

**МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**им. В.П. Астафьева**  
(КГПУ им. В.П. Астафьева)

Кафедра физики и методики обучения физике

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА**

Направление подготовки:

*44.03.01 Педагогическое образование*

Направленность (профиль) /название программы:

*Физика*

квалификация (степень):

*Бакалавр*

Красноярск 2021

Рабочая программа дисциплины «Математическая физика»

составлена профессором кафедры физики и методики обучения физике А.М.Барановым  
(должность и ФИО преподавателя)

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры физики и методики  
обучения физике  
протокол № 08 от «12» мая 2021 г.

Заведующий кафедрой

Тесленко В.И.

  
(ф.и.о., подпись)

Одобрено НМСС(Н) Института математики, физики, информатики 44.03.01 Педагогическое образование, 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), 44.04.01 Педагогическое образование, 44.06.01 Образование и педагогические науки  
(указать наименование совета и направление)

протокол № 07 от «21» 05 2021 г.

Председатель

Бортновский С.В.

  
(ф.и.о., подпись)

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### 1. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Настоящая рабочая программа дисциплины (далее программа) разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриатом по направлению подготовки 44.03.01 Педагогическое образование, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22 февраля 2018 г. № 121 (зарегистрирован в Минюсте России 15 марта 2018 г. № 50362), с учетом профессиональных стандартов 01.001 Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель), утвержденного приказом Минтруда России от 18.10.2013 № 544н (с изм. от 05.08.2016) (зарегистрирован в Минюсте России 06 декабря 2013 г. № 30550), 01.003 Педагог дополнительного образования детей и взрослых, утвержденного приказом Минтруда России от 08.09.2015 № 613н (зарегистрирован в Минюсте России 24 сентября 2015 г. № 38994), согласно учебного плана подготовки бакалавров по направлению 44.03.01 Педагогическое образование, профиль Физика.

Дисциплина *Математическая физика* относится к часть основной профессиональной образовательной программы (Модуль 10 «Предметно-теоретический»), формируемой участниками образовательных отношений, изучается в 5 семестре (3 курс), индекс дисциплины в учебном плане *Б1.ВД.01.09*. Форма обучения – очная.

**2. Трудоемкость дисциплины** включает в себя общий объем времени, отведенный на изучение дисциплины и составляет 2 з.е. (72 часа). Количество часов, отведенных на контактную работу (различные формы аудиторной работы) с преподавателем составляет 36 часов (в том числе занятия лекционного типа – 18 часов, занятия семинарско-лабораторного типа – 18 часов, на самостоятельную работу студента отводится 36 часов.

### 3. Цели освоения дисциплины

Цель дисциплины – формирование у студентов представлений о тензорном исчислении и методах решения уравнений в частных производных второго порядка, типов уравнений и граничных условий, свойств основных специальных функций математической физики.

### 4. Планируемые результаты обучения.

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

УК-1 – способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;

ПК-5 – способен устанавливать соответствие между фундаментальными знаниями по физике и прикладным их характером.

Таблица 1.  
«Планируемые результаты обучения»

Задачи освоения дисциплины	Планируемые результаты обучения по дисциплине (дескрипторы)	Код результата обучения (компетенция)
1. Знакомство с основными математическими методами, используемыми в физике, включая тензорное исчисление;	Знать: - конкретные методы математических вычислений, применяемых в теоретической физике;	УК-1; ПК-5
2. Развитие математической познавательной потребности у студентов;	- современное состояние подходов и методов математического описания	

3. Формирование способности использовать знания о современной естественнонаучной картине мира в образовательной и культурно-просветительской деятельности	естественнонаучных явлений природы;	
	Уметь: - применять тензорное исчисление к задачам физики; - применять метод разделения переменных для решения многомерных задач, в том числе и с неоднородными граничными условиями. - владеть основами теории специальных функций, - применять на практике знания по теории цилиндрических, сферических и других специальных функций математической физики.	
	Владеть: - математическими методами решения уравнений математической физики в различных областях теоретической и прикладной физики; - тензорным исчислением в приложении к другим разделам теоретической и прикладной физике.	

### 5. Контроль результатов освоения дисциплины.

Методы текущего контроля успеваемости:

- контроль за посещением занятий;
- текущий контроль успеваемости;
- выполнение домашних заданий;
- контрольные работы;
- самостоятельное выполнение домашних контрольных заданий по дисциплине.

Форма итогового контроля по дисциплине – **экзамен** (в 5 семестре).

Оценочные средства результатов освоения дисциплины, критерии оценки выполнения заданий представлены в разделе «Фонды оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся».

### 6. Перечень образовательных технологий, используемых при освоении дисциплины.

В рамках учебного процесса по дисциплине используются технологии современного традиционного обучения (лекционно-семинарская система).

Кроме того, ряд семинарских занятий проводится с использованием педагогических технологий на основе активизации и интенсификации деятельности

учащихся (активные методы обучения), например, попытки расширить поле применения того или иного изучаемого математического метода или подхода на более широкий класс задач или на другой раздел естествознания.

После изучения дисциплины студент может и способен овладеть, например, основами квантовой механики или общей теории относительности

### 3.1. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

#### 3.1.1. Технологическая карта обучения дисциплине

(общая трудоемкость дисциплины 2 з.е.(72 у.ч.))

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего часов	Аудиторных часов				Внеаудиторных часов	Формы контроля
		Всего	Лекций	Лабораторных	Практических		
<b>Математическая физика</b>	<b>53</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	–	<b>19</b>	<b>Защита решений задач и самостоятельных заданий, экзамен</b>
<b>1. Тензорное исчисление</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	–	<b>4</b>	<b>Защита решений задач и самостоятельных заданий, экзамен</b>
1.1. Введение. Понятие координат и введение их в физику. Системы отсчета в физике и физический смысл координат. Введение инерциальных систем отсчета.	3	2	1	1	–	1	Защита решений задач и самостоятельных заданий
1.2. Понятие тензора. Ковариантные и контрвариантные тензоры. Алгебраические, геометрические и дифференциальные свойства тензоров. Матричное представление тензоров как наиболее востребованное в физике. Тензорная запись основных дифференциальных операций в физике.	9	6	3	3	–	3	Защита решений задач и самостоятельных заданий
<b>2. Уравнения математической физики</b>	<b>40</b>	<b>28</b>	<b>14</b>	<b>14</b>		<b>12</b>	<b>Защита решений задач и самостоятельных заданий, экзамен</b>
2.1. Уравнения второго порядка в частных производных как основные уравнения, описывающие законы и явления в физике. Типы граничных условий. Редукция краевой задачи. Классификация уравнений математической физики. Примеры гиперболических, параболических и эллиптических уравнений из физики	10	8	4	4	–	2	Защита решений задач и самостоятельных заданий

2.2. Методы решения уравнений второго порядка в частных производных. Метод Д'Аламбера. Пример с бесконечной упругой струной.	6	4	2	2	–	2	Защита решений задач и самостоятельных заданий
2.3. Метод разделения переменных (Метод Фурье). Задача Штурма-Лиувилля.	6	4	2	2	–	2	Защита решений задач и самостоятельных заданий,
2.4. Специальные функции. Цилиндрические функции (функции Бесселя). Уравнение Бесселя. Бесселевы функции 1-го рода, их свойства и поведение.	6	4	2	2	–	2	Защита решений задач и самостоятельных заданий
2.5. Функции Бесселя 2-го и 3-го рода. Функции Неймана и Ханкеля. Их свойства и поведение.	4	4	2	2	–		---
2.6. Решение задачи для круга на примере уравнения теплопроводности. Сведение глобального описания явлений в физике к обобщенному уравнению колебаний.	6	4	2	2		2	Защита решений задач и самостоятельных заданий
Форма итогового контроля по уч. плану	<b>3</b>					<b>3</b>	
<b>ИТОГО</b>	<b>53</b>	<b>36</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>–</b>	<b>19</b>	

### 3.1.2. СОДЕРЖАНИЕ ОСНОВНЫХ РАЗДЕЛОВ И ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

#### *1. Тензорное исчисление*

Введение. Понятие координат и введение их в физику. Системы отсчета в физике и физический смысл координат. Соответствия между системами отсчета и системами координат. Введение инерциальных систем отсчета и их моделирование.

Понятие тензоров в математике и физике. Ковариантные и контравариантные тензоры. Алгебраические, геометрические и дифференциальные свойства тензоров. Математические и физические различия между ковариантными и контравариантными тензорами. Матричное представление тензоров как наиболее востребованное в физике. Тензор Ливи-Чивита и его. Свойства. Тензорная запись основных дифференциальных операций в физике. Операции с ними.

#### *1. Уравнения математической физики*

*Введение.* Уравнения второго порядка в частных производных как основные уравнения, описывающие законы и явления в физике. Типы граничных условий. Классификация уравнений второго порядка в частных производных. Гиперболические, эллиптические и параболические уравнения и их физический смысл.

*Понятие редукции краевой задачи.* Редукция краевой задачи на примере конкретного типа уравнения второго порядка в частных производных.

*Методы решения уравнений второго порядка в частных производных.* Метод Д'Аламбера. Пример с бесконечной упругой струной.

Метод разделения переменных (метод Фурье). Задача Штурма-Лиувилля. Представление общего решения как бесконечного ряда (ряд Фурье).

*Специальные функции.* Цилиндрические функции (функции Бесселя). Уравнение Бесселя. Бесселевы функции 1-го рода, их свойства и поведение.

Функции Бесселя 2-го и 3-го рода. Функции Неймана и Ханкеля. Их свойства и поведение.

Решение задачи для круга на примере уравнения теплопроводности.

Сведение глобального описания явлений в физике к обобщенному уравнению колебаний.

### 3.1.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «*Математическая физика*» изучается в течение одного (*восьмого*) семестра.

Основными видами учебной деятельности при изучении данной дисциплины являются: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студента.

Таблица 2 дает представление о распределении общей трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности.

Таблица 2.

Дисциплина	Общая трудоемкость	Аудиторные занятия			Самостоятельная работа
		Всего	Лекции	Практические занятия (семинары)	
Математическая физика	72 часа (2 з.е.)	36 час	18 час	18 час	36 час

Лекции являются одним из основных видов учебной деятельности в вузе, на которых преподавателем излагается содержание теоретического курса дисциплины. Студентам настоятельно рекомендуется конспектировать материал лекций.

На практических занятиях (лабораторных занятиях, семинарах) происходит закрепление изученного теоретического материала, разбор дополнительного материала и формирование профессиональных умений и навыков. Под руководством преподавателя студенты должны решить ряд задач.

Посещение студентами лекционных и практических занятий является обязательным.

С содержанием лекционных и практических занятий можно познакомиться в *Рабочей программе дисциплины*, а с трудоемкостью каждой темы и практического занятия – в *Технологической карте обучения дисциплине*.

После изучения дисциплины студент может применить полученные знания и умения в курсах теоретической физики, например, «*Электродинамика. Часть 2*», «*Квантовая механика*», «*Статистическая физика*».

Внеаудиторная самостоятельная работа студента направлена на самостоятельное изучение рекомендованной литературы, подготовку контрольных и домашних заданий, решение задач для самостоятельной работы, содержащихся в документе *Задачи для самостоятельного решения*.

Список основной и дополнительной литературы, рекомендованной для самостоятельного изучения по дисциплине, приведен в *Карте литературного обеспечения дисциплины*.

Образовательный процесс по дисциплине организован в соответствии с модульно-рейтинговой системой подготовки студентов, принятой в университете<sup>1</sup>.

Модульно-рейтинговая системой (МРС) – система организации процесса освоения дисциплин, основанная на модульном построении учебного процесса. При этом осуществляется структурирование содержания каждой учебной дисциплины на дисциплинарные модули (разделы) и проводится регулярная оценка знаний и умений студентов с помощью контроля результатов обучения по каждому дисциплинарному модулю (разделу) и дисциплине в целом.

<sup>1</sup> Далее приведены выдержки и Стандарта модульно-рейтинговой системы подготовки студентов в КГПУ им. В.П. Астафьева (утвержден Ученым советом университета 28.06.2006 г., протокол № 6).

Данная дисциплина состоит из трех дисциплинарных модулей (разделов): двух базовых и одного итогового (зачета и аттестационных мероприятий).

Базовый модуль (раздел) – это часть учебной дисциплины, содержащая ряд основных тем или разделов дисциплины. Содержание данной дисциплины разбито на 2 базовых модуля (раздела): «Тензорное исчисление» и «Уравнения математической физики». С содержанием учебного материала, изучаемого в каждом базовом модуле (разделе), можно познакомиться в *Рабочей программе дисциплины* и *Технологической карте обучения дисциплине*.

Итоговый модуль (раздел) – это часть учебной дисциплины, отводимая на аттестацию в целом по дисциплине (зачет и аттестационные мероприятия).

Результаты всех видов учебной деятельности студентов оцениваются рейтинговыми баллами. Формы текущей работы и рейтинг-контроля в каждом дисциплинарном модуле (разделе), количество баллов как по дисциплине в целом, так и по отдельным формам работы и рейтинг-контроля указаны в *Технологической карте рейтинга дисциплины*. В каждом модуле (разделе) определено минимальное и максимальное количество баллов. Сумма максимальных баллов по всем модулям (разделам) равняется 100%-ному усвоению материала. Минимальное количество баллов в каждом модуле (разделе) является обязательным и не может быть заменено набором баллов в других модулях (разделах), за исключением ситуации, когда минимальное количество баллов по модулю (разделу) определено как нулевое. В этом случае модуль (раздел) является необязательным для изучения и общее количество баллов может быть набрано за счет других модулей (разделов). Дисциплинарный модуль (раздел) считается изученным, если студент набрал количество баллов в рамках установленного диапазона. Для получения оценки «зачтено» необходимо набрать не менее 60 баллов, предусмотренных по дисциплине (при условии набора всех обязательных минимальных баллов по каждому дисциплинарному модулю (разделу)).

Рейтинг по дисциплине – это интегральная оценка результатов всех видов учебной деятельности студента по дисциплине, включающей:

- рейтинг-контроль текущей работы;
- промежуточный рейтинг-контроль;
- итоговый рейтинг-контроль.

Рейтинг-контроль текущей работы выполняется в ходе аудиторных занятий по текущему базовому модулю (разделу) в следующих формах: защита решений задач, написание рефератов, выступление с докладами по темам, изучаемым самостоятельно.

Промежуточный рейтинг-контроль – это проверка полноты знаний по освоенному материалу текущего базового модуля (раздела). Он проводится в конце изучения каждого базового модуля (раздела) в форме контрольных заданий без прерывания учебного процесса по другим дисциплинам.

Итоговый рейтинг-контроль является промежуточной аттестацией по дисциплине, которая проводится в рамках итогового модуля (раздела) в форме зачета в конце семестра до начала сессии. Для подготовки к экзамену следует использовать *Вопросы и задачи для подготовки к зачету и экзамену*.

Преподаватель имеет право по своему усмотрению добавлять студенту определенное количество баллов (но не более 5 % от общего количества), в каждом дисциплинарном модуле (разделе):

- за активность на занятиях;
- за иные учебные достижения.

Студент, не набравший минимального количества баллов по текущей и промежуточной аттестациям в пределах первого базового модуля (раздела), допускается к изучению следующего базового модуля (раздела). Ему предоставляется возможность добора баллов в течение двух последующих недель (следующих за промежуточным рейтинг-контролем) на ликвидацию задолженностей.

Студентам, которые не смогли набрать промежуточный рейтинг или рейтинг по дисциплине в общеустановленные сроки по болезни или по другим уважительным причинам (документально подтвержденным соответствующим учреждением), декан факультета устанавливает индивидуальные сроки сдачи.

Если после этого срока задолженность по неуважительным причинам сохраняется, то назначается комиссия по приему академических задолженностей с обязательным участием заведующего кафедрой и декана (его заместителя). По решению комиссии неуспевающие студенты по представлению декана отчисляются приказом ректора из университета за невыполнение учебного графика.

В особых случаях декан имеет право установить другие сроки ликвидации студентами академических задолженностей.

Неявка студента на итоговый или промежуточный рейтинг-контроль отмечается в рейтинг-листе записью «не явился». Если неявка произошла по уважительной причине (подтверждена документально), деканат имеет право разрешить прохождение рейтинг-контроля в другие сроки. При неуважительной причине неявки в статистических данных деканата проставляется «0» баллов, и студент считается задолжником по данной дисциплине.

### **3.1.4. ТЕМЫ КУРСОВЫХ РАБОТ**

Курсовые работы не предусмотрены учебным планом.

### 3.2. КОМПОНЕНТЫ МОНИТОРИНГА УЧЕБНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ СТУДЕНТОВ

#### ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА РЕЙТИНГА ДИСЦИПЛИНЫ

БАЗОВЫЙ РАЗДЕЛ № 1 <i>«Тензорное исчисление»</i>			
	Форма работы	Количество баллов	
		min	max
Текущая работа	Посещаемость занятий (1 занятие – 1 балл)	<b>5</b>	<b>5</b>
	Решение задач (1 задача – 1 балл)	<b>10</b>	<b>10</b>
	Активность	<b>0</b>	<b>5</b>
Промежуточный рейтинг-контроль	Защита решений задач	<b>15</b>	<b>20</b>
Итого		<b>30</b>	<b>40</b>

БАЗОВЫЙ РАЗДЕЛ № 2 <i>«Уравнения математической физики»</i>			
	Форма работы	Количество баллов	
		min	Max
Текущая работа	Посещаемость занятий (1 занятие – 1 балл)	<b>5</b>	<b>10</b>
	Решение задач (1 задача – 1 балл)	<b>10</b>	<b>10</b>
	Активность	<b>0</b>	<b>5</b>
Промежуточный рейтинг-контроль	Защита решений задач	<b>15</b>	<b>25</b>
Итого		<b>30</b>	<b>50</b>

ИТОГОВЫЙ РАЗДЕЛ			
Содержание	Форма работы	Количество баллов	
		min	max
	Зачет* (устно или письменно)	<b>0</b>	<b>10</b>
Итого		<b>0</b>	<b>10</b>
Общее количество баллов по дисциплине (по итогам изучения всех модулей)		min	max
		<b>60</b>	<b>100</b>

**\* Соответствие рейтинговых баллов и академической оценки**

<i>Общее количество набранных баллов</i>	<i>Академическая оценка</i>
<b>60 – 72</b>	<b>3 (удовлетворительно)</b>
<b>73 – 86</b>	<b>4 (хорошо)</b>
<b>87 – 100</b>	<b>5 (отлично)</b>

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Красноярский государственный педагогический университет  
им. В.П. Астафьева»

Институт/факультет/департамент Институт математики, физики, информатики  
(наименование института/факультета)

Кафедра-разработчик кафедра физики и методики обучения физике  
(наименование кафедры)

УТВЕРЖДЕНО

на заседании кафедры

Протокол № 08 от «12» мая 2021г.

 (подпись)

ОДОБРЕНО

на заседании научно-методического совета  
специальности (направления подготовки)

Протокол № 07 от «21» 05 2021 г.

 (подпись)

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для проведения текущего контроля успеваемости

и промежуточной аттестации обучающихся

по дисциплине Математическая физика

(наименование дисциплины/модуля/вида практики)

44.03.01 Педагогическое образование

(код и наименование направления подготовки)

Физика

(направленность (профиль) образовательной программы)

Бакалавр

(квалификация (степень) выпускника)

Составитель: (ФИО, должность) Баранов А.М., профессор кафедры физики и методики  
обучения физике

## 1. Назначение фонда оценочных средств

### 1.1. Целью создания ФОС дисциплины *Математическая физика*

является установление соответствия учебных достижений запланированным результатам обучения и требованиям основной профессиональной образовательной программы, рабочей программы дисциплины.

### 1.2. ФОС разработан на основании нормативных документов:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриата по направлению подготовки *44.03.01 Педагогическое образование*;

- образовательной программы высшего образования по направлению подготовки *44.03.01 Педагогическое образование, направленность (профиль) Физика (уровень бакалавриата)*;

- Положения о формировании фонда оценочных средств для текущего контроля успеваемости, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева».

## 2. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе изучения дисциплины

### 2.1. Перечень компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины:

УК-1 – способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;

ПК-4 – разработка основных и дополнительных экспериментальных установок по основным разделам физики в соответствии с методами обработки экспериментальных данных;

ПК-5 – способен устанавливать соответствие между фундаментальными знаниями по физике и прикладным их характером.

### 2.2. Этапы формирования и оценивания компетенций

Компетенция	Дисциплины, практики, участвующие в формировании компетенции	Тип контроля	Оценочное средство/ КИМы	
			Номер	Форма
УК-1 – способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;	Экономика знаний Естественнонаучная картина мира Социология Вводный курс физики Механика Электричество и магнетизм Оптика Молекулярная физика Электродинамика Атомная физика Классическая механика Математическая физика Астрономия	текущий контроль	5.1	Доклад
		текущий контроль	5.2	Реферат
		текущий контроль	5.3	Задачи
		промежуточная аттестация	5.4	Тест
		промежуточная аттестация	5.5	Экзамен

	<p>Частные вопросы методики обучения физике</p> <p>Дополнительные главы методики обучения физике</p> <p>Электротехника</p> <p>Радиотехника</p> <p>Программирование виртуальных приборов</p> <p>Компьютерное моделирование физических явлений</p> <p>Математический анализ и основы теории функций</p> <p>Основы математической обработки информации</p> <p>Производственная практика: преддипломная практика</p> <p>История образования и педагогической мысли</p> <p>Теория обучения и воспитания</p> <p>Учебная практика: технологическая (междисциплинарная) практика</p> <p>Выполнение и защита выпускной квалификационной работы</p>			
<p>ПК-4 – разработка основных и дополнительных экспериментальных установок по основным разделам физики в соответствии с методами обработки экспериментальных данных;</p>	<p>Вводный курс физики</p> <p>Механика</p> <p>Электричество и магнетизм</p> <p>Оптика</p> <p>Молекулярная физика</p> <p>Электродинамика</p> <p>Атомная физика</p> <p>Классическая механика</p> <p>Математическая физика</p> <p>Астрономия</p> <p>Электротехника</p> <p>Радиотехника</p> <p>Программирование виртуальных приборов</p> <p>Компьютерное моделирование физических явлений</p> <p>Учебная практика: технологическая (междисциплинарная) практика</p> <p>Выполнение и защита выпускной</p>	текущий контроль	5.1 5.2	Доклад Реферат
		текущий контроль	5.3	Задачи
		промежуточная аттестация	5.4	Тест
		промежуточная аттестация	5.5	Экзамен

	квалификационной работы			
ПК-5 – способен устанавливать соответствие между фундаментальными знаниями по физике и их прикладным характером	Вводный курс физики	текущий контроль	5.1	Доклад
	Механика		5.2	Реферат
	Электричество и магнетизм	текущий контроль	5.3	Задачи
	Оптика	промежуточная аттестация	5.4	Тест
	Молекулярная физика	промежуточная аттестация	5.5	Экзамен
	Электродинамика			
	Атомная физика			
	Классическая механика			
	Математическая физика			
	Астрономия			
	Электротехника			
	Радиотехника			
	Программирование виртуальных приборов			
	Компьютерное моделирование физических явлений			
	Современные направления развития научной отрасли (по профилю подготовки)			
	Статистическая физика			
	Квантовая механика			
	Фундаментальные взаимодействия			
	Элементарная физика			
	Учебная практика: технологическая (междисциплинарная) практика			
	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы			

### 3. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации

3.1. Фонды оценочных средств включают: *Вопросы и задачи к зачету и экзамену, Экзаменационные вопросы.*

3.2. Оценочные средства

3.2.1. Оценочное средство *Вопросы и задачи для самостоятельного решения.*

Критерии оценивания по оценочному средству *Вопросы и задачи для самостоятельного решения.*

Формируемые компетенции	Высокий уровень сформированности компетенций	Продвинутый уровень сформированности компетенций	Базовый уровень сформированности компетенций
		(87-100 баллов) отлично	(73-86 баллов) хорошо
УК-1; ПК-4; ПК-5	18 – 20 верных ответов	15 – 17 верных ответов	10 – 14 верных ответов

\* Менее 60 баллов – компетенция не сформирована.

### 3.2.2. Оценочное средство *Экзаменационные вопросы.*

Критерии оценивания по оценочному средству *Экзаменационные вопросы*

Формируемые компетенции	Высокий уровень сформированности компетенций	Продвинутый уровень сформированности компетенций	Базовый уровень сформированности компетенций
	(87-100 баллов) отлично	(73-86 баллов) хорошо	(60-72 баллов) удовлетворительно
УК-1; ПК-4; ПК-5	Ответ на вопрос полный, правильный, показывает, что обучающийся правильно и исчерпывающе раскрывает содержание вопроса, конкретизирует его фактическим материалом.	Ответ на вопрос удовлетворяет уже названным требованиям, но есть неточности в изложении фактов, определении понятий, объяснении взаимосвязей. Однако, обучающийся может легко устранить неточности по дополнительным и наводящим вопросам преподавателя.	Ответ на вопрос в целом правильный, но нечетко формулируются понятия, имеют место затруднения в самостоятельном объяснении взаимосвязей, непоследовательно излагается материал

\* Менее 60 баллов – компетенция не сформирована.

## 4. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости

4.1. Фонды оценочных средств включают: *Перечень вопросов и задач для самостоятельной работы* (в соответствии с Технологической картой рейтинга дисциплины Рабочей программы дисциплины).

4.2.1. Критерии оценивания по оценочному средству *Вопросы и задачи для самостоятельной работы.*

Критерии оценивания	Количество баллов (вклад в рейтинг)
Задача решена полностью без консультации с преподавателем или ответ на вопрос исчерпывающе полон	2
Задача решена полностью после консультации с преподавателем или ответ на вопрос реализуется после ряда уточнений со стороны преподавателя	1
Задача решена неверно или неверен ответ на вопрос	0
Максимальный балл за все задачи (10 задач)	20

## 5. Оценочные средства (контрольно-измерительные материалы)

### 5.1. Перечень вопросов и задач для самостоятельной работы

1. Арифметизация многомерного пространства. Введение системы координат как определенной системы меток точек пространства. Имеют ли системы координат физический смысл?
2. Дать определение системы отсчета в физике. Системы координат и системы отсчета. Их связь и различия. Когда системы координат имеют физический смысл?
3. Понятие метрики. Метрика как квадратичная форма в выбранной системе координат.
4. Дать определения ковариантных и контравариантных тензоров различных рангов для пространств произвольной размерности и сигнатуры.
5. Показать, что не всякий набор величин (в виде таблицы или столбца) образуют тензор. Физический и математический смыслы тензоров различной вариантности на конкретных примерах.
6. Смешанные тензоры. Свертка тензоров. Матричное представление тензоров. Правило частного. Что собой представляют ковариантные и контравариантные тензоры в матричном представлении?
7. Введение тензора Леви-Чевиты в пространствах произвольной размерности. Свойства тензора Леви-Чевиты.
8. Операции с тензорами. Записать операции градиента, дивергенции и ротора (вихря) для тензора произвольного ранга. Как частный случай рассмотреть эти операции на примере 3-векторов.
9. Симметричные и антисимметричные тензоры. Свойства. Представление произвольного тензора в виде симметричной и антисимметричной частей. Соответствие с симметричными и антисимметричными матрицами.
10. Привести классификацию уравнений второго порядка в частных производных.

### 6.2. Задачи для самостоятельного решения

#### I. Тензорное исчисление и матричное представление тензоров

1. Представить произвольный тензор в виде симметричной и антисимметричной частей. Указать соответствие с симметричными и антисимметричными матрицами.
2. Как пример преобразования координат рассмотреть поворот декартовой системы координат в двумерной плоскости на произвольный фиксированный угол. Записать соответствующую матрицу поворота и перечислить ее свойства. К какому классу матриц относится данная матрица поворота?
3. Пользуясь поворотом декартовой системы координат  $XOY$  на фиксированный угол  $\varphi$  доказать что:
  - a) пара величин  $(-y, x)$  образуют двумерный вектор;
  - b) таблицы

$$A = \begin{pmatrix} y^2 & -xy \\ -xy & x^2 \end{pmatrix}; \quad B = \begin{pmatrix} -xy & x^2 \\ -y & xy \end{pmatrix}$$

суть тензоры, а таблицы

$$C = \begin{pmatrix} y^2 & xy \\ xy & x^2 \end{pmatrix}; \quad D = \begin{pmatrix} xy & y^2 \\ x^2 & -xy \end{pmatrix}$$

такowymi не являются.

4. Разложить тензор, записанном в следующем матричном представлении,

$$(T_{ab}) = \begin{pmatrix} -xy & x^2 \\ -y^2 & xy \end{pmatrix}$$

на симметричную и антисимметричную части, где  $a, b = 1, 2$ .

## II. Задача на собственные значения

1. С помощью матриц поворота вокруг осей  $Z$  и  $X$  привести к диагональному виду соответственно матрицы

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad \text{и} \quad B = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

2. Найти собственные значения и собственные векторы матриц

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad \text{и} \quad B = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

3. Привести к диагональному виду матрицы

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad \text{и} \quad B = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

методом подобия, используя ортонормированные матрицы, построенные из ортонормированных собственных векторов задачи на собственные значения для выше приведенных матриц.

4. Привести к диагональному виду матрицу

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

### 6.3. Вопросы к зачету и экзамену

1. Что такое арифметизация многомерного пространства, включая наше, 3-х мерное ?.
2. Что означает введение системы координат как определенной системы меток точек пространства?
3. Имеют ли системы координат физический смысл?
4. Дать определение системы отсчета в физике.
5. Как связаны системы координат и системы отсчета?
6. Когда системы координат имеют физический смысл?
- 7.. Дать определение метрики. Метрика как квадратичная форма в выбранной системе координат.
8. Дать определения ковариантных и контравариантных тензоров различных рангов для пространств произвольной размерности и сигнатуры.
9. Всякий ли набор математических величин (в виде таблицы, строки или столбца) образуют тензор?

10. Какие требования необходимы, чтобы набор математических величин (в виде таблицы, строки или столбца) образовал тензор?
11. Дать физический и математический смыслы тензоров различной вариантности на конкретных примерах.
12. Что такое смешанные тензоры?
13. Что такое свертка тензоров?
14. Что представляет собой матричное представление тензоров?
15. Что такое правило частного?
16. Что представляет собой ковариантные и контравариантные тензоры в матричном представлении ?
17. Что такое тензор Леви-Чевиты и его свойства в пространствах произвольной размерности?
18. Как записать операции градиента, дивергенции и ротора (вихря) для тензора произвольного ранга? Как частный случай рассмотреть эти операции на примере 3-векторов.
19. Что такое симметричные и антисимметричные тензоры? Их свойства.
20. Как представить произвольный тензор в виде симметричной и антисимметричной частей? Указать соответствие с симметричными и антисимметричными матрицами.
21. Как в двумерной плоскости записать преобразования координат при повороте декартовой системы координат на произвольный фиксированный угол?
22. Как выглядит матрицу поворота декартовой системы координат на произвольный фиксированный угол?
23. К какому классу матриц относятся матрицы поворота?
24. Как, используя поворот декартовой системы координат  $XOY$  на фиксированный угол  $\varphi$ , доказать что пара величин  $(-y, x)$  образуют двумерный вектор?

### 5.5. Экзаменационные вопросы

1. Краевая задача. Граничные и начальные условия для уравнений математической физики.
2. Записать матрицу поворота в декартовой систем координат в плоскости на произвольный фиксированный угол.
3. Классификация уравнений 2-го порядка в частных производных.
4. Представить произвольный тензор в виде суммы симметричного и антисимметричного тензоров. Указать соответствие с симметричными и антисимметричными матрицами.
5. Примеры уравнений в частных производных, используемых в физике.
6. Указать требования, которым должна удовлетворять корректно поставленная математическая задача.
7. Типы краевых задач для уравнений математической физики.
8. Симметричные и антисимметричные тензоры. Их свойства.
9. Редукция краевой задачи на примере волнового уравнения.
10. Арифметизация многомерного пространства, включая наше, 3-х мерное.
11. Методы решения уравнений математической физики. Метод Даламбера.
12. Физический смысл системы координат, как определенной системы меток точек пространства.
13. Методы решения уравнений математической физики. Метод разделения переменных (метод Фурье).
14. Дать полное определение системы отсчета в физике.
15. Специальные функции. Уравнение Бесселя. Цилиндрические функции (функции Бесселя 1-го рода). Их свойства и поведение.
16. Системы координат и системы отсчета. Их связь в физике.

17. Специальные функции. Уравнение Бесселя. Функции Бесселя 2-го рода (функции Неймана). Их свойства и поведение.
18. Дать определение метрики. Метрика как квадратичная форма в выбранной системе координат.
19. Специальные функции. Уравнение Бесселя. Функции Бесселя 3-го рода (функции Ханкеля). Их свойства и поведение.
20. Дать определения ковариантных и контравариантных тензоров различных рангов для пространств произвольной размерности и сигнатуры.
21. Специальные функции. Цилиндрические функции чисто мнимого аргумента и функции Макдональда. Их свойства и поведение.
21. Требования к набору математических величин (в виде таблицы, строки или столбца) для образования из этих величин тензора.
22. Сведение произвольного уравнения математической физики к записи в виде обобщенного уравнения колебаний с функцией, являющейся аналогом частоты.
23. Дать физический и математический смыслы тензоров различной вариантности на конкретных примерах.
24. Решение собственной задач для круга на примере уравнения теплопроводности с однородными граничными и неоднородными начальными условиями.
25. Арифметизация многомерного пространства. Введение системы координат как определенной системы меток точек пространства. Имеют ли системы координат физический смысл?
26. Задача на собственные значения для матрицы  $3 \times 3$ . Вековое уравнение. Решение Кардано.
27. Операции с тензорами. Записать операции градиента, дивергенции и ротора (вихря) для тензора произвольного ранга. Как частный случай рассмотреть эти операции на примере 3-векторов.
28. Специальные функции. Уравнение Бесселя. Цилиндрические функции (функции Бесселя 1-го рода). Их свойства и поведение.
29. Матричная задача на собственные значения. Вековое уравнение.
30. Специальные функции. Уравнение Бесселя. Функции Бесселя 3-го рода (функции Ханкеля). Их свойства и поведение.
31. Смешанные тензоры. Свертка тензоров. Матричное представление тензоров. Правило частного.
32. Специальные функции. Уравнение Бесселя. Функции Бесселя 2-го рода (функции Неймана). Их свойства и поведение.
33. Симметричные и антисимметричные тензоры. Свойства. Представление произвольного тензора в виде симметричной и антисимметричной частей. Соответствие с симметричными и антисимметричными матрицами.
34. Специальные функции. Цилиндрические функции чисто мнимого аргумента и функции Макдональда. Их свойства и поведение.
35. Ковариантные и контравариантные тензоры в матричном представлении. Матричные различия.
36. Методы решения уравнений математической физики. Метод Даламбера.
37. Системы координат и системы отсчета. Их связь и различия.
38. Методы решения уравнений математической физики. Метод разделения переменных (метод Фурье).
39. Арифметизация многомерного пространства. Введение системы координат как определенной системы меток точек пространства.
40. Классификация уравнений 2-го порядка в частных производных.
43. Введение тензора Леви-Чевиты в пространствах произвольной размерности. Свойства тензора Леви-Чевиты. Примеры в 3-м пространстве.
44. Примеры уравнений в частных производных, используемых в физике.

45. Матрицы поворотов декартовой системы координат на произвольный фиксированный угол в 3-м пространстве.

### 3.2.3. ЛИСТ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ

Дополнения и изменения в рабочую программу дисциплины  
на 2020/2021 учебный год

В программу вносятся следующие изменения:

1. Обновлены титульные листы рабочей программы, фонда оценочных средств в связи с изменением ведомственной принадлежности – Министерству просвещения Российской Федерации.

2. Обновлена и согласована с Научной библиотекой КГПУ им. В.П. Астафьева «Карта литературного обеспечения (включая электронные ресурсы)», содержащая основную и дополнительную литературу, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.

3. Обновлена «Карта материально-технической базы дисциплины», включающая аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы обучающихся в КГПУ им. В.П. Астафьева) и комплекс лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения.

Программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры  
"12" мая 2021г., протокол № 08

Внесенные изменения утверждаю:

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ Тесленко В.И.  
(ф.и.о., подпись)

Одобрено НМСС(Н) Института математики, физики, информатики 44.03.01 Педагогическое образование, 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), 44.04.01 Педагогическое образование, 44.06.01 Образование и педагогические науки  
(указать наименование совета и направление)

протокол № 07 от « 21 » 05 2021 г.

Председатель

\_\_\_\_\_ Бортновский С.В.  
(ф.и.о., подпись)

### 3.3. УЧЕБНЫЕ РЕСУРСЫ

#### 3.3.1. Карта литературного обеспечения дисциплины

Наименование	Место хранения/ электронный адрес	Кол-во экземпляров/ точек доступа
<b>Основная литература</b>		
Баранов А.М. Основы теории относительности и гравитации: Математическое введение [Текст]: учеб. пособие. /А.М.Баранов -- Краснояр. ун-т, Красноярск, 1987. -- 91 с.	Научная библиотека СФУ (пр. Свободный,81); ЭБС КГПУ им. В.П. Астафьева <a href="http://elib.kspu.ru/document/10578">http://elib.kspu.ru/document/10578</a> Режим доступа: по паролю	16  Свободное скачивание
Арфкен Г. Математические методы в физике [Текст] / Г.Арфкен - М.: Атомиздат, 1970.-- 712 с.	Отраслевая библиотека ИМФИ (ул. Перенсона, 7)	3
Тихонов А.Н. Самарский А.А. Уравнения математической физики.[Текст] /А.Н.Тихонов, А.А,Самарский -- М.: Наука, 1977.	Отраслевая библиотека ИМФИ (ул. Перенсона, 7) <a href="http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/pde.htm">http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/pde.htm</a>	3 Свободный доступ
<b>Дополнительная литература</b>		
Мэтью Дж., Уокер Р. Математические методы физики.- М.: Атомиздат, 1972. 397 с.	Отраслевая библиотека ИМФИ (ул. Перенсона, 7)	1
Баранов А.М. Светоподобные источники в общей теории относительности (монография) [Текст]: монография. /А.М. Баранов – Красноярск: СФУ, 2011. – 112 с.	ЭБС КГПУ им. В.П. Астафьева <a href="http://elib.kspu.ru/document/10576">http://elib.kspu.ru/document/10576</a> Режим доступа: по паролю	Свободное скачивание
Баранов А.М. Теория катастроф и алгебраические классификации электромагнитных и гравитационных полей: [Текст]: метод. указания к спецкурсу «Основы теории относительности и гравитации» /А.М. Баранов – Красноярск: Краснояр. ун-т, 1991. 32 с.	Научная библиотека СФУ (пр. Свободный,81)	32
<b>Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы</b>		
Будак Б.М., Самарский А.А., Тихонов А.Н. Сборник задач по математической физике [Текст] /Б.М. Будак., А.А. Самарский.,	Отраслевая библиотека ИМФИ (ул. Перенсона, 7)	1 Свободный доступ

А.Н. Тихонов. -- М.: Наука, 1979.	<a href="http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/pde.htm">http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/pde.htm</a>	
-----------------------------------	---	--

Согласовано с научной библиотекой:

Главный библиотекарь \_\_\_\_\_ / *Рост* Фортова А.А.  
(должность структурного подразделения) (подпись) (Фамилия И.О.)

### 3.3.2. Карта материально-технической базы дисциплины

Наименование дисциплины (модуля), практик в соответствии с УП	Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Математическая физика	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации, 660049, Красноярский край, г. Красноярск, ул. Перенсона, зд. 7 (Корпус №4), ауд. 3-03	Маркерная доска-1шт.	-
	Помещения для самостоятельной работы, 660049, Красноярский край, г. Красноярск, ул. Ады Лебедевой, д. 89 (Корпус №1), ауд. 1-05 Центр самостоятельной работы	МФУ-5 шт. компьютер- 15 шт. ноутбук-10 шт.	Microsoft® Windows® Home 10 Russian OLPNL Academic Edition Legalization Get Genuine (ОЕМ лицензия, контракт № Tr000058029 от 27.11.2015); Kaspersky Endpoint Security –

			<p>Лицесертификат №1В08-190415-050007-883-951;</p> <p>7-Zip - (Свободная лицензия GPL);</p> <p>AdobeAcrobatReader – (Свободная лицензия);</p> <p>GoogleChrome – (Свободная лицензия);</p> <p>MozillaFirefox – (Свободная лицензия);</p> <p>LibreOffice – (Свободная лицензия GPL);</p> <p>XpView – (Свободная лицензия);</p> <p>Java – (Свободная лицензия);</p> <p>VLC – (Свободная лицензия).</p> <p>Гарант - (договор № КРС000772 от 21.09.2018)</p> <p>КонсультантПлюс (договор № 20087400211 от 30.06.2016);</p> <p>Альт Образование 8 (лицензия № ААО.0006.00, договор № ДС 14-2017 от 27.12.2017</p>
	<p>Помещения для самостоятельной работы, 660049, Красноярский край, г. Красноярск, ул. Перенсона, зд. 7</p> <p>(Корпус №4), ауд. 1-01</p> <p>Отраслевая библиотека</p>	<p>Копир - 1шт</p>	-
	<p>Помещения для самостоятельной работы, 660049, Красноярский край, г. Красноярск, ул. Перенсона, зд. 7</p> <p>(Корпус №4), ауд. 1-02</p> <p>Читальный зал</p>	<p>Компьютер-10 шт,</p> <p>принтер-1 шт</p>	<p>Альт Образование 8 (лицензия № ААО.0006.00, договор № ДС 14-2017 от 27.12.2017</p>

	<i>Помещения для самостоятельной работы, 660049, Красноярский край, г. Красноярск, ул. Перенсона, зд. 7 (Корпус №4), ауд. 1-01 Отраслевая библиотека</i>	<i>Копир - 1 шт</i>	
	<i>Помещения для самостоятельной работы, 660049, Красноярский край, г. Красноярск, ул. Перенсона, зд. 7 (Корпус №4), ауд. 1-02 Читальный зал</i>	<i>Компьютер-10 шт, принтер-1 шт</i>	<i>Альт Образование 8 (лицензия № ААО.0006.00, договор № ДС 14-2017 от 27.12.2017</i>