

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ С.А. ЕСЕНИНА»

Утверждаю:

Декан

физико-математического

факультета

Н.Б. Федорова

«30» августа 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

Уровень основной профессиональной образовательной программы
бакалавриат

Направление подготовки **44.03.05 Педагогическое образование**
(с двумя профилями подготовки)

Направленность (профиль) подготовки **Математика и физика**

Форма обучения **очная**

Сроки освоения ОПОП **нормативный срок освоения 5 лет**

Факультет **физико-математический**

Кафедра **общей и теоретической физики и МПФ**

Рязань, 2018

ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины **Математическая физика** являются формирование у обучающихся общекультурных и профессиональных компетенций, установленных ФГОС ВО, в процессе изучения, применения и освоения положений и приемов математической физики изучение фундаментальных математических моделей теоретической физики, постановка и решение исследовательских задач в области физики определение роли математического моделирования при описании различных физических процессов и явлений.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВУЗА

2.1. Учебная дисциплина **Б.1.В.ОД. 3.7. «Математическая физика»** относится к вариативной части Блока 1 (обязательные дисциплины).

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами

- *Математический анализ*
- *Дифференциальные уравнения*
- *Механика*
- *Молекулярная физика*
- *Электричество*
- *Магнетизм*
- *Оптика и квантовая физика*

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

Физика твердого тела и полупроводников

- *Физика твердого тела*
- *Статистическая физика*
- *Квантовая электроника*

2.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общекультурных (ОК) и профессиональных (ПК) компетенций:

№ п/п	Номер/индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
			Знать	Уметь	Владеть
1	2	3	4	5	6
1.	ОК-3	способностью использовать естественнонаучные и математические знания для ориентирования в современном информационном пространстве	Выражения основных дифференциальных операторов теории поля в декартовых координатах	Вычислять $grad, div$ и rot для часто встречающихся выражений	Понятиями состояния физической системы; классической и квантовой суперпозиции; вероятностного характера квантово-механический предсказаний.
2.	ПК-2	способностью использовать современные методы и технологии обучения и диагностики	Понятия математической модели физического явления; определения основных понятий теории поля Дифференциальные и интегральные признаки потенциальных и соленоидальных векторных полей.	Записывать математические выражения основных дифференциальных операторов теории поля в декартовых и в сферических координатах	Компьютерными технологиями обработки решений уравнений математической физики и результатов физического эксперимента.

2.5 Карта компетенций дисциплины.

КАРТА КОМПЕТЕНЦИЙ ДИСЦИПЛИНЫ					
НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ		МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА			
Цель дисциплины		Целями освоения учебной дисциплины математическая физика являются формирование у обучающихся общекультурных и профессиональных компетенций, установленных ФГОС ВО, в процессе изучения, применения и освоения положений и приемов математической физики изучение фундаментальных математических моделей теоретической физики, постановка и решение исследовательских задач в области физики определение роли математического моделирования при описании различных физических процессов и явлений.			
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие					
Общекультурные компетенции:					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технологии формирования	Форма оценочного средства	Уровни освоения компетенции
ИНДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
ОК-3	способностью использовать естественнонаучные и математические знания для ориентирования в современном информационном пространстве	Знать выражения основных дифференциальных операторов теории поля в декартовых координатах Уметь вычислять $grad, div$ и rot для часто встречающихся выражений. Владеть понятиями физической системы; классической и квантовой суперпозиции; вероятностного характера квантово-механический предсказаний	Путем проведения лекционных, практических занятий, применения новых образовательных технологий, организации самостоятельных работ.	Тестирование, контрольная работа, доклады, индивидуальные домашние задания, экзамен	Пороговый Знает и умеет вычислять основные дифференциальные операторы для часто встречающихся выражений Повышенный Владеет современными понятиями моделирования
Профессиональные компетенции:					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технологии формирования	Форма оценочного средства	Уровни освоения компетенции
ИНДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
ПК-2	способностью использовать современные методы и технологии обучения и	Знать понятия математической модели физического явления; определения основных понятий теории поля признаки потенциальных и соленоидальных векторных полей.	Путем проведения лекционных, практических занятий, применения новых образовательных технологий, организации самостоятельных работ.	Тестирование, контрольная работа, доклады, индивидуальные домашние задания, экзамен	Пороговый Способен записывать математические выражения основных дифференциальных операторов теории поля в декартовых и в сферических

	диагностики	Уметь записывать математические выражения основных дифференциальных операторов теории поля в декартовых и в сферических координатах Владеть компьютерными технологиями обработки решений уравнений математической физики и результатов физического эксперимента			координатах Повышенный Способен самостоятельно с помощью компьютерных технологий решать уравнения математической физики
--	-------------	--	--	--	---

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1. ОБЪЕМ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		№6
		часов
1	2	3
1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	54	54
В том числе:		
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ), Семинары (С)	36	36
Лабораторные работы (ЛР)		
2. Самостоятельная работа студента (всего)	54	54
В том числе	-	
<i>СРС в семестре:</i>	54	54
Курсовая работа	КП	
	КР	
Другие виды СРС:		
Выполнение индивидуального задания	2	2
Выполнение промежуточных вычислений, пропущенных в лекциях и на практических занятиях	11	11
Подготовка доклада	2	2
Решение стандартных задач	5	5
Решение нестандартных задач	7	7
Изучение литературы и конспектирование	9	9
Выполнение индивидуальных домашних заданий	4	4
Отработка терминологии	3	3
Подготовка к тестированию	4	4
<i>СРС в период сессии</i>		
Вид промежуточной аттестации	зачет (З)	36
	экзамен (Э)	
ИТОГО: Общая трудоемкость	часов	144
	зач. ед.	4

2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Содержание разделов учебной дисциплины

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины	Содержание раздела в дидактических единицах
		3	4
6	1	Математическая теория поля.	Математическое поле. Скалярные и векторные поля. Потенциальные и соленоидальные векторные поля. Поток и циркуляция векторного поля.. Тензор инерции, тензор электромагнитного поля. Криволинейные координаты. Криволинейные координаты. Линейные операторы. Собственные функции и собственные значения линейных операторов.
	2	Уравнения математической физики	Постановка задач математической физики. Начальные и краевые условия. Корректность задачи. Задача Коши для бесконечной струны. Единственность решения смешанной задачи для закреплённой струны. Задача Коши для одномерного уравнения теплопроводности. Интеграл Фурье в действительной и комплексной форме. Импульсная функция Дирака. Полиномы Лежандра. Ортогональные системы функций. Ряды по ортогональным системам. Равенство Парсевала. Уравнение Лапласа. Задача Дирихле. Гармонические функции. Краевая задача для уравнения Пуассона. Уравнение Шредингера. Многочлены Лаггера.

2.2. Разделы учебной дисциплины, виды учебной деятельности и формы контроля

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестрам)
			Л	ЛР	ПЗ/С	СРС	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
6	1	Математическая теория поля	4	-	4	12	20	Собеседование (1 неделя) Индивидуальные домашние задания (2 неделя) Проверка индивидуальных домашних заданий (3 неделя) Доклад (3 неделя)
6	2	Уравнения математической физики	14	-	32	42	88	Индивидуальные домашние задания (3 неделя) Тестирование (5 неделя) Индивидуальные домашние задания (10 неделя) Индивидуальные домашние задания (14 неделя) Контрольный просмотр работ (5,15 неделя) Тестирование (16 неделя)
		По пунктам 1- 2					36	Экзамен
		ИТОГО	18	-	36	54	144	

2.3. Лабораторный практикум

Не предусмотрен

2.4. Примерная тематика курсовых работ

Не предусмотрены

3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТА

3.1. Виды СРС

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины	Виды СРС	Всего часов
1	2	3	4	5
6	1.	Математическая теория поля	<p>Решение стандартных задач теории поля</p> <p>Работа с учебной литературой</p> <p>Выполнение промежуточных вычислений, пропущенных в лекциях и на практических занятиях</p> <p>Разбор нестандартных задач</p> <p>Выполнение индивидуальных домашних заданий</p>	<p>3</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>2</p> <p>2</p>
	2.	Уравнения математической физики	<p>Работа с учебной литературой (основной и дополнительной) по уравнению колебаний струны</p> <p>Подготовка доклада</p> <p>Выполнение промежуточных вычислений, пропущенных в лекциях и на практических занятиях.</p> <p>Решение индивидуальных задач (уравнение колебаний конечной и бесконечной струны)</p> <p>Разбор нестандартных задач на применение уравнения колебаний струны</p> <p>Отработка терминологии</p> <p>Работа с учебной литературой (основной и дополнительной) по уравнению теплопроводности</p> <p>Решение индивидуальных задач (уравнение теплопроводности)</p> <p>Разбор нестандартных задач на применение уравнения теплопроводности</p> <p>Выполнение промежуточных вычислений, пропущенных в лекциях и на практических занятиях.</p> <p>Отработка терминологии</p> <p>Работа с учебной литературой (основной и дополнительной) по уравнению Пуассона</p> <p>Решение индивидуальных задач (уравнение Пуассона)</p> <p>Разбор нестандартных задач на применение уравнения Пуассона</p> <p>Отработка терминологии</p> <p>Подготовка к тестированию знаний фактического материала</p> <p>Разбор стандартных уравнений математической физики</p> <p>Разбор нестандартных заданий</p> <p>Работа с дополнительной литературой</p> <p>Выполнение промежуточных вычислений, пропущенных в лекциях и</p>	<p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>1</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>1</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>1</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>1</p> <p>2</p>

			на практических занятиях.	2
			Отработка терминологии	1
			Подготовка к тестированию знаний фактического материала	2
			Выполнение промежуточных вычислений, пропущенных в лекциях и на практических занятиях	2
			Работа с дополнительной литературой	1
ИТОГО в семестре:				54

4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (см. Фонд оценочных средств)

4.1. Рейтинговая система оценки знаний обучающихся по учебной дисциплине
Рейтинговая система не используется.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература

№ п/п	Автор (ы), наименование, место издания и издательство, год	Используется при изучении и разделов	Семестр	Количество экземпляров	
				В библиотеке	На кафедре
	2	3	4	5	6
1	Байков, В. А. Уравнения математической физики [Электронный ресурс] : учебник и практикум для академического бакалавриата / В. А. Байков, А. В. Жибер. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Издательство Юрайт, 2017. – 255 с. – (Бакалавр. Академический курс). – https://www.biblio-online.ru/book/E4CC7C7D-F3F0-4CD2-8080-579C7F19DA97 (дата обращения: 29.06.2018)	2	6	ЭБС	
2	Ильин, А. М. Уравнения математической физики [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. М. Ильин. - М: Физмалит, 2009. – 192 с. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69318 (дата обращения: 29.06.2018)	2	6	ЭБС	
3	Соболева, Е. С. Задачи и упражнения по уравнениям математической физики. . [Электронный ресурс] / Е. С. Соболева, Г. М. Фатева. - М: Физмалит, 2012. - 96 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/5295 (дата обращения: 29.06.2018)	2	6	ЭБС	
4	Степаньянц, К. В. Классическая теория поля [Электронный ресурс] / К. В. Степаньянц.- М: Физмалит, 2009. 544 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/2328 (дата обращения: 29.06.2018)	1-2	6	ЭБС	

5.2. Дополнительная литература

№ п/п	Автор (ы), наименование, место издания и издательство, год	Используется при изучении и разделов	Семестр	Количество экземпляров	
				В библиотеке	На кафедре
	2	3	4	5	6
1	Емельянов, В. М. . Уравнения математической физики. Практикум по решению задач [Электронный ресурс] / В. М. Емельянов, Е. А. Рыбакина. - Спб: Лань, 2016. – 216 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/71748 (дата обращения: 29.06.2018)	1-2	6	ЭБС	
2	Дзержинский, Р. И. Уравнения математической физики [Электронный ресурс] : курс лекций / Р. И. Дзержинский, В. А. Логинов. - М. : Альтаир : МГАВТ, 2015. - 67 с. : ил. - Библиогр. в кн. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429675 (дата обращения: 29.06.2018)	1-2	6	ЭБС	
3	Сабитов, К. . Уравнения математической физики [Электронный ресурс] : учебник / К. Б. Сабитов. - М. : Физматлит, 2013. - 352 с. : ил. - (Математика. Прикладная математика). - Библиогр. в кн. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275562 (дата обращения: 29.06.2018)	1-2	6	ЭБС	

5.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

1. Университетская библиотека ONLINE [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red (дата обращения: 29.06.2018).
2. Труды преподавателей [Электронный ресурс]: коллекция // Электронная библиотека Научной библиотеки РГУ имени С. А. Есенина. - Доступ к полным текстам по паролю. - Режим доступа: <http://dspace.rsu.edu.ru/xmlui/handle/123456789/2362> (дата обращения: 07.07.2018).
3. Лань [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 29.06.2018).

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины

1. eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Доступ зарегистрированным пользователям по паролю. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 29.06.2018).
2. КиберЛенинка [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru>, свободный (дата обращения: 29.06.2018).
3. Научная библиотека РГУ имени С. А. Есенина [Электронный ресурс] : сайт. – Режим доступа: <http://library.rsu.edu.ru>, свободный (дата обращения: 29.06.2018).
4. Российский общеобразовательный портал [Электронный ресурс] : [образовательный портал]. – Режим доступа: <http://www.school.edu.ru>, свободный (дата обращения: 29.06.2018).

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий: *Стандартно оборудованные лекционные аудитории для проведения интерактивных лекций: видеопроектор, экран настенный, др. оборудование или компьютерный класс.*

6.2. Требования к оборудованию рабочих мест преподавателя и обучающихся: *Видеопроектор, ноутбук, переносной экран.*

6.3. Требования к специализированному оборудованию *отсутствуют.*

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (*Заполняется только для стандарта ФГОС ВПО*)

8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на

	консультации, на практическом занятии. Уделить внимание следующим понятиям (базис, координатное представления вектора, тензора, линейное сопряженное пространства, контра и ковариантные координаты, определение градиента и дивергенции, ротора) .
Практические занятия	Проработка рабочей программы дисциплины, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, решение основных уравнений математической физики.
Контрольная работа/индивидуальные задания	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующихся для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме.
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену (зачету) необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

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

1. Применение средств мультимедиа в образовательном процессе (презентации, видео);
2. Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты.

10. Требования к программному обеспечению учебного процесса.

1. Операционная система Windows Pro (договор № Tr000043844 от 22.09.15г.);
2. Антивирус Kaspersky Endpoint Security (договор № 14/03/2018-0142 от 30/03/2018г.);
3. Офисное приложение LibreOffice (свободно распространяемое ПО);
4. Архиватор 7-zip (свободно распространяемое ПО);
5. Браузер изображений FastStoneImageViewer (свободно распространяемое ПО);
6. PDF ридер FoxitReader (свободно распространяемое ПО);
7. PDF принтер doPdf (свободно распространяемое ПО);
8. Медиа проигрыватель VLC media player (свободно распространяемое ПО);
9. Запись дисков ImageBurn (свободно распространяемое ПО);
10. DJVU браузер DjVu Browser Plug-in (свободно распространяемое ПО);

11. Иные сведения

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине для промежуточного контроля успеваемости

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции или её части	Наименование оценочного средства
1.	Математическая теория поля.	ОК-3 ПК-2	Экзамен 6 семестр
2.	Уравнения математической физики		

ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОБУЧЕНИЯ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Индекс компетенции	Содержание компетенции	Элементы компетенции	Индекс элемента
ОК 3	способностью использовать естественнонаучные и математические знания для ориентирования в современном информационном пространстве	знать	
		31 Выражения основных дифференциальных операторов теории поля в декартовых координатах	ОК3 31
		уметь	
		У1 вычислять $grad, div$ и rot для часто встречающихся выражений.	ОК3 У1
		Владеть	
		В1 понятиями физической системы; классической квантовой суперпозиции; вероятностного характера квантово-механический предсказаний	ОК3 В1
ПК 2	способностью использовать современные методы и технологии обучения и диагностики	знать	
		31 Знать понятия математической модели физического явления;	ПК2 31
		32 определения основных понятий теории поля	ПК2 32
		33 признаки потенциальных и соленоидальных векторных полей.	ПК2 33
		уметь	
		У1 записывать математические	ПК1 У1

		выражения основных дифференциальных операторов теории поля в декартовых и в сферических координатах	
		владеть	
		В1 компьютерными технологиями обработки решений уравнений математической физики и результатов физического эксперимента	ПК1 В1

КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (ЭКЗАМЕН)

№	*Содержание оценочного средства	Индекс оцениваемой компетенции и ее элементов
1	Понятие вектора. Геометрические векторы и их координатное представление. Приведите примеры.	ОК-3 31, У1. ПК-2 31, 32, 33, У1.
2	Истинные векторы и псевдовекторы. Приведите примеры.	ОК-3 31, У1. ПК-2 31, 32, 33, У1.
3	N-мерное координатное пространство. Приведите пример.	ОК-3 31, У1. ПК-2 31, 32, 33 У1, У2, У3.
4	Сопряженное пространство Приведите пример.	ОК-3 31, У1. ПК-2 31, 32, 33 У1, У2, У3.
5	Контравариантные и ковариантные векторы. Приведите примеры.	ОК-3 31, У1, ПК-2 31, 32, 33 У1, У2, У3.
6	Тензорное произведение двух линейных пространств. Приведите примеры	ОК-3 31, У1. ПК-2 31, 32, 33 У1, У2, У3.
7	Базис в тензорном пространстве. Координаты тензора. Приведите пример.	ОК-3 31, У1. ПК-2 31, 32, 33 У1, У2, У3.
8	Координатное определение тензоров второго ранга. Тензоры второго ранга. Приведите пример тензора второго ранга	ОК-3 31, У1, В1 ПК-2 31, 32, 33 У1, У2, У3.
9	Тензоры произвольного ранга. Приведите пример тензора второго ранга	ОК-3 31, У1. ПК-2 31, 32, 33 У1, У2, У3.
10	Сложение тензоров, умножение на число. Приведите пример	ОК-3 31, У1 ПК-2 31, 32, 33 У1, У2, У3.
11	Тензорное умножение, свертка. Приведите	ОК-3 31, У1. ПК-2 31, 32, 33 У1, У2, У3.

	пример	
12	Симметрирование и альтернирование. Приведите пример	ОК-3 31, У1. ПК-2 31, 32, 33 У1, У2, У3.
13	N-мерное евклидово и псевдоевклидово пространство. Взаимные базисы в евклидовом пространстве. Приведите пример	ОК-3 31, У1. ПК-2 31, 32, 33 У1, У2, У3.
14	Контравариантные и ковариантные координаты вектора в евклидовом пространстве. Приведите пример.	ОК-3 31, У1. ПК-2 31, 32, 33 У1, У2, У3.
15	Особенности тензорной алгебры в ортонормированном базисе евклидова пространства.	ОК-3 31, У1. ПК-2 31, 32, 33 У1, У2, У3.
16	Истинные тензоры и псевдотензоры	ОК-3 31, У1. ПК-2 31, 32, 33 У1, У2, У3.
17	Тензор второго ранга как линейный оператор	ОК-3 31, У1. ПК-2 31, 32, 33 У1, У2, У3.
18	Собственные направления и собственные значения линейного оператора	ОК-3 31, У1. ПК-2 31, 32, 33 У1, У2, У3.
19	Пространство Минковского	ОК-3 31, У1. ПК-2 31, 32, 33 У1, У2, У3.
20	Четырех-мерный вектор плотности тока и преобразование его компонентов	ОК-3 31, У1. ПК-2 31, 32, 33 У1, У2, У3.
21	Понятие скалярного, векторного и тензорного поля	ОК-3 31, У1. ПК-2 31, 32, 33 У1, У2, У3.
22	Производная скалярного поля по направлению. Градиент.	ОК-3 31, У1. ПК-2 31, 32, 33 У1, У2, У3.
23	Производная векторного поля по направлению.	ОК-3 31, У1. ПК-2 31, 32, 33 У1, У2, У3.
24	Тензор производная векторного поля	ОК-3 31, У1. ПК-2 31, 32, 33 У1, У2, У3.
25	Дивергенция векторного поля	ОК-3 31, У1. ПК-2 31, 32, 33 У1, У2, У3.
26	Ротор векторного поля	ОК-3 31, У1. ПК-2 31, 32, 33 У1, У2, У3.
27	Поток векторного поля	ОК-3 31, У1. ПК-2 31, 32, 33 У1, У2, У3.

28	Циркуляция векторного поля .Теорема Стокса	ОК-3 31, У1. ПК-2 31, 32, 33 У1, У2, У3.
29	Криволинейные координаты	ОК-3 31, У1. ПК-2 31, 32, 33 У1, У2, У3..
30	Градиент в криволинейных координатах	ОК-3 31, У1. ПК-2 31, 32, 33 У1, У2, У3.
31	Дивергенция в криволинейных координатах	ОК-3 31, У1. ПК-2 31, 32, 33 У1, У2, У3..
32	Ротор в криволинейных координатах	ОК-3 31, У1. ПК-2 31, 32, 33 У1, У2, У3.
33	Понятие уравнения в частных производных. Примеры краевых условий	ОК-3 31, 32, У1, У2 ПК-2 31, 32, 33, 34, 35 У1, У2, У3.
34	Вывод уравнения колебаний	ОК-3 31, 32, У1, У2 ПК-2 31, 32, 33, 34, 35 У1, У2, У3.
35	Вывод уравнения непрерывности	ОК-3 31, 32, У1, У2 ПК-2 31, 32, 33, 34, 35 У1, У2, У3.
36	Вывод уравнения диффузии	ОК-3 31, 32, У1, У2 ПК-2 31, 32, 33, 34, 35 У1, У2, У3.
37	Вывод уравнения теплопроводности	ОК-3 31, 32, У1, У2 ПК-2 31, 32, 33, 34, 35 У1, У2, У3.
38	Основные физические процессы и их уравнения	ОК-3 31, 32, У1, У2 ПК-2 31, 32, 33, 34, 35 У1, У2, У3.
39	Классификация уравнений второго порядка. Приведение к каноническому виду гиперболического, параболического, эллиптического типа	ОК-3 31, 32, У1, У2 ПК-2 31, 32, 33, 34, 35 У1, У2, У3.
40	Постановка задач математической физики. Уравнение поперечных колебаний струны	ОК-3 31, 32, У1, У2 ПК-2 31, 32, 33, 34, 35 У1, У2, У3.
41	Постановка задач математической физики. Уравнение продольных колебаний стержня.	ОК-3 31, 32, У1, У2 ПК-2 31, 32, 33, 34, 35 У1, У2, У3.
42	Постановка задач математической физики. Уравнение теплопроводности	ОК-3 31, 32, У1, У2 ПК-2 31, 32, 33, 34, 35 У1, У2, У3.
43	Построение решения первой краевой задачи для волнового уравнения методом Фурье	ОК-3 31, 32, У1, У2 ПК-2 31, 32, 33, 34, 35 У1, У2, У3.
44	Метод Фурье для неоднородного уравнения колебаний	ОК-3 31, 32, У1, У2 ПК-2 31, 32, 33, 34, 35 У1, У2, У3.В1, В2 ПК-12 31, У1,В1.
45	Построение решения первой краевой задачи для уравнения теплопроводности методом Фурье	ОК-3 31, 32, У1, У2 ПК-2 31, 32, 33, 34, 35 У1, У2, У3.

46	Метод Фурье для неоднородного уравнения теплопроводности. Функция Грина	ОК-3 31, 32, У1, У2 ПК-2 31, 32, 33, 34, 35 У1, У2, У3.
47	Уравнение Лапласа в круге	ОК-3 31, 32, У1, У2 ПК-2 31, 32, 33, 34, 35 У1, У2, У3.
48	Задачи Коши для волнового уравнения. Метод Даламбера	ОК-3 31, 32, У1, У2 ПК-2 31, 32, 33, 34, 35 У1, У2, У3.
49	Решение волнового уравнения для полупрямой. Метод продолжения.	ОК-3 31, 32, У1, У2 ПК-2 31, 32, 33, 34, 35 У1, У2, У3.
50	Задача Коши для уравнения теплопроводности. Тепловые потенциалы	ОК-3 31, 32, У1, У2 ПК-2 31, 32, 33, 34, 35 У1, У2, У3..
51	Общая схема метода разделения переменных при решении краевых задач.	ОК-3 31, 32, У1, У2 ПК-2 31, 32, 33, 34, 35 У1, У2, У3.
52	Задача Штурма - Лиувилля. Собственные значения и собственные значения.	ОК-3 31, 32, У1, У2 ПК-2 31, 32, 33, 34, 35 У1, У2, У3.
53	Канонические формы и классификация квазилинейных уравнений. Характеристическое уравнение.	ОК-3 31, 32, У1, У2 ПК-2 31, 32, 33, 34, 35 У1, У2, У3.
54	Редукция общей краевой задачи для уравнения колебаний	ОК-3 31, 32, У1, У2 ПК-2 31, 32, 33, 34, 35 У1, У2, У3.
55	Редукция общей краевой задачи для уравнения теплопроводности	ОК-3 31, 32, У1, У2 ПК-2 31, 32, 33, 34, 35 У1, У2, У3.
56	Полиномы Лежандра и их свойства. Присоединенные функции Лежандра.	ОК-3 31, 32, У1, У2 ПК-2 31, 32, 33, 34, 35 У1, У2, У3.
57	Найти решение смешанной задачи для одномерного волнового уравнения на отрезке: $U_{tt} = \frac{4}{9}U_{xx}, 0 \leq x \leq \frac{2}{3}$ $U(x,0) = 0$ $U_t(x,0) = x(x - \frac{2}{3}), U(0,t) = u(\frac{2}{3},t)$	ОК-3 У1, У2, В1, В2. ПК-2 У1, У2, У3, В1, В2, В3.
58	Каков вид общего решения дифференциального уравнения $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2x = 0$	ОК-3 У1, У2, В1, В2. ПК-2 У1, У2, У3, В1, В2, В3.

	$x(t) = C_1 e^{\omega t} + C_2 e^{-\omega t}$ $x(t) = C_1 \cos(\omega t) + C_2 \sin(\omega t)$ $x(t) = C_1 e^{i\omega t} + C_2 e^{-i\omega t}$ $x(t) = A \sin(\omega t + \varphi_0)$	
59	Решить краевую задачу для уравнения Пуассона в кольце $u_{xx} + u_{yy} = \frac{2y}{\sqrt{x^2 + y^2}}, \quad 2 \leq r \leq 4, \quad u _{r=2} = -1, \quad \frac{\partial u}{\partial r} _{r=4} = 0.$	ОК-3 У1, У2, В1, В2. ПК-2 У1, У2, У3, В1, В2, В3.
60	Что означает равенство $\operatorname{div} \operatorname{rot} \vec{A} = 0$? Что представляет собой символическая запись $(\nabla, \nabla \varphi)$ $\operatorname{div}(\operatorname{grad} \varphi)$ $\operatorname{rot}(\operatorname{grad} \varphi)$ $\Delta \varphi$ $\nabla^2 \varphi$	ОК-3 У1, У2, В1, В2. ПК-2 У1, У2, У3, В1, В2, В3.
61	Найти поверхности уравнения скалярного поля $u = x^2 + y^2 + z^2$	ОК-3 У1, У2, В1, В2. ПК-2 У1, У2, У3, В1, В2, В3.
62	Найти производную функции $u = x^2 - 3yz + 5$ в точке М по направлению	ОК-3 У1, У2, В1, В2. ПК-2 У1, У2, У3, В1, В2, В3.
63	Найти производные сложных функций $z = \ln(u^2 + v^2)$, где $u = xy$, $v = \frac{x}{y}$.	ОК-3 У1, У2, В1, В2. ПК-2 У1, У2, У3, В1, В2, В3.
64	Преобразовать к полярным координатам r и φ , где $\begin{cases} x = r \cos \varphi \\ y = r \sin \varphi \end{cases}$, функцию $w = x^2 \cdot \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + 2xy \cdot \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + y^2 \cdot \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}$.	ОК-3 У1, У2, В1, В2. ПК-2 У1, У2, У3, В1, В2, В3.
65	Найти уравнение векторной поверхности, удовлетворяющему дифференциальному уравнению: $(y^2 - 4) \cdot \frac{\partial z}{\partial x} + y \cdot \frac{\partial z}{\partial y} = z$, проходящему через прямую, заданную в параметрическом виде $\begin{cases} x = \frac{1}{2}t^2, \\ y = 2t, \\ z = 1. \end{cases}$	ОК-3 У1, У2, В1, В2. ПК-2 У1, У2, У3, В1, В2, В3.
66	Установить тип дифференциального уравнения и привести к каноническому виду:	ОК-3 У1, У2, В1, В2. ПК-2 У1, У2, У3, В1, В2, В3.

	$x^2 \cdot \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + 2xy \cdot \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + y^2 \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} - 2y \cdot \frac{\partial u}{\partial x} + y \cdot e^{\frac{y}{x}} = 0$	
67	<p>Решить задачу Коши для дифференциального уравнения первого порядка:</p> $\begin{cases} \frac{\partial u}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial t} = t \sin x, \\ u(x; x) = \cos x; \end{cases}$	<p>ОК-3 У1, У2, В1, В2. ПК-2 У1, У2, У3, В1, В2, В3.</p>
68	<p>Решить задачу гиперболического типа при заданных условиях:</p> $\begin{cases} 4y^2 \cdot \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + 2(1-y^2) \cdot \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} - \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} - \frac{2y}{1+y^2} \cdot \left(2 \frac{\partial u}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y} \right) = 0, \\ u(x; y) _{y=0} = \varphi(x), \quad \frac{\partial u(x; y)}{\partial y} \Big _{y=0} = \psi(x); \end{cases}$	<p>ОК-3 У1, У2, В1, В2. ПК-2 У1, У2, У3, В1, В2, В3.</p>
69	<p>Решить волновое уравнение методом Даламбера:</p> $\begin{cases} \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a^2 \cdot \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \\ u(x; t) _{t=0} = x^2, \quad \frac{\partial u(x; t)}{\partial t} \Big _{t=0} = 1; \end{cases}$	<p>ОК-3 У1, У2, В1, В2. ПК-2 У1, У2, У3, В1, В2, В3.</p>
70	<p>Найти форму струны, определяемой уравнением колебаний при условиях:</p> $t = \pi, \text{ если } u(x; t) _{t=0} = \sin x, \quad \frac{\partial u(x; t)}{\partial t} \Big _{t=0} = \cos x.$	<p>ОК-3 У1, У2, В1, В2. ПК-2 У1, У2, У3, В1, В2, В3.</p>
71	<p>Решить неоднородное волновое уравнение методом Даламбера</p> $\begin{cases} \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + 6, \quad -\infty < x < +\infty, \quad t > 0, \\ u(x; t) _{t=0} = x^2, \quad \frac{\partial u(x; t)}{\partial t} \Big _{t=0} = 4x, \quad -\infty < x < +\infty; \end{cases}$	<p>ОК-3 У1, У2, В1, В2. ПК-2 У1, У2, У3, В1, В2, В3.</p>
72	<p>Решить волновое уравнение методом Даламбера для полупрямой</p> $\begin{cases} \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a^2 \cdot \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + f(x; t), \quad 0 < x < +\infty, \quad t > 0, \\ u(x; t) _{x=0} = \mu(t), \quad t \geq 0; \\ u(x; t) _{t=0} = \varphi(x), \quad \frac{\partial u(x; t)}{\partial t} \Big _{t=0} = \psi(x), \quad 0 \leq x < +\infty; \end{cases}$	<p>ОК-3 У1, У2, В1, В2. ПК-2 У1, У2, У3, В1, В2, В3.</p>

73	<p>На конце полуограниченного стержня ($0 < x$) имеется тонкая пластинка, теплоемкость которой C_0. При условии теплоизоляции этой системы найти 1) температуру стержня, если его начальная температура u_0, а пластинки — 0°; 2) температуру $u(0, t)$ пластинки, если ее начальная температура равна нулю, а стержня — $u_0 \exp(-\frac{\alpha x}{a})$, где $\alpha = \frac{kS}{aC_0}$; получить асимптотическое представление функции $u(0, t)$ при $t \rightarrow \infty$ и построить ее график.</p>	<p>ОК-3 У1, У2, В1, В2. ПК-2 У1, У2, У3, В1, В2, В3.</p>
74	<p>Решить задачу:</p> $u_t = a^2 \Delta u, \quad 0 < x, \quad 0 < y, \quad 0 < z, \quad 0 < t,$ $u(0, y, z, t) = u_0 \sin \alpha y, \quad u(x, 0, z, t) = 0, \quad u_z(x, y, 0, t) = 0,$ $u(x, y, z, 0) = 0, \quad u < \infty.$	<p>ОК-3 У1, У2, В1, В2. ПК-2 У1, У2, У3, В1, В2, В3.</p>
75	<p>Стержень ($0 < x$) с теплоизолированной боковой поверхностью имеет нулевую температуру. С момента времени $t=0$ стержень нагревается тепловым потоком плотности $q(t)$, поступающим через торец. Известно, что температура торца изменяется по закону $\mu(t)$. Показать, что $q(t)$ является решением интегрального уравнения Абеля</p> $\mu(t) = \frac{a}{k\sqrt{\pi}} \int_0^t \frac{q(\tau) d\tau}{\sqrt{t-\tau}}$ <p>и решить это уравнение.</p>	<p>ОК-3 У1, У2, В1, В2. ПК-2 У1, У2, У3, В1, В2, В3.</p>
76	<p>Решить внутреннюю задачу Дирихле:</p> $\Delta u(r, \varphi) = 0, \quad 0 < r_0, \quad 0 \leq \varphi < 2\pi,$ $ u(r, \varphi) < \infty, \quad u(r_0, \varphi) = \frac{u_0}{17+8 \cos \varphi}.$	<p>ОК-3 У1, У2, В1, В2. ПК-2 У1, У2, У3, В1, В2, В3.</p>
77	<p>Решить задачу Дирихле для уравнения Лапласа в круге, радиус которого r_0, если на границе круга значение равно $f(\varphi)$. Рассмотреть случаи: 1) $f(\varphi) = u_0(\cos^4 \varphi + \sin^4 \varphi)$; 2) $f(\varphi) = u_0 \sin^3 \varphi$.</p>	<p>ОК-3 У1, У2, В1, В2. ПК-2 У1, У2, У3, В1, В2, В3.</p>

ПОКАЗАТЕЛИ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

(Шкалы оценивания)

Результаты выполнения обучающимся заданий на экзамене - по пятибалльной шкале (*выбрать необходимое*).

В основе оценивания лежат критерии порогового и повышенного уровня характеристик компетенций или их составляющих частей, формируемых на учебных занятиях по дисциплине **Математическая физика** (Таблица 2.5 рабочей программы дисциплины).

«Отлично» (5) – оценка соответствует повышенному уровню и выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

«Хорошо» (4) – оценка соответствует повышенному уровню и выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос или выполнении заданий, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

«Удовлетворительно» (3) – оценка соответствует пороговому уровню и выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, демонстрирует недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

«Неудовлетворительно» (2) – оценка выставляется обучающемуся, который не достигает порогового уровня, демонстрирует непонимание проблемы, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.