Она создает фундамент общеинженерной подготовки специалиста.

2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
Р 1	Элементы функционального анализа	Линейное нормированное пространство. Операторы и функционалы, Их линейность, непрерывность, норма. Сходимость в линейных нормированных

		<p>пространствах. Евклидовы и гильбертовы пространства. Ортогональные системы. Ряды Фурье. Задача Штурма-Лиувилля. Собственные значения и собственные векторы оператора. Свойства собственных функций и собственных значений операторов</p> $Lu = \frac{1}{\rho} [\operatorname{div}(p \cdot \operatorname{grad} u) - qu] \text{ и } Lu = Au'' + Bu' + Cu.$
Р 2	Специальные функции	<p>Ортогональные многочлены, их общие свойства. Многочлены Лежандра, Эрмита, Лагерра. Ортогональные функции. Функции Бесселя, их свойства: ортогональность, знак собственных значений, разложение в ряд, рекуррентные соотношения, норма. Функции Бесселя второго рода. Общее решение уравнения Бесселя.</p>
Р 3	Уравнения математической физики	<p>Вывод основных уравнений математической физики. Типы граничных и начальных условий для данных уравнений. Постановка задач. Приведение УМФ к каноническому виду. Метод Фурье разделения переменных для уравнений гиперболического, параболического и эллиптического типов. Особенности метода Фурье для стационарных задач; решение краевой задачи для уравнения Лапласа в прямоугольнике, в круге, в цилиндре. Метод интегральных преобразований. Применение преобразования Фурье к решению задачи Коши для волнового уравнения на бесконечном интервале и полубесконечном интервале. Формула Даламбера. Задача Коши для уравнения теплопроводности на бесконечном интервале. Функция Грина.</p>
Р 4	Элементы вариационного исчисления	<p>Экстремум функционала. Понятие дифференцируемого функционала и его первой вариации. Понятие дважды дифференцируемого функционала и его второй вариации. Формула для вычисления первой вариации. Необходимое условие экстремума функционала. Достаточное условие экстремума. Экстремум функционала $\int_a^b f(x, y, y') dx$.</p> <p>Уравнение Эйлера.</p> <p>Экстремумы функционалов $\int_a^b f(x, y_1, \dots, y_n, y_1', \dots, y_n') dx$, $\int_a^b f(x, y, y', y'', \dots, y^{(n)}) dx$.</p> <p>Условный экстремум функционала $\int_a^b f(x, y_1, \dots, y_n, y_1', \dots, y_n') dx$ при наличии конечных, дифференциальных или интегральных связей.</p>

3 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ (очная форма обучения)

3.1.Распределение для изучаемой дисциплины аудиторной нагрузки и контрольных мероприятий по разделам для очной формы обучения

Таблица 3.1.

2

Семестр обучения: 4

Объем дисциплины (зач.ед.): 4

Раздел дисциплины		Аудиторная нагрузка (час.)				Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																							
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)					Всего (час.)	Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)								Всего на подготовку к контрольным мероприятиям (час.)	Подготовка к контрольным мероприятиям (колич.)		Подготовка к аттестационным мероприятиям (час.)				
								Всего	Лекция	Практ., семинар, занятие	Лабораторное занятие	И/и семинар-конференция, коллоквиум		Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Инд. или групповой проект*	Перевод инояз. литературы*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Курсовая работа*		Курсовой проект*	Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет* (при наличии зачета)	(дифференцированный или при отсутствии зачета)	Экзамен*	
P1	Элементы функционального анализа	14	8	4	4		6	4	1	3												2	1						
P2	Специальные функции	25	12	6	6		13	5	1	4		8							1										
P3	Уравнения математической физики	69	32	16	16		37	15	3	12		18								1		4	1						
P4	Элементы вариационного исчисления	32	16	8	8		16	8	2	6		8							1										
	Всего (час), без учета подготовки к аттестационным мероприятиям:	140	68	34	34	0	72	32	7	25	0	0	34	0	0	0	0	0	16	18	0	0	6	6	0				
	Всего по дисциплине (час.):	144	68				76	В т.ч. промежуточная аттестация																		4	0	0	

4 ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторный практикум

Не предусмотрено

4.2. Практические занятия

Код раздела, темы	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
Р 1	Элементы функционального анализа	4
Р 2	Специальные функции	6
Р 3	Уравнения математической физики	16
Р 4	Элементы вариационного исчисления	8
Всего:		34

4.3. Самостоятельная работа студентов

4.3.1. *Примерный перечень тем домашних работ*

Не предусмотрено

4.3.2. *Примерный перечень тем графических работ*

Не предусмотрено

4.3.3. *Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)*

Не предусмотрено

4.3.4. *Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)*

1. Специальные функции
2. Вариационное исчисление

4.3.5. *Примерный перечень тем расчетно-графических работ*

Уравнения математической физики

4.3.6. *Примерная тематика курсового проекта (работы) (индивидуального или группового)*

Не предусмотрено.

4.3.7. *Примерный перечень тем контрольных работ*

1. Задача Штурма-Лиувилля.
2. Уравнения математической физики.

4.3.8. *Примерная тематика коллоквиумов*

Не предусмотрено.

5 СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ МЕТОДОВ И ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

[указываются методы обучения, используемые в процессе освоения дисциплины, ненужные строки удаляются]

Код раздела, темы дисциплины	Активные и интерактивные методы обучения	Формы учебных занятий и виды учебной работы										
		Лекция	Практич., семинар. занятия	Лабораторное занятие или семинар, семинар-конференция,	Домашняя работа	Графическая работа	Реферат, эссе, творч. работа	Расчетная работа (программный продукт)	Расчетно-графич. работа	Курс. проект (работа)	Контрольная работа	Коллоквиум
P1-P4	Методы активного обучения											
	Проектная работа							*				
	Командная работа	*	*									
	Методы проблемного обучения	*	*					*	*		*	

6 ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ

6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины в рамках учебного плана – к дисц.= 1.
В том числе, коэффициент значимости курсовых работ/проектов, если они предусмотрены – не предусмотрено

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – к лек. = 0,5		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Расчетная работа №1 «Специальные функции»	IV, 2-5	30
Расчетная работа №2 «Вариационное исчисление»	IV, 13-17	30
Расчетно-графическая работа «Уравнения математической физики»	IV, 6-12	40
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – к тек.лек.= 0,5		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – к пром.лек.= 0,5		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – к прак. = 0,5		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах

Контрольная работа №1	IV, 5	40
Контрольная работа №2	IV, 13	40
Миниконтроль	IV, 1-17	20
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – k тек.прак.= 1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – k пром.прак. = 0		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрено		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы

Не предусмотрено

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины)

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре – k сем. n
Семестр 4	1

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Владимиров В.С. Уравнения математической физики : учебник для студентов вузов / В.С. Владимиров, В.В. Жаринов. – Изд. 2-е, стер. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 400 с. 49 экз
2. Вся высшая математика : учебник для студентов втузов. Т. 4 / М. Л. Краснов, А. И. Киселев, Г. И. Макаренко, Е. В. Шикин, В. И. Заляпин, С. К. Соболев. — Москва : Едиториал УРСС, 2001. — 352 с. 115 экз
3. Вся высшая математика : Учебник для студентов втузов. Т. 6 / М. Л. Краснов, А. И. Киселев, Г. И. Макаренко и др. — М.: Эдиториал УРСС, 2003. — 256 с. 100 экз
4. Данко П. Е. Высшая математика в упражнениях и задачах : [учеб. пособие для вузов] : в 2 ч. Ч. 2 / П. Е. Данко, А. Г. Попов, Т. Я. Кожевникова. — 6-е изд. — М. : ОНИКС 21 век : Мир и Образование, 2003. — 416 с. 46 экз
5. Сборник задач по математике для втузов : [учеб. пособие]. Ч. 4. Методы оптимизации уравнения в частных производных. Интегральные уравнения / Э. А. Вуколов [и др.] / под ред. А. В. Ефимова. — 2-е изд., перераб. — Москва : Наука, 1990. — 302 с. 674 экз 2004 года
6. Письменный Д.Т. Конспект лекций по высшей математике. Полный курс / Д.Т. Письменный. — 4-е изд. — Москва : Айрис-пресс, 2005. — 608 с. 206 экз.

7.1.2. Дополнительная литература

1. Бронштейн, И. Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов: . – Москва : Лань, 2010. — 608 с.
<URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=678>
2. Демидович Б.П. Краткий курс высшей математики : учеб. пособие для вузов / Б. П. Демидович, В. А. Кудрявцев. — М. : Астрель : АСТ, 2007. – 654 с. 54 экз

3. Кузнецов Л.А. Сборник задач по высшей математике. Типовые расчеты : учеб. пособие / Л. А. Кузнецов . – Изд. 3-е, испр . – Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2005 .— 240 с. 119 экз
4. Корн Г. Справочник по математике для научных работников и инженеров / Г. Корн, Т. Корн. – М.: Наука, 1977. – 831 с.
<URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=454587>>.
5. Черненко В.Д. Высшая математика в примерах и задачах. /В.Д. Черненко. СПб: Изд-во «Политехника», 2003. – 703с.
<URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=129578>>.
<URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=129579>>.
<URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=129581>>.

7.1.3. Методические разработки

1. Минькова Р.М. Методы математической физики. Часть 1/Р.М. Минькова. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2008. 85 с.
2. Леликова Е.Ф. Методы математической физики. Часть 2/ Е.Ф. Леликова. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2008. 69 с.
3. Минькова Р.М. Математическая физика в примерах и задачах. /Р.М. Минькова. Екатеринбург:УрФУ, 2010. 105 с.
4. Математическая физика. Сборник типовых заданий и справочные сведения/ Р.М. Минькова, В.В. Трещева. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2007. 56 с.
5. Минькова Р.М. Методы математической физики / Р.М. Минькова. Екатеринбург: УрФУ, 2013. 87 с.

7.2. Программное обеспечение

Издательская система LaTeX (свободное ПО)
Microsoft Office Standard 2013

7.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», информационно-справочные и поисковые системы

- <http://www.intuit.ru/> - Национальный открытый университет «ИНТУИТ».
1. <http://www.edu.ru> – Федеральный портал. Российское образование.
 2. <http://edu.urfu.ru/> - Образовательный портал УрФУ.
 3. <http://www.testor.ru/page.aspx> - Портал поддержки образования в Российской Федерации Testor.ru

7.4. Электронные образовательные ресурсы

1. УМК-Д №786 Минькова Р.М. Уравнения математической физики.
<http://study.urfu.ru/Aid/ViewFiles/786>
2. УМК-Д №749 Минькова Р.М. Математическая физика.
<http://study.urfu.ru/Aid/ViewFiles/749>
3. УМК-Д №10799 Минькова Р.М., Трещева В.В. Методы математической физики.
<http://study.urfu.ru/Aid/ViewFiles/10799>
4. УМК-Д №12025 Минькова Р.М. Математическая физика.
<http://study.urfu.ru/Aid/ViewFiles/12025>

7.5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Рекомендации для преподавателя включают в себя следующее:

- 1) корректировку методики изложения курса: структуры и последовательности изложения материала; составление тестовых заданий, контрольных вопросов;
- 2) корректировку методики проведения практических занятий;
- 3) корректировку методики самостоятельной работы студентов;
- 4) корректировку структуры, содержания курса.

Рекомендации для студента включают в себя следующее:

- 1) посещение лекций, подготовка к практическим занятиям;
- 2) активную работу на практических занятиях;
- 3) выполнение индивидуальных заданий, расчетно-графических работ.

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет

	отношение к учебе, порученному делу	обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.
--	-------------------------------------	---	---

8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

Не предусмотрено.

8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.3.1. Примерные задания для проведения контрольных в рамках учебных занятий.

1. Найти норму оператора $\hat{A}: C_{[0,1]} \otimes C_{[0,1]} \rightarrow C_{[0,1]}$, $\hat{A}(x) = \int_0^t x(s) ds$
2. Исследовать сходимость последовательности $f_n(x) = \frac{nx + x^2 + n^2}{x^2 + n^2}$ в пространствах $C[0,1]$, $L_2(0,1)$, $C(0,\infty)$.
3. Определить тип уравнения и привести его к каноническому виду:
 $4u_{xx} + 4u_{xy} + u_{yy} - 2u_y = 0$.
4. Найти общее решение уравнения: $x^2 u_{xx} - 2x u_{xy} + y^2 u_{yy} + x u_x + y u_y = 0$.

8.3.2. Примерные задания в составе расчетных работ.

1. Вычислить интеграл $\int_0^2 t^3 J_0(t) dt$.
2. Разложить функцию $f(x) = 2x^3 + 7x - 5$ в ряд по собственным функциям оператора $Ly = y'' - 2xy'$, $x \in (-\infty, \infty)$.
3. Найти экстремаль функционала и определить тип экстремума
 $F(y(x)) = \int_0^1 (1+x^2)(y'(x))^2 dx$, $y(0) = 0$, $y(1) = \frac{\pi}{2}$.
4. Найти экстремали функционала и определить тип экстремума
 $F(y, z) = \int_0^1 ((y')^2 + (z')^2 - 2yz) dx$, $y(0) = z(0) = 0$, $y(\frac{\pi}{2}) = z(\frac{\pi}{2}) = 1$.

8.3.3. Примерные контрольные кейсы

Не используются.

8.3.5. Перечень примерных вопросов для зачета

Раздел 1. Элементы функционального анализа

5. Линейное нормированное пространство. Операторы и функционалы.
6. Евклидово пространство. Ряд Фурье по ортогональной системе.

7. Собственные элементы и собственные значения оператора. Их свойства для самосопряженного неотрицательного оператора.
8. Задача Штурма-Лиувилля. Свойства собственных функций и собственных значений операторов $Lu = \frac{1}{\rho} [\operatorname{div}(p \cdot \operatorname{grad} u) - qu]$ и $Lu = Au'' + Bu' + Cu$.

Раздел 2. Специальные функции

9. Ортогональные многочлены, их общие свойства. Многочлены Лежандра, Эрмита, Лагерра.
10. Ортогональные функции. Лежандра, Эрмита, Лагерра.
11. Функции Бесселя, их свойства: ортогональность, знак собственных значений, представление в виде ряда, рекуррентные соотношения, норма. Функции Бесселя второго рода. Общее решение уравнения Бесселя.

Раздел 3. Основные уравнения математической физики

12. Вывод уравнения теплопроводности. Уравнение диффузии. Уравнение малых поперечных колебаний струны. Уравнение малых продольных колебаний стержня.
13. Типы граничных и начальных условий для данных уравнений.
14. Метод Фурье разделения переменных
 - а) метод Фурье для однородного уравнения и однородных граничных условий.
 - б) метод Фурье для неоднородного уравнения и однородных граничных условий.
 - в) метод Фурье для неоднородных граничных условий.
 - г) особенности метода Фурье для стационарных задач; решение краевой задачи для уравнения Лапласа в прямоугольнике, в круге, в цилиндре.
15. Метод интегральных преобразований
 - а) преобразование Фурье и его свойства.
 - б) применение преобразования Фурье к решению задачи Коши для волнового уравнения на бесконечном интервале. Формула Даламбера.
 - в) применение преобразования Фурье к решению задачи Коши для уравнения теплопроводности на бесконечном интервале. Функция Грина.

Раздел 4. Вариационное исчисление

16. Экстремум функционала. Понятие дифференцируемого функционала и его первой вариации. Понятие дважды дифференцируемого функционала и его второй вариации. Формула для вычисления первой вариации.
17. Необходимое условие экстремума функционала. Достаточное условие экстремума.
18. Экстремум функционала $F(y(x)) = \int_a^b f(x, y, y') dx$. Уравнение Эйлера.
19. Экстремум функционала $F(y_1, y_2, \dots, y_n) = \int_a^b f(x, y_1, \dots, y_n, y_1', \dots, y_n') dx$.
20. Экстремум функционала $F(y) = \int_a^b f(x, y, y', y'', \dots, y^{(n)}) dx$.
21. Условный экстремум функционала $F(y_1, y_2, \dots, y_n) = \int_a^b f(x, y_1, \dots, y_n, y_1', \dots, y_n') dx$ при наличии конечных, дифференциальных или интегральных связей.

8.3.6. Перечень примерных вопросов для экзамена

Не предусмотрено

8.3.7. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках

текущей и промежуточной аттестации.

Не используются.

8.3.8. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля.

Не используются.

8.3.9. Интернет-тренажеры.

Не используются.

8.3.10. Примерные задания в составе расчетно-графических работ

1. Концы струны закреплены жестко, а начальное отклонение имеет форму квадратичной параболы, симметричной относительно перпендикуляра к середине струны. Найти колебания струны, если начальные скорости равны нулю, а длина струны равна l .
2. Найти распределение температуры в бесконечном цилиндре радиуса R , если начальное распределение температуры $u(r, 0) = r^2$, а на боковой поверхности цилиндра происходит теплообмен со средой нулевой температуры.
3. Решить задачу:

$$\begin{cases} u_{tt} = (1-x^2)u_{xx} - 2xu_x + t(3x^2-1), \\ |u|_{x=\pm 1} < \infty, \quad u|_{t=0} = u_t|_{t=0} = 0. \end{cases}$$

4. Найти функцию, гармоническую внутри единичной сферы, такую, что

$$u|_{r=1} = \sin \theta (\sin \varphi + \sin \theta).$$

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Специально оборудованные аудитории УрФУ с видеопроекционным комплексом на базе мультимедийного проектора и настольного ПК.

