**ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Замышляева А. А.
Пользователь: zamyshliaevaaa
Дата подписания: 30.06.2023

А. А. Замышляева

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.О.22 Уравнения математической физики
**для направления** 01.03.02 Прикладная математика и информатика
**уровень** Бакалавриат
**форма обучения** очная
**кафедра-разработчик** Прикладная математика и программирование

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утверждённым приказом Минобрнауки от 10.01.2018 № 9

Зав.кафедрой разработчика,
д.физ.-мат.н., проф.

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Замышляева А. А.
Пользователь: zamyshliaevaaa
Дата подписания: 29.06.2023

А. А. Замышляева

Разработчик программы,
старший преподаватель

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Ножкина Т. Г.
Пользователь: nozhkinatg
Дата подписания: 16.06.2023

Т. Г. Ножкина

Челябинск

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель курса "Уравнения математической физики" заключается в изучении студентами основных классов уравнений математической физики, свойств их решений, а также в приобретении навыков применения полученных знаний на практике в рамках прикладных задач и научных исследований.

## Краткое содержание дисциплины

В курсе изучаются основы классической теории уравнений математической физики. Дается понятие классического решения уравнений в частных производных. Рассматривается классификация уравнений математической физики относящихся к классу уравнений второго порядка. Формулируются основные постановки задач для уравнений в частных производных, встречающихся в математической физике: задачи Коши и различных типов начально-краевых задач для волнового уравнения и уравнения теплопроводности, различных типов краевых задач для уравнений Лапласа и Пуассона. Изучаются основные методы решения уравнений гиперболического, эллиптического и параболического типов. При этом основное внимание уделяется методу Фурье как одному из главных методов решения начально-краевых задач. Отдельно рассматривается метод характеристик, метод функции Грина и теория потенциала.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции) | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|---|---|
| ОПК-3 Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности | Знает: методы решений уравнений математической физики<br>Умеет: модифицировать алгоритмы решения уравнений математической физики в зависимости от краевых и начальных условий |

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|---|---|
| 1.О.15 Численные методы | Не предусмотрены |

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

| Дисциплина | Требования |
|---|---|
| 1.О.15 Численные методы | Знает: классические численные методы решения задач вычислительной математики Умеет: оценивать сложность и эффективность численных методов, применяемых в решении профессиональных задач Имеет практический опыт: разработки и анализа математических моделей и алгоритмов решения задач |

| | |
|---|---|
| | вычислительной математики |

## 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 ч., 142,75 ч. контактной работы

| Вид учебной работы | Всего часов | Распределение по семестрам в часах | |
|---|---|---|---|
| | | Номер семестра | |
| | | 5 | 6 |
| Общая трудоёмкость дисциплины | 216 | 108 | 108 |
| *Аудиторные занятия:* | 128 | 64 | 64 |
| Лекции (Л) | 64 | 32 | 32 |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 64 | 32 | 32 |
| Лабораторные работы (ЛР) | 0 | 0 | 0 |
| *Самостоятельная работа (СРС)* | 73,25 | 37,75 | 35,5 |
| Подготовка к экзамену | 15,5 | 0 | 15.5 |
| Подготовка к зачету | 7,75 | 7.75 | 0 |
| Подготовка к контрольным мероприятиям в 6 семестре | 20 | 0 | 20 |
| Подготовка к контрольным мероприятиям в 5 семестре | 30 | 30 | 0 |
| Консультации и промежуточная аттестация | 14,75 | 6,25 | 8,5 |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен) | - | зачет | экзамен |

## 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины | Объем аудиторных занятий по видам в часах | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Всего | Л | ПЗ | ЛР |
| 1 | Классификация уравнений в частных производных и основные классы задач математической физики | 30 | 14 | 16 | 0 |
| 2 | Задача Коши для волнового уравнения | 12 | 6 | 6 | 0 |
| 3 | Метод Фурье решения начально-краевых задач для уравнений гиперболического типа | 22 | 12 | 10 | 0 |
| 4 | Метод Фурье решения начально-краевых задач для уравнений праболического типа | 20 | 14 | 6 | 0 |
| 5 | Задача Коши для уравнения теплопроводности | 8 | 4 | 4 | 0 |
| 6 | Метод Фурье решения уравнения Лапласа и Пуассона | 16 | 6 | 10 | 0 |
| 7 | Методы потенциала и функции Грина решения уравнения Лапласа и Пуассона | 20 | 8 | 12 | 0 |

## 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия | Кол-во часов |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | Общее понятие уравнения в частных производных и его классического решения. Примеры дифференциальных уравнений в частных производных в задачах математической физики. | 2 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2-4 | 1 | Классификация линейных уравнений в частных производных второго порядка. Примеры уравнений гиперболического, параболического, эллиптического типа в математической физике. Понятие характеристик для уравнения в частных производных. | 6 |
| 5 | 1 | Классификация линейных уравнений в частных производных в случае многих переменных. Пример многомерных уравнений, используемых в физике. | 2 |
| 6 | 1 | Постановки основных задач для уравнений в частных производных. Понятия задачи Коши и начально-краевой задачи для уравнений параболического и эллиптического типа, краевой задачи для уравнений эллиптического типа. | 2 |
| 7 | 1 | Корректность задач математической физики. Примеры некорректно поставленных задач (задачи не имеющие решения, задачи с неединственным решением, пример Адамара) | 2 |
| 8 | 2 | Постановка и решение задачи Коши для одномерного волнового уравнения. Вывод формулы Даламбера (случаи однородного и неоднородного уравнений на прямой). Понятие характеристик гиперболического уравнения. | 2 |
| 9 | 2 | Обоснование корректности решения задачи Коши - существование и единственность решения в заданном классе, его непрерывная зависимость от начальных и граничных условий. | 2 |
| 10 | 2 | Решение задачи Коши для одномерного волнового уравнения на полуоси в случае закрепленного и свободного концов | 2 |
| 11 | 3 | Постановка начально-краевой задачи для однородного и неоднородного волнового уравнения на отрезке. Формальное решение задачи методом Фурье. Понятие задачи Штурма-Лиувилля, базиса собственных функций и собственных значений дифференциального оператора. | 2 |
| 12-13 | 3 | Обоснование корректности решения начально-краевой задачи: существование и единственность решения в заданном классе, его непрерывная зависимость от начальных и граничных условий | 4 |
| 14 | 3 | Случай начально-краевой задачи с неоднородным граничными условиями. Примеры рассмотренных типов задач из физики. | 2 |
| 15-16 | 3 | Постановка начально краевой задачи для волнового уравнения в прямоугольнике. Формальное решение задачи методом Фурье при различных граничных условиях (однородные граничные условия первого и второго рода, неоднородные граничные условия) Постановка начально-краевой задачи для волнового уравнения в круге. Формальное решение задачи методом Фурье. Функции Бесселя: основные свойства, использование функций Бесселя первого рода в качестве базиса собственных функций. | 4 |
| 17-18 | 4 | Постановка начально-краевой задачи для уравнения теплопроводности на отрезке. Формальное решение задачи методом Фурье. | 4 |
| 19-20 | 4 | Обоснование корректности решения начально-краевых задач для уравнения теплопроводности: существование и единственность решений в заданном классе, непрерывная зависимость решения от начальных и граничных условий. Принцип максимума для уравнения теплопроводности. | 4 |
| 21 | 4 | Начально-краевая задач для уравнения теплопроводности с неоднородным граничными условиями. Примеры рассмотренных типов задач из физики. | 2 |
| 22-23 | 4 | Постановка начально-краевых задач для уравнения теплопроводности на плоскости (в прямоугольнике и круге). Формальное решение задач методом Фурье. | 4 |
| 24-25 | 5 | Постановка задачи Коши для уравнения теплопроводности в одномерном и многомерном случаях. Решение задачи Коши для одномерного и многомерного уравнения теплопроводности методом преобразования Фурье. | 4 |
| 26-27 | 6 | Постановка краевых задач для уравнений Лапласа и Пуассона на плоскости (в прямоугольнике и круге). Понятие внешней и внутренней краевых задач. Формальное решение задач методом Фурье с различными граничными | 4 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | условиями. | |
| 28 | 6 | Постановка внешней и внутренней краевых задач для уравнения Лапласа и Пуассона в шаре. Формальное решение задач методом Фурье. Сферические функции. | 2 |
| 29-30 | 7 | Метод потенциала решения уравнений Лапласа и Пуассона на плоскости и в пространстве. Основные понятия и утверждения теории обобщенных функций. | 4 |
| 31-32 | 7 | Определение и свойства функции Грина. Построение решений краевых задач для уравнений Лапласа и Пуассона с помощью функции Грина | 4 |

## 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара | Кол-во часов |
|---|---|---|---|
| 1-3 | 1 | Решение основных типов обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных первого порядка, встречающихся в курсе уравнений математической физики. Контрольная работа 1. | 6 |
| 4-5 | 1 | Классификация линейных уравнений в частных производных второго порядка с двумя независимыми переменными | 4 |
| 6 | 1 | Классификация линейных уравнений в частных производных второго порядка со многими независимыми переменными | 2 |
| 7 | 1 | Нахождение общего решения дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка | 2 |
| 8 | 1 | Контрольная работа 2 | 2 |
| 9-10 | 2 | Решение задачи Коши для волнового уравнения на прямой и луче с граничным условием на искомую функцию или ее производную | 4 |
| 11 | 2 | Контрольная работа 3 | 2 |
| 12-13 | 3 | Решение начально-краевой задачи для одномерного волнового уравнения и уравнения теплопроводности на отрезке с различными типами граничных условий | 4 |
| 14 | 3 | Контрольная работа 4 | 2 |
| 15 | 3 | Решение начально-краевой задачи для двумерного волнового уравнения в прямоугольнике с различными типами граничных условий. | 2 |
| 16 | 3 | Решение начально-краевой задачи для двумерного волнового уравнения в круге с различными типами граничных условий. | 2 |
| 17-18 | 4 | Решение задачи Коши для уравнения теплопроводности | 4 |
| 19 | 4 | Контрольная работа 5 | 2 |
| 20-21 | 5 | Решение задачи Коши для волнового уравнения и уравнения теплопроводности на плоскости и в пространстве. | 4 |
| 22-23 | 6 | Краевая задача для уравнений Лапласа и Пуассона на плоскости (в прямоугольнике, в\вне круга и кольце) | 4 |
| 24-25 | 6 | Краевая задача для уравнений Лапласа и Пуассона на плоскости (в прямоугольнике, в\вне круга и кольце) | 4 |
| 26 | 6 | Контрольная работа 6 | 2 |
| 27-28 | 7 | Решение уравнения Пуассона на плоскости и в пространстве методом потенциала | 4 |
| 29-31 | 7 | Решение краевых задач для уравнения Лапласа и Пуассона методом функции Грина. | 6 |
| 32 | 7 | Контрольная работа 7 | 2 |

## 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

### 5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС | | | |
|---|---|---|---|
| Подвид СРС | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс | Семестр | Кол-во часов |
| Подготовка к экзамену | ПУМД. метод. лит. [1]; ЭУМД. осн. лит. [1], [3]; ЭУМД. доп. лит. [2]. | 6 | 15,5 |
| Подготовка к зачету | ПУМД. метод. лит. [1]; ЭУМД. осн. лит. [1], [3]; ЭУМД. доп. лит. [2]. | 5 | 7,75 |
| Подготовка к контрольным мероприятиям в 6 семестре | ПУМД. метод. лит. [1]; ЭУМД. осн. лит. [1], [3]. | 6 | 20 |
| Подготовка к контрольным мероприятиям в 5 семестре | ПУМД. метод. лит. [1]; ЭУМД. осн. лит. [1], [3]. | 5 | 30 |

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

| № КМ | Се-местр | Вид контроля | Название контрольного мероприятия | Вес | Макс. балл | Порядок начисления баллов | Учи-тыва-ется в ПА |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 5 | Текущий контроль | КМ-1. Контрольная работа 1 | 1 | 25 | Контрольная работа включает в себя 5 заданий. Максимальная оценка каждго из заданий - 5 баллов. При выставлении балла используются следующие критерии оценивания.<br>5 баллов: задача решена верно, ход решения изложен полностью, без пробелов;<br>4 балла: задача решена верно, однако в решении присутсвуют незначительные ошибки (описки, ошибки в вычислениях).<br>3 балла: задача решена качественно верно, однако в решении присутсвуют ошибки, либо в решении пропущены важные логические элементы рассуждений.<br>2 балла: выбран верный ход решения, однако конечный ответ ошибочен, поскольку решение содержит грубые ошибки;<br>1 балл: назван верный алгоритм решения задачи, но выкладки отсутствуют либо полностью ошибочны.<br>0 баллов: решение задачи отсутствует. | зачет |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 5 | Текущий контроль | КМ-2. Контрольная работа 2 | 1 | 25 | Контрольная работа включает в себя 5 заданий. Максимальная оценка каждго из заданий - 5 баллов. При выставлении балла используются следующие критерии оценивания.<br>5 баллов: задача решена верно, ход решения изложен полностью, без пробелов;<br>4 балла: задача решена верно, однако в решении присутсвуют незначительные ошибки (описки, ошибки в вычислениях).<br>3 балла: задача решена качественно верно, однако в решении присутсвуют ошибки, либо в решении пропущены важные логические элементы рассуждений.<br>2 балла: выбран верный ход решения, однако конечный ответ ошибочен, поскольку решение содержит грубые ошибки;<br>1 балл: назван верный алгоритм решения задачи, но выкладки отсутствуют либо полностью ошибочны.<br>0 баллов: решение задачи отсутствует. | зачет |
| 3 | 5 | Текущий контроль | КМ-3. Контрольная работа 3 | 1 | 25 | Контрольная работа включает в себя 5 заданий. Максимальная оценка каждго из заданий - 5 баллов. При выставлении балла используются следующие критерии оценивания.<br>5 баллов: задача решена верно, ход решения изложен полностью, без пробелов;<br>4 балла: задача решена верно, однако в решении присутсвуют незначительные ошибки (описки, ошибки в вычислениях).<br>3 балла: задача решена качественно верно, однако в решении присутсвуют ошибки, либо в решении пропущены важные логические элементы рассуждений.<br>2 балла: выбран верный ход решения, однако конечный ответ ошибочен, поскольку решение содержит грубые ошибки;<br>1 балл: назван верный алгоритм решения задачи, но выкладки отсутствуют либо полностью ошибочны.<br>0 баллов: решение задачи отсутствует. | зачет |
| 4 | 5 | Текущий контроль | КМ-4. Контрольная работа 4 | 1 | 25 | Контрольная работа включает в себя 5 заданий. Максимальная оценка каждго из заданий - 5 баллов. При выставлении балла используются следующие критерии оценивания.<br>5 баллов: задача решена верно, ход решения изложен полностью, без пробелов;<br>4 балла: задача решена верно, однако в решении присутсвуют незначительные | зачет |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | ошибки (описки, ошибки в вычислениях).<br>3 балла: задача решена качественно верно, однако в решении присутсвуют ошибки, либо в решении пропущены важные логические элементы рассуждений.<br>2 балла: выбран верный ход решения, однако конечный ответ ошибочен, поскольку решение содержит грубые ошибки;<br>1 балл: назван верный алгоритм решения задачи, но выкладки отсутствуют либо полностью ошибочны.<br>0 баллов: решение задачи отсутствует. | |
| 5 | 5 | Проме-жуточная аттестация | КМ-5. Зачёт | - | 45 | Зачетная работа состоит из девяти задач. Максимальная оценка за каждую из задач - 5 баллов. При выставлении балла используются следующие критерии оценивания.<br>5 баллов: задача решена верно, ход решения изложен полностью, без пробелов;<br>4 балла: задача решена верно, однако в решении присутсвуют незначительные ошибки (описки, ошибки в вычислениях).<br>3 балла: задача решена качественно верно, однако в решении присутсвуют ошибки, либо в решении пропущены важные логические элементы рассуждений.<br>2 балла: выбран верный ход решения, однако конечный ответ ошибочен, поскольку решение содержит грубые ошибки;<br>1 балл: назван верный алгоритм решения задачи, но выкладки отсутствуют либо полностью ошибочны.<br>0 баллов: решение задачи отсутствует. | зачет |
| 6 | 6 | Текущий контроль | КМ-6. Контрольная работа 5 | 1 | 20 | Контрольная работа включает в себя 4 задания. Максимальная оценка каждго из заданий - 5 баллов. При выставлении балла используются следующие критерии оценивания.<br>5 баллов: задача решена верно, ход решения изложен полностью, без пробелов;<br>4 балла: задача решена верно, однако в решении присутсвуют незначительные ошибки (описки, ошибки в вычислениях).<br>3 балла: задача решена качественно верно, однако в решении присутсвуют ошибки, либо в решении пропущены важные логические элементы рассуждений.<br>2 балла: выбран верный ход решения, однако конечный ответ ошибочен, поскольку решение содержит грубые ошибки;<br>1 балл: назван верный алгоритм решения | экзамен |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | задачи, но выкладки отсутствуют либо полностью ошибочны.<br>0 баллов: решение задачи отсутствует. | |
| 7 | 6 | Текущий контроль | КМ-7. Контрольная работа 6 | 1 | 20 | Контрольная работа включает в себя 4 задания. Максимальная оценка каждго из заданий - 5 баллов. При выставлении балла используются следующие критерии оценивания.<br>5 баллов: задача решена верно, ход решения изложен полностью, без пробелов;<br>4 балла: задача решена верно, однако в решении присутсвуют незначительные ошибки (описки, ошибки в вычислениях).<br>3 балла: задача решена качественно верно, однако в решении присутсвуют ошибки, либо в решении пропущены важные логические элементы рассуждений.<br>2 балла: выбран верный ход решения, однако конечный ответ ошибочен, поскольку решение содержит грубые ошибки;<br>1 балл: назван верный алгоритм решения задачи, но выкладки отсутствуют либо полностью ошибочны.<br>0 баллов: решение задачи отсутствует. | экзамен |
| 8 | 6 | Текущий контроль | КМ-8. Контрольная работа 7 | 1 | 10 | Контрольная работа включает в себя 2 задания. Максимальная оценка каждго из заданий - 5 баллов. При выставлении балла используются следующие критерии оценивания.<br>5 баллов: задача решена верно, ход решения изложен полностью, без пробелов;<br>4 балла: задача решена верно, однако в решении присутсвуют незначительные ошибки (описки, ошибки в вычислениях).<br>3 балла: задача решена качественно верно, однако в решении присутсвуют ошибки, либо в решении пропущены важные логические элементы рассуждений.<br>2 балла: выбран верный ход решения, однако конечный ответ ошибочен, поскольку решение содержит грубые ошибки;<br>1 балл: назван верный алгоритм решения задачи, но выкладки отсутствуют либо полностью ошибочны.<br>0 баллов: решение задачи отсутствует. | экзамен |
| 9 | 6 | Проме-жуточная аттестация | КМ-9. Экзамен | - | 25 | Экзаменационная работа состоит из двух теоретических вопросов и трех задач. Каждая из позиций в работе имеет максимальную оценку в пять баллов. Критерии оценивания экзаменационных задач аналогичны критериям оценивания задач текущей аттестации. Используются | экзамен |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | следующие критерии оценивания теоретических вопросов.<br>5 баллов: в ответе приведены точные и полные формулировки и доказательства, ошибки в изложении материала отсутствуют.<br>4 балла: в ответе приведены точные и полные формулировки и доказательства, однако допущены незначительные ошибки.<br>3 балла – в ответе приведены определения и формулировки теорем, однако в доказательствах утверждений допущены грубые ошибки, либо утверждения даны без доказательств.<br>0-2 балла: ответ содержит грубые ошибки в формулировках определений и теорем, доказательства утверждений отсутствуют. | |

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения | Критерии оценивания |
|---|---|---|
| зачет | Оценка формируется на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. Студент может повысить свой рейтинг, пройдя контрольное мероприятие промежуточной аттестации: Зачет. Зачетная работа выполняется на протяжении 90 минут и оформляется письменно на отдельном листе, после чего сдается преподавателю на проверку. Фиксация результатов учебной деятельности по дисциплине проводится в день зачета при личном присутствии студента. | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |
| экзамен | Оценка формируется на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. Студент может повысить свой рейтинг, пройдя контрольное мероприятие промежуточной аттестации: Экзамен. Экзаменационная работа выполняется на протяжении 90 минут и оформляется письменно на отдельном листе. По результатам выполнения работы проводится собеседование с преподавателем. Фиксация результатов учебной деятельности по дисциплине проводится в день зачета при личном присутствии студента. | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения | № КМ | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| ОПК-3 | Знает: методы решений уравнений математической физики | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| ОПК-3 | Умеет: модифицировать алгоритмы решения уравнений математической физики в зависимости от краевых и начальных условий | | | + | + | + | + | + | + | + |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

**Печатная учебно-методическая документация**

*а) основная литература:*

Не предусмотрена

*б) дополнительная литература:*

Не предусмотрена

*в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:*

Не предусмотрены

*г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:*

1. Методическое пособие по решению задач

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

1. Методическое пособие по решению задач

**Электронная учебно-методическая документация**

| № | Вид литературы | Наименование ресурса в электронной форме | Библиографическое описание |
|---|---|---|---|
| 1 | Основная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Сборник задач по уравнениям математической физики : учебное пособие / В. С. Владимиров, В. П. Михайлов, Т. В. Михайлова, М. И. Шабунин. — 4-е, изд. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2016. — 520 с. — ISBN 978-5-9221-1692-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/104995 (дата обращения: 16.06.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей. |
| 2 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Треногин, В. А. Уравнения в частных производных : учебное пособие / В. А. Треногин, И. С. Недосекина. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2013. — 228 с. — ISBN 978-5-9221-1448-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/59744 (дата обращения: 16.06.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей. |
| 3 | Основная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Владимиров, В. С. Уравнения математической физики : учебник / В. С. Владимиров, В. В. Жаринов. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2000. — 400 с. — ISBN 5-9221-0011-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/2363 (дата обращения: 16.06.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей. |

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. -Python(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Не предусмотрено