

Государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования Московской области  
«Университет «Дубна»  
(государственный университет «Дубна»)

Филиал «Протвино»  
Кафедра «Техническая Физика»



/Евсиков А.А./  
Фамилия И.О.

подпись

«28» 06 2020 г.

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

Уравнения математической физики

*наименование дисциплины (модуля)*

Направление подготовки (специальность)

03.03.02 Физика

*код и наименование направления подготовки (специальности)*

Уровень высшего образования

бакалавриат

*бакалавриат, магистратура, специалитет*

Направленность (профиль) программы (специализация)

«Медицинская физика»

Форма обучения

очная

*очная, очно-заочная, заочная*

Протвино, 2020

Преподаватель (преподаватели):

Масликов А.А., доцент, к.ф.-м.н., кафедра технической физики

\_\_\_\_\_  
*Фамилия И.О., должность, ученая степень, ученое звание, кафедра; подпись*

Рабочая программа разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) высшего образования

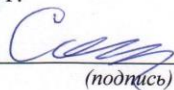
03.03.02 Физика

\_\_\_\_\_  
*(код и наименование направления подготовки (специальности))*

Программа рассмотрена на заседании кафедры технической физики

Протокол заседания № 3 от «26» июня 2020 г.

И.о. зав. кафедрой технической физики

  
*(подпись)*

Соколов А.А.

Эксперт \_\_\_\_\_

*(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание, место работы, должность;  
подпись, заверенная по месту работы)*

## Оглавление

1 Цели и задачи освоения дисциплины (модуля) .....	4
2 Объекты профессиональной деятельности при изучении дисциплины (модуля) .....	4
3 Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП .....	4
4 Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников).....	5
5 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся .....	7
6 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий .....	8
7 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю) .....	11
8 Применяемые образовательные технологии для различных видов учебных занятий и для контроля освоения обучающимися запланированных результатов обучения.....	11
9 Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю).....	12
10 Ресурсное обеспечение .....	18
11 Язык преподавания .....	20

## **1 Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)**

Уравнения математической физики и методы их решения возникли из рассмотрения физических задач, таких как распространение звука в газах, диффузии в жидкостях, тепла в физических телах. Все эти явления (и многие другие) описываются дифференциальными уравнениями в частных производных. Эта группа задач и именуется математической физикой. Таким образом, уравнения математической физики – это раздел математики, который непосредственно связан с изучением наиболее сложных явлений природы.

Прослушав курс, студенты должны усвоить теоретические основы методов решения уравнений математической физики. В ходе изучения предмета выводятся типичные уравнения математической физики и демонстрируются методы их решения. Число самих уравнений ограничено, но каждое из них описывает широкий круг явлений природы.

Изучение дисциплины «Уравнения математической физики» позволит помочь студентами овладеть фундаментальными математическими методами решения основных классов задач, возникающих в классической и квантовой физике. Предполагается активное овладение предметом, поэтому большое внимание уделяется детальному решению и разбору учебных примеров и задач.

Задачи освоения дисциплины «Уравнения математической физики» (УМФ):

Изучить:

- основные понятия, определения и постановки задач уравнений математической физики;
- постановки и физический смысл краевых задач трёх основных типов для дивергентного уравнения эллиптического типа, задачи Коши, смешанно-краевых задач основных типов для уравнений гиперболического и параболического типов;
- основные методы решения задач уравнений математической физики и интерпретации полученных результатов;

Овладеть:

- техникой построения математических моделей физических процессов, постановки задач и выбора адекватных методов их решения;
- способностью применять модели и методы, изучаемые в курсе, к решению практических задач.

## **2 Объекты профессиональной деятельности при изучении дисциплины (модуля)**

Объектами профессиональной деятельности в рамках изучаемой дисциплины (модуля) являются:

- физические системы различного масштаба и уровней организации, процессы их функционирования;
- физические, инженерно-физические, биофизические, химико-физические, медико-физические, природоохранные технологии;
- физическая экспертиза и мониторинг.

## **3 Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП**

Дисциплина Б1.Б.13 «Уравнения математической физики» относится к базовой части блока дисциплин учебного плана, модуль «Теоретическая физика».

К началу изучения дисциплины «Уравнения математической физики» должно быть начато освоение компетенций: ОПК-2 и ОПК-3 овладение способностью использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей и способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики

для решения профессиональных задач. Указанные компетенции формируются, в том числе, в результате освоения ранее изученных дисциплин модулей «Математика» и «Общая физика». Также в ходе изучения дисциплины «Уравнения математической физики» предполагается освоение компетенции ПК-4 овладение способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин.

Курс «Уравнения математической физики» использует сведения из общей физики, математического анализа, линейной алгебры, теории функций комплексного переменного и теории обыкновенных дифференциальных уравнений.

После освоения дисциплины «Уравнения математической физики» студент будет подготовлен к изучению дисциплин «Электродинамика», «Квантовая теория», «Физика конденсированного состояния», «Термодинамика и статистическая физика» модуля «Теоретическая физика», к выполнению выпускной квалификационной работы и последующей научно-технической деятельности по направлению «Физика».

#### **4 Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)**

*Раздел заполняется в соответствии с картами компетенций.*

<b>Формируемые компетенции</b> <i>(код компетенции, уровень (этап) освоения)</i> <i>(последний – при наличии в карте компетенции)</i>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций</b>
<p><i>ОПК-2 – способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей</i></p>	<p>Знать  математический аппарат, необходимый для решения профессиональных задач в области физики и смежных с ней дисциплин  теоретические и методологические основы смежных с физикой математических дисциплин и способы их использования при решении конкретных физических задач  Уметь *)  решать типовые учебные задачи по основным разделам математических дисциплин  применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях  -- применять полученные теоретические знания для самостоятельного освоения специальных разделов математики, необходимых в профессиональной деятельности  -- определять необходимость привлечения дополнительных знаний из специальных разделов математики для решения профессиональных задач  -- применять знания базовых математических дисциплин для анализа и обработки результатов физических экспериментов</p>

	<p>Владеть</p> <p>навыками самостоятельной работы с учебной литературой по базовым математическим дисциплинам</p> <p>-- основной терминологией и понятийным аппаратом базовых математических дисциплин, навыками решения базовых математических задач</p> <p>– навыками использования теоретических основ базовых разделов математики при решении конкретных физических задач</p>
<p><i>ОПК-3 -- способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач</i></p>	<p>Знать:</p> <p>базовые разделы общей и теоретической физики: основные понятия, модели, законы и теории; теоретические и методологические основы общей и теоретической физики и способы их использования при решении конкретных физических задач.</p> <p>Уметь:</p> <p>решать типовые учебные задачи по основным разделам общей и теоретической физики; применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач, грамотно работать с научной литературой с использованием новых информационных технологий; применять полученные теоретические знания для самостоятельного освоения специальных разделов общей и теоретической физики, необходимых в профессиональной деятельности; определять необходимость привлечения дополнительных знаний из специальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач;</p> <p>применять знания базовых дисциплин по общей и теоретической физике для анализа и обработки результатов физических экспериментов.</p> <p>Владеть:</p> <p>навыками самостоятельной работы с учебной литературой по базовым разделам общей и теоретической физики;</p> <p>основной терминологией и понятийным аппаратом базовых разделов общей и теоретической физики; навыками решения базовых задач по общей и теоретической физике; основными методами научных исследований; навыками проведения физического (лабораторного) эксперимента;</p> <p>навыками использования теоретических основ базовых разделов общей и теорети-</p>

	ческой физики при решении конкретных физических задач.
<p><i>ПК-4 -- способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин</i></p>	<p>Знать: основные разделы физики, используемые для разработки новых методов (технологий) создания медицинских приборов.</p> <p>Уметь: решать стандартные и нестандартные научно-исследовательские и инновационные задачи по созданию медицинских приборов на основе ранее полученных междисциплинарных знаний в области физики, химии и механики материалов; понимать, излагать и критически анализировать физическую информацию; пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями физики, используемой при создании приборов для медицины.</p> <p>Владеть: *) экспериментальными навыками работы со сложным медицинским оборудованием; экспериментальными навыками разработки медицинского оборудования с высокими эксплуатационными характеристиками.</p>

\*) результат обучения сформулирован на основании требований профессиональных стандартов:  
– «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам» № 32 (приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 4 марта 2014 г. № 121н)

**5 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Объем дисциплины (модуля) составляет 4 зачетных единицы, всего 144 часа, из которых:

**68 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем<sup>1</sup>:**

34 часа – лекционные занятия;

34 часа – практические занятия.

\_\_\_\_\_ часов – мероприятия текущего контроля успеваемости<sup>2</sup>;

**36 часов – мероприятия промежуточной аттестации (экзамен),**

**40 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.**

<sup>1</sup> Перечень видов учебных занятий уточняется в соответствии с учебным планом.

<sup>2</sup> В скобках необходимо сделать уточнение, если мероприятия текущего контроля успеваемости и (или) промежуточной аттестации (например, зачет, дифференцированный зачет) проводятся в рамках занятий семинарского типа, групповых или индивидуальных консультаций.

**6 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий**



Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля)  Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе:											
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них <sup>3</sup>							Самостоятельная работа обучающегося, часы, из них				
		Лекционные занятия	Семинарские занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	...	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, практические контрольные занятия и др.)*	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п.	Всего
<b>V семестр</b>													
<b>1.Эволюционные уравнения с 2-мя переменными, их классификация.</b> Приведение уравнений 2-го порядка с 2-мя переменными к каноническому виду. Метод бегущих волн для струны.		2		2						4	3		
<b>2.Краевые задачи на собственные значения.</b> Задача Штурма-Лиувилля. Колебания ограниченной струны.		2		2						4	3		
<b>3.Уравнения колебаний и теплопроводности.</b> Уравнение теплопроводности для бесконечного стержня. Интеграл Пуассона. Распространение тепла в конечном стержне. Схема поиска решения методом Фурье.		2		2						4	3		
<b>4.Уравнение Лапласа в двух измерениях.</b> Общее решение уравнения Лапласа в полярных координатах. Задача Дирихле для уравнения Лапласа в кольце. Задача Дирихле для уравнения Лапласа в круге. Внешняя задача Дирихле для уравнения Лапласа в круге.		2		2						4	3		
<b>5.Цилиндрические специальные функции.</b> Уравнение Бесселя. Цилиндрические функции Бесселя 1-го и 2-го рода целого порядка. Асимптотика и рекуррентные соотношения для функций Бесселя.		4		4						8	4		
<b>6.Уравнение Гельмгольца в круге.</b> Метод разделения переменных Фурье. Метод разложения по собственным функциям. Некоторые физические приложения.		2		2						4	3		
<b>7.Собственные значения оператора Лапласа.</b> Нахождение собственных значений и собственных функций оператора Лапласа в круге путем сведения к задаче		2		2						4	3		

<sup>3</sup> Перечень видов учебных занятий уточняется в соответствии с учебным планом.

Гельмгольца. Некоторые физические приложения.												
<b>8.Функции Лежандра.</b> Дифференциальное уравнение Лежандра как задача на собственные значения. Многочлены Лежандра, присоединенные функции Лежандра, их свойства.		4		4						8	4	
<b>9.Уравнение Лапласа в трех измерениях.</b> Оператор Лапласа в сферических координатах. Уравнение Лапласа в шаровом слое при радиальной симметрии. Общий случай уравнения Лапласа в шаровом слое. Схема поиска решения. Оператор Бельтрами-Лапласа, его собственные функции, шаровые функции.		4		4						8	4	
<b>10.Задача Дирихле для уравнения Лапласа в трех измерениях.</b> Задача Дирихле для уравнения Лапласа в шаровом слое. Схема поиска решения.		2		2						4	3	
<b>11.Волновое уравнение в пространстве.</b> Классическое решение. Задача Коши. Формула Кирхгофа. Метод спуска Адамара.		4		4						8	4	
<b>12.Функция Грина краевой задачи.</b> Формулы Грина для оператора Лапласа. Интегральное представление дифференцируемых функций. Гармонические функции и их свойства. Функция Грина задачи Дирихле для уравнения Пуассона.		4		4						8	3	
Промежуточная аттестация <u>экзамен</u> (указывается форма проведения)**	36 <sup>4</sup>	X									X	
<b>Итого</b>		34		34						68	40	108

\*Текущий контроль успеваемости может быть реализован в рамках занятий семинарского типа, групповых или индивидуальных консультаций.

\*\* Промежуточная аттестация может проходить как в традиционных формах (зачет, экзамен), так и в иных формах: балльно-рейтинговая система, защита портфолио, комплексный экзамен, включающий выполнение практических заданий (возможно наряду с традиционными ответами на вопросы по программе дисциплины (модуля)).

<sup>4</sup> Часы на промежуточную аттестацию (зачет, дифференцированный зачет, экзамен и др.) указываются в случае выделения их в учебном плане.

**7 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)**

**Методические указания к практическим занятиям**

**Примеры заданий для самостоятельной работы:**

1. Разложить в ряд Фурье по общей тригонометрической системе на интервале  $(-\pi, \pi)$  функцию  $f(x) = e^{ax}$ .
2. Найти все собственные функции и все собственные значения задачи Штурма-Лиувилля  $y'' + \lambda y = 0$ , заданной на интервале  $(0, l)$ , удовлетворяющие граничным условиям:  $y(0) = y(l) = 0$
3. Показать, что для функции Бесселя имеет место соотношение:  $J_{-n}(x) = (-1)^n J_n(x)$
4. Показать, что функции  $P_m(x) = \frac{1}{2^m m!} \frac{d^m}{dx^m} (x^2 - 1)^m$  являются полиномами Лежандра.
5. Решить задачу Штурма-Лиувилля для прямоугольника  $0 < x < a$ ,  $0 < y < b$  с граничными условиями  $u|_{x=0} = u|_{x=a} = 0$ ,  $\frac{\partial u}{\partial y}|_{y=0} = \frac{\partial u}{\partial y}|_{y=b} = 0$
6. Решить задачу Штурма-Лиувилля для круга  $0 < r < R$ ,  $0 < \varphi < 2\pi$  с граничными условиями  $u|_{r=R} = 0$ .
7. Определить тип уравнения и привести к каноническому виду в каждой из областей, где сохраняется тип уравнения:  $u_{xx} + 2u_{xy} + 5u_{yy} - 32u = 0$ .
8. В каждой из областей, где сохраняется тип уравнения, найти общее решение уравнения:  $u_{xx} + (x - y)u_{xy} - xu_{yy} = 0$

**Методические указания для самостоятельной работы обучающихся и прочее**

<b>№ п/п</b>	<b>№ раздела дисциплины</b>	<b>Содержание самостоятельной работы</b>	<b>Трудоемкость</b>
1 (ПР-2.1)	3-7	Домашняя контрольная работа «Эволюционные уравнения в двух измерениях.» (индивидуальное задание для каждого студента)	7
2 (ПР-2.2)	8-11	Домашняя контрольная работа «Эволюционные уравнения в трех измерениях.» (индивидуальное задание для каждого студента)	6

**8 Применяемые образовательные технологии для различных видов учебных занятий и для контроля освоения обучающимися запланированных результатов обучения**

*Перечень обязательных видов учебной работы студента:*

- посещение лекционных занятий;
- ответы на теоретические вопросы на практических занятиях;
- решение задач и выполнение заданий на практических занятиях;
- обсуждение домашних заданий и контрольных работ;
- сдача домашних контрольных работ.

В случае использования инновационных форм проведения учебных занятий<sup>5</sup> приводится перечень инновационных форм проведения учебных занятий (по видам учебных занятий).

(сведения о наличии по дисциплине (модулю) инновационных форм проведения учебных занятий, о количестве часов по видам учебных занятий отражаются в учебном плане по образовательной программе)

#### Инновационные формы проведения учебных занятий

Семестр	Вид учебных занятий <sup>6</sup>	Используемые инновационные формы проведения учебных занятий	Количество академ. часов
V семестр	Практические занятия	Групповое обсуждение подхода к конкретному практическому заданию и алгоритма его выполнения.	7
Всего:			7

#### 9 Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

- Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования.

ОПК-2 - способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей.

ОПК-3 - способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач.

ПК-4 - способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин.

Полная карта компетенций ОПК-2, ОПК-3, ПК-4 приведена в документе «Матрица формирования компетенций» по направлению бакалавриата 03.03.02 Физика.

- Описание шкал оценивания.

При балльно-рейтинговой системе все знания, умения и навыки, приобретаемые студентами в результате изучения дисциплины, оцениваются в баллах.

Оценка качества работы в рейтинговой системе является накопительной и используется для оценивания системной работы студентов в течение всего периода обучения.

По итогам работы в семестре студент может получить максимально **70** баллов. Итоговой формой контроля в V семестре является экзамен. На экзамене студент может набрать максимально **30** баллов.

В течение V семестра студент может заработать баллы за следующие виды работ:

№	Вид работы	Сумма баллов
1	Работа на практических занятиях	33

<sup>5</sup> При разработке и реализации ОПОП ВО выпускающая кафедра должна предусмотреть применение инновационных форм учебных занятий, развивающих у обучающихся навыки командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерские качества (включая, при необходимости, проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, преподавание дисциплин (модулей) в форме курсов, составленных на основе результатов научных исследований, проводимых университетом, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей).

<sup>6</sup> Перечень видов учебных занятий уточняется в соответствии с учебным планом.

2	Сдача домашней контрольной работы (ПР-2.1)	10
3	Сдача домашней контрольной работы (ПР-2.2)	10
4	Аудиторные занятия (посещение)	17
	Итого:	70

Если к моменту окончания семестра студент набирает от **51** до **70** баллов, то он получает допуск к экзамену.

Если студент к моменту окончания семестра набирает от **61** до **70** баллов, то он может получить автоматическую оценку «удовлетворительно». При желании повысить свою оценку, студент имеет право отказаться от автоматической оценки и сдать экзамен.

Если студент не набрал минимального числа баллов (**51** балл), то он не получает допуск к экзамену.

#### Соответствие рейтинговых баллов и академических оценок

Общая сумма баллов за семестр	Итоговая оценка
86-100	Отлично
71-85	Хорошо
51-70	Допуск к экзамену
в том числе:	
61-70	Возможность получения автоматической оценки «удовлетворительно»
51-60	Только допуск к экзамену
0-50 *	Неудовлетворительно (студент не допущен к экзамену)

Текущий контроль успеваемости осуществляется в процессе выполнения практических и самостоятельных работ в соответствии с ниже приведенным графиком.

#### График выполнения самостоятельных работ студентами во VI семестре

Виды работ	Недели учебного процесса																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ПР-2.1			ВЗ						ЗЗ								
ПР-2.2										ВЗ						ЗЗ	

ВЗ – выдача задания

ЗЗ – защита задания

- Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих этапы формирования компетенций
- Компетенция ОПК-2 способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом применимости моделей <sup>7</sup>

---

- Компетенция ОПК-3 - способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач

---

- Компетенция ПК-4 - способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин

– код и формулировка компетенции

<sup>7</sup> Данная таблица заполняется по каждой компетенции, формирование которой предусмотрено рабочей программой дисциплины (модуля), отдельно.

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) *)	Уровень освоения компетенции **)	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) ШКАЛА оценивания (критерии берутся из соответствующих карт компетенций, шкала оценивания (4 или более шагов) устанавливается в зависимости от того, какая система оценивания (традиционная или балльно-рейтинговая) применяется)					ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ
		1	2	3	4	5	
32 (ОПК-2) <b>Знать:</b> теоретические и методологические основы смежных с физикой математических дисциплин и способы их использования при решении конкретных физических задач.	I - пороговый	Отсутствие знаний	Не знает и не имеет общего представления о теоретических и методологических основах базовых и некоторых специальных разделах смежных с физикой математических дисциплин.	Имеет общее представление о теоретических и методологических основах базовых и некоторых специальных разделов математических дисциплин, может предложить отдельные примеры их использования при решении задач профессиональной деятельности.	Имеет представление о взаимосвязи теоретических и методологических основ смежных с физикой математических дисциплин, может предложить примеры их использования в различных областях физики.	Имеет представление о взаимосвязи теоретических и методологических основ смежных с физикой математических дисциплин, может предложить способ их использования при решении конкретной физической задачи.	Устное собеседование
У1 (ОПК-2) <b>Уметь:</b> решать типовые учебные задачи по основным разделам математических дисциплин.	I - пороговый	Отсутствие умений	Не умеет решать типовые задачи из базовых разделов математических дисциплин.	Умеет решать типовые задачи из базовых разделов математических дисциплин, но допускает отдельные ошибки.	Умеет решать комбинированные задачи из базовых разделов математических дисциплин.	Умеет решать задачи повышенной сложности из базовых разделов математических дисциплин.	Выполнение практического задания
В2 (ОПК-2) <b>Владеть:</b> навыками использования теоретических основ базовых разделов математики при решении конкретных физических задач.	I - пороговый	Отсутствие владения	Не владеет навыками использования теоретических основ базовых разделов математики при решении конкретных физических и смежных задач.	Способен предложить примеры использования теоретических представлений отдельных разделов математики для решения задач профессиональной деятельности.	Владеет навыками применения теоретических и математических моделей при интерпретации результатов в отдельно взятой области физики и смежных дисциплинах, но допускает отдельные	Владеет навыками применения теоретических и математических моделей при планировании работ в профессиональной сфере деятельности и грамотной интерпретации полученных результатов.	Выполнение практического задания

					неточности.		
<p>32 (ОПК-3) <b>Знать:</b> теоретические и методологические основы общей и теоретической физики и способы их использования при решении конкретных физических задач.</p>	I - пороговый	Отсутствие знаний	Не знает и не имеет общего представления о теоретических и методологических основах общей и теоретической физики.	Имеет общее представление о теоретических и методологических основах общей и теоретической физики, может предложить отдельные примеры их использования при решении задач профессиональной деятельности.	Имеет представление о взаимосвязи теоретических и методологических основ общей и теоретической физики, может предложить примеры их использования в разных областях физики	Имеет представление о взаимосвязи теоретических и методологических основ общей и теоретической физики, может предложить способы их использования при решении конкретной физической задачи.	Устное собеседование
<p>У1 (ОПК-3) <b>Уметь:</b> решать типовые учебные задачи по основным разделам общей и теоретической физики; применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач, грамотно работать с научной литературой с использованием новых информационных технологий.</p>	I - пороговый	Отсутствие умения	Не умеет решать типовые задачи из базовых разделов общей и теоретической физики; применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач, грамотно работать с научной литературой с использованием новых информационных технологий.	Умеет решать типовые задачи из базовых разделов общей и теоретической физики, но допускает отдельные ошибки. Частично умеет применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач, грамотно работать с научной литературой с использованием новых информационных технологий.	Умеет решать комбинированные задачи из базовых разделов общей и теоретической физики. В целом успешно умеет применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач, грамотно работать с научной литературой с использованием новых информационных технологий	Умеет решать задачи повышенной сложности из базовых разделов общей и теоретической физики. Полностью сформировано умение применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач, грамотно работать с научной литературой с использованием новых информационных технологий.	Выполнение практического задания

<p><i>B2 (ОПК-3)</i> <b>Владеть:</b> навыками использования теоретических основ базовых разделов общей и теоретической физики при решении конкретных физических задач.</p>	I - пороговый	Отсутствие владения	Не владеет навыками использования теоретических основ базовых разделов общей и теоретической физики при решении конкретных физических и смежных задач.	Способен предложить примеры использования теоретических представлений отдельных разделов общей и теоретической физики для решения задач профессиональной деятельности.	Владеет навыками применения теоретических моделей из базовых разделов общей и теоретической физики при интерпретации результатов в отдельно взятой области физики и смежных дисциплинах, но допускает отдельные неточности.	Владеет навыками применения теоретических моделей из базовых разделов общей и теоретической физики при планировании работ в профессиональной сфере деятельности и грамотной интерпретации полученных результатов.	Выполнение практического задания
<p><i>31 (ПК-4)</i> <b>Знать:</b> основные разделы физики, используемые для разработки новых методов (технологий) создания медицинских приборов.</p>	I - пороговый	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания основных разделов физики, используемых для разработки новых методов (технологий) создания медицинских приборов.	Неполные представления об основных разделах физики, используемых для разработки новых методов (технологий) создания медицинских приборов.	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы в знаниях основных разделов физики, используемых для разработки новых методов (технологий) создания медицинских приборов.	Знает основные разделы физики, используемых для разработки новых методов (технологий) создания медицинских приборов.	Устное собеседование
<p><i>У2 (ПК-4)</i> <b>Уметь:</b> понимать, излагать и критически анализировать физическую информацию; пользоваться теоретическими</p>	I - пороговый	Отсутствие умения	Частично освоенное умение понимать, излагать и критически анализировать физическую информацию; пользоваться теоретическими	В целом успешно сформированное, но не системное (содержащие существенные пробелы) умение понимать, излагать и критически анализировать физическую информацию; пользоваться теоретическими	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение понимать, излагать и критически анализировать физическую информацию;	Полностью сформированное умение понимать, излагать и критически анализировать физическую информацию; пользоваться теоретическими основами, основными	Выполнение практического задания



основами, основными понятиями, законами и моделями физики, используемой при создании приборов для медицины.			скими основами, основными понятиями, законами и моделями физики, используемой при создании приборов для медицины.	тическими основами, основными понятиями, законами и моделями физики, используемой при создании приборов для медицины.	пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями физики, используемой при создании приборов для медицины.	понятиями, законами и моделями физики, используемой при создании приборов для медицины.
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------

- Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенций.

#### **Список вопросов к экзамену**

1. Приведение уравнений 2-го порядка с 2-мя переменными к каноническому виду.
2. Вывод уравнения поперечных колебаний струны. Задача Коши для струны.
3. Метод бегущих волн для струны.
4. Краевые задачи на собственные значения. Задача Штурма-Лиувилля.
5. Колебания ограниченной струны.
6. Уравнение теплопроводности для бесконечного стержня. Интеграл Пуассона.
7. Распространение тепла в конечном стержне.
8. Колебания прямоугольной мембраны. Схема поиска решения методом Фурье.
9. Общее решение уравнения Лапласа в полярных координатах.
10. Задача Дирихле для уравнения Лапласа в кольце.
11. Задача Дирихле для уравнения Лапласа в круге.
12. Внешняя задача Дирихле для уравнения Лапласа в круге.
13. Уравнение Пуассона в кольце. Схема поиска решения методом Фурье.
14. Цилиндрические функции Бесселя 1-го и 2-го рода целого порядка.
15. Асимптотика и рекуррентные соотношения для функций Бесселя.
16. Уравнение Гельмгольца в круге.
17. Собственные значения оператора Лапласа в круге.
18. Уравнение теплопроводности в круге при радиальной симметрии.
19. Колебания круглой мембраны при радиальной симметрии.
20. Уравнение теплопроводности в цилиндре при радиальной симметрии.
21. Многочлены Лежандра.
22. Присоединенные функции Лежандра.
23. Уравнение Лапласа в шаровом слое при радиальной симметрии.
24. Общий случай уравнения Лапласа в шаровом слое. Схема поиска решения.
25. Задача Дирихле для уравнения Лапласа в шаровом слое. Схема поиска решения.
26. Уравнение Пуассона в шаровом слое. Схема поиска решения.
27. Решение задачи Коши для волнового уравнения в пространстве и на плоскости.
28. Волновое уравнение в пространстве. Классическое решение. Формула Кирхгофа.
29. Формулы Грина для оператора Лапласа.
30. Функция Грина задачи Дирихле для уравнения Пуассона.

- Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Процедура промежуточной аттестации проходит в соответствии с «Положением балльно-рейтинговой системы оценки и текущем контроле успеваемости студентов», а также «Положением о промежуточной аттестации» университета «Дубна».

## 10 Ресурсное обеспечение

### • Перечень основной и дополнительной учебной литературы

#### *Основная учебная литература*

1. Сабитов К.Б. Уравнения математической физики : учебник / К.Б. Сабитов. - М. : Физматлит, 2013. - 352 с. : ил. - (Математика. Прикладная математика). - ISBN 978-5-9221-1483-7
2. Владимиров, В. С. Уравнения математической физики : учебник для вузов / В. С. Владимиров, В. В. Жаринов. - 2-е изд., стер. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 400 с. - ISBN 978-5-9221-0310-7. - Текст : электронный // ЭБС "Znanium.com". - URL: <https://znanium.com/catalog/product/169279> (дата обращения: 11.04.2020). Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
3. Барашков, В. А. Методы математической физики : учеб. пособие / В. А. Барашков. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2012. - 152 с. - ISBN 978-5-7638-2497-1. - Текст : электронный. // ЭБС "Znanium.com". - URL: <https://znanium.com/catalog/product/492290> (дата обращения: 11.04.2020). Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

#### *Дополнительная учебная литература*

1. Сухинов, А. И. Курс лекций по уравнениям математической физики с примерами и задачами: учебное пособие / А.И. Сухинов, В.Н. Зуев, В.В. Семенистый. - Ростов н/Д: Издательство ЮФУ, 2009. - 307 с. ISBN 978-5-9275-0669-9. - Текст : электронный. // ЭБС "Znanium.com". - URL: <https://znanium.com/catalog/product/549839> (дата обращения: 11.04.2020). Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
2. Соболева, Е. С. Задачи и упражнения по уравнениям математической физики : учебное пособие / Е.С. Соболева, Г.М. Фатева. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2012. - 96 с. ISBN 978-5-9221-1053-2, 300 экз. - Текст : электронный. // ЭБС "Znanium.com". - URL: <https://znanium.com/catalog/product/392891> (дата обращения: 11.04.2020). Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
3. Ильин, А. М. Уравнения математической физики : учеб. пособие / А. М. Ильин. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 192 с. - ISBN 978-5-9221-1036-5. - Текст : электронный. // ЭБС "Znanium.com". - URL: <https://znanium.com/catalog/product/544745> (дата обращения: 11.04.2020). Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

### • Периодические издания

1. Вестник Московского университета. Серия 15. Вычислительная математика и кибернетика: научный журнал / Учредитель: МГУ им. М.В. Ломоносова; гл. ред. академик РАН Моисеев Е.И. – М.: ФГБОУ ВО МГУ им. М.В. Ломоносова – Журнал выходит 2 раза в полуг. - Основан в 1977 году. – ISSN 0137-0782. – Текст : электронный. – Полные электронные версии статей журнала доступны по подписке на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: [https://www.elibrary.ru/title\\_about.asp?id=8373](https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=8373)
2. Журнал экспериментальной и теоретической физики: / Учредитель: РАН, Институт физических проблем им. П.Л. Капицы РАН; гл. ред. акад. Андреев А.Ф. - М.: ФГБУ «Российская академия наук». – Журнал выходит 1раз в мес. - Основан в 1931 году. - ISSN 0044-4510. – Текст : электронный. Полные тексты статей журнала доступны по подписке на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: [https://www.elibrary.ru/title\\_about.asp?id=8682](https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=8682)

3. Вестник Московского государственного областного университета. Серия: физика-математика: научный журнал / Учредитель: Московский государственный областной университет; гл. ред. Бугаев А.С. – М.:МГОУ. – Журнал выходит 6 раз в год. - Основан в 1998 году - ISSN 2310-7251. – Текст : электронный. – Полные электронные версии статей журнала доступны на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: [https://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=25657](https://elibrary.ru/title_about.asp?id=25657)
4. Вестник Московского университета. Серия 1. Математика. Механика: научный журнал / Учредитель: МГУ им. М.В. Ломоносова; гл. ред. Чубариков В.Н. – М.: ФГБОУ ВО МГУ им. М.В. Ломоносова – Журнал выходит 6 раз в год. - Основан в 1946 году. - ISSN 0579-9368. – Текст : электронный. Полные электронные версии статей журнала доступны по подписке в БД периодических изданий «East View»: <https://dlib.eastview.com/browse/publication/9045/udb/890>

• **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**  
**Электронно-библиотечные системы и базы данных**

1. ЭБС «Znaniium.com»: <http://znaniium.com/>
2. ЭБС «Лань»: <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС «Юрайт»: <https://biblio-online.ru/>
4. ЭБС «Университетская библиотека онлайн»: <http://biblioclub.ru/>
5. Научная электронная библиотека (РУНЭБ) «eLIBRARY.RU»: <http://elibrary.ru>
6. Национальная электронная библиотека (НЭБ): <http://нэб.рф/>
7. Базы данных российских журналов компании «East View»: <https://dlib.eastview.com/>

**Научные поисковые системы**

1. Math-Net.Ru - современная информационная система, предоставляющая российским и зарубежным математикам различные возможности поиска информации о математической жизни в России – <http://www.mathnet.ru/>
2. Google Scholar - поисковая система по научной литературе. Включает статьи крупных научных издательств, архивы препринтов, публикации на сайтах университетов, научных обществ и других научных организаций <https://scholar.google.ru/>
3. SciGuide - навигатор по зарубежным научным электронным ресурсам открытого доступа. <http://www.prometeus.nsc.ru/sciguide/page0601.ssi>
4. ArXiv.org - научно-поисковая система, специализируется в областях: компьютерных наук, астрофизики, физики, математики, квантовой биологии. <http://arxiv.org/>
5. WorldWideScience.org - глобальная научная поисковая система, которая осуществляет поиск информации по национальным и международным научным базам данных и порталам. <http://worldwidescience.org/>

**Профессиональные ресурсы сети «Интернет»**

1. Федеральная информационная система «Единое окно доступа к информационным ресурсам»: <http://window.edu.ru/>
2. Образовательный математический сайт EXPonenta.ru: <http://exponenta.ru/default.asp>
3. Математический сайт Math.ru: <http://math.ru/lib/>
4. Сайт РАН Институт Вычислительной математики: <http://www.inm.ras.ru/>

• **Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости)**

Для проведения практических занятий могут использоваться мультимедиа-материалы (презентации, слайды, учебные видеофильмы и т.д.), в связи с чем требуется оборудование зала видеопроектором, компьютером или ноутбуком, а также аудиоаппаратурой. Для выполнения заданий самостоятельной подготовки обучающиеся обеспечиваются литературой, а

также в определённом порядке могут получать доступ к информационным ресурсам Интернета.

Дисциплина обеспечена необходимым программным обеспечением, которое находится в свободном доступе (программы OpenOffice и МАХІМА, свободная лицензия, код доступа не требуется).

- **Описание материально-технической базы**

- 

Компьютерный класс.

## **11 Язык преподавания**

Русский