

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ребковец Ольга Александровна
Должность: И.о. ректора
Дата подписания: 01.11.2023 15:56:57
Уникальный программный ключ:
e789ec8739030382afc5ebff702928ad11af5c0

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Камчатский государственный университет имени Витуса Беринга»

Рассмотрено и утверждено на заседании
кафедры математики и физики
14.05.2022 г., протокол №9
зав. кафедрой _____ И.А. Кашутина

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (КУРСА, МОДУЛЯ)

Б1.В.06 «Уравнения математической физики»

Направление подготовки: 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»

Квалификация выпускника: Бакалавр

Год набора: 2022

Форма обучения: очная

Курс 4 Семестр 7

Экзамен: 7 семестр

Петропавловск-Камчатский 2022 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 01.03.02 "Прикладная математика и информатика (уровень бакалавриата)", утвержденного приказом Минобрнауки России от 10.01.2018 № 9.

Составитель:

Профессор кафедры математики и физики _____ Р.И. Паровик

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является - формирование систематизированных знаний по математической физике и навыков исследования их краевых задач. Приобретенные теоретические знания и практические навыки позволят студентам самостоятельно ставить и решать задачи краевые задачи математической физики.

2. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Б.1. Цикл математических и естественнонаучных дисциплин (базовая часть).

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки (специальности):

| Наименование категории (группы) компетенций | Код и наименование компетенции | Индикаторы достижения компетенции |
|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Теоретические и практические основы профессиональной деятельности | ОПК-1. Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности | ОПК-1.1. Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук. ОПК-1.2. Умеет использовать базовые знания, полученные в области математических и (или) естественных наук в профессиональной деятельности. ОПК-1.3. Имеет навыки выбора методов решения задач профессиональной деятельности на основе полученных теоретических знаний. |
| | ОПК-2. Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач | ОПК-2.1. Знает базовые математические методы решения прикладных задач. ОПК-2.2. Умеет адаптировать существующие математические методы для решения конкретной прикладной задачи. ОПК-2.3. Имеет опыт решения прикладных задач с использованием математических методов и систем программирования. |
| | ОПК-3. Способен применять | ОПК-3.1. Знает классические |

| | | |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности | <p>математические модели, применяемые в различных областях человеческой деятельности.</p> <p>ОПК-3.2. Умеет модифицировать классические математические модели для решения конкретных задач профессиональной деятельности.</p> <p>ОПК-3.3. Имеет опыт применения методов математического моделирования для решения конкретных задач профессиональной деятельности.</p> |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

4. Содержание дисциплины

Тема 1 «Введение. Задачи математической физики»

Предмет, объект, цели и задачи дисциплины. Программа курса, ее реализация во времени. Требования к итоговой аттестации. Литература. Задачи математической физики. Классификация уравнений и систем уравнений с частными производными.

Тема 2 «Каноническая форма записи уравнений математической физики»

Приведение уравнений второго порядка с двумя независимыми переменными к каноническому виду. Каноническая форма записи уравнений гиперболического, параболического и эллиптического типов.

Тема №3 «Математическое описание явлений, изучаемых методами математической физики»

Вывод уравнения колебаний струны. Вывод уравнения колебаний мембраны. Уравнение неразрывности. Уравнения движения идеальной жидкости. Закон Фурье. Уравнение распространения тепла в изотропном твердом теле.

Тема №4 «Математическое описание явлений, изучаемых методами математической физики»

Телеграфное уравнение. Задачи, приводящие к уравнению Лапласа. Краевые и начальные задачи. Типы граничных условий. Колебания бесконечной струны. Формула Даламбера. Частные случаи формулы Даламбера

Тема №5 «Математическое описание явлений, изучаемых методами математической физики»

Колебания струны, закрепленной на концах. Метод разделения переменных. Общая схема метода Фурье. Вынужденные колебания ограниченной струны. Задача Коши для одномерного уравнения теплопроводности. Фундаментальное решение уравнения теплопроводности. Колебания прямоугольной мембраны. Задача Дирихле для уравнения Лапласа в прямоугольнике.

Тема №6 «Преобразование Лапласа и его применение в задачах математической физики»

Преобразование Лапласа и его свойства. Применение Преобразования Лапласа в задачах математической физики.

Тема №7 «Оператор Лапласа в криволинейной ортогональной системе координат»

Оператор Лапласа в криволинейной ортогональной системе координат. Фундаментальное решение уравнения Лапласа. Задача Дирихле для уравнения Лапласа в круге. Формула Пуассона. Элементы теории потенциала.

Тема №8 «Численные методы решения задач математической физики»

Интегральные уравнения Вольтерра. Метод последовательных приближений. Интегральные уравнения в теории потенциала. Численные методы решения задач математической физики.

5. Тематическое планирование

Модули дисциплины

| № | Наименование модуля | Лекции | Практики/ семинары | Лабораторные | Сам. работа | Контроль | Всего, часов |
|---|---------------------------------|--------|-----------------------|--------------|-------------|----------|--------------|
| 1 | Уравнения математической физике | 16 | 28 | 0 | 64 | 36 | 144 |
| | Всего | 16 | 28 | 0 | 64 | 36 | 144 |

Тематический план

Модуль 1

| № темы | Тема | Кол-во часов | Компетенции по теме |
|--------|----------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------|
| | Лекции | | |
| 1 | Введение. Задачи математической физики | 2 | ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3 |
| 2 | Каноническая форма записи уравнений математической физики | 2 | ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3 |
| 3 | Математическое описание явлений, изучаемых методами математической физики. | 2 | ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3 |
| 4 | Математическое описание явлений, изучаемых методами математической физики. | 2 | ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3 |
| 5 | Математическое описание явлений, изучаемых методами математической физики. | 2 | ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3 |
| 6 | Преобразование Лапласа и его применение в задачах | 2 | ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3 |

| | | | |
|---|----------------------------------------------------------------------------|----|---------------------|
| | математической физики | | |
| 7 | Оператор Лапласа в криволинейной ортогональной системе координат | 2 | ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3 |
| 8 | Численные методы решения задач математической физики | 2 | ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3 |
| | Практические работы | | |
| 1 | Введение. Задачи математической физики | 2 | ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3 |
| 2 | Каноническая форма записи уравнений математической физики | 2 | ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3 |
| 3 | Математическое описание явлений, изучаемых методами математической физики. | 4 | ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3 |
| 4 | Математическое описание явлений, изучаемых методами математической физики. | 4 | ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3 |
| 5 | Математическое описание явлений, изучаемых методами математической физики. | 4 | ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3 |
| 6 | Преобразование Лапласа и его применение в задачах математической физики | 4 | ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3 |
| 7 | Оператор Лапласа в криволинейной ортогональной системе координат | 4 | ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3 |
| 8 | Численные методы решения задач математической физики | 4 | ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3 |
| | Самостоятельная работа | | |
| 1 | Уравнения смешанного типа в математической физике | 10 | ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3 |
| 2 | Обратные задачи математической физики | 10 | ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3 |
| 3 | Нелокальные задачи математической физики | 10 | ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3 |
| 4 | Задача Стефана | 10 | ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3 |
| 5 | Задача Гурса | 12 | ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3 |
| 6 | Задача Геллерстедта | 12 | ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3 |

6. Самостоятельная работа

Самостоятельная работа включает две составные части: аудиторная самостоятельная работа и внеаудиторная.

Самостоятельная аудиторная работа включает выступление по вопросам семинарских занятий, выполнение практических заданий (*при наличии*).

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов заключается в следующих формах:

- Конспектирование, решение задач, реферат.

6.1. Планы практических занятий

- *Введение. Задачи математической физики.*
Определение типа уравнений математической физики.
- *Каноническая форма записи уравнений математической физики.*
Приведение к каноническому виду различных типов уравнений математической физики.
- *Математическое описание явлений, изучаемых методами математической физики.*
Вывод уравнения диффузии и колебания струны. Исследование уравнений методом автомодельной постановки.
- *Математическое описание явлений, изучаемых методами математической физики.*
Решение колебаний струны с помощью формулы Даламбера.
- *Математическое описание явлений, изучаемых методами математической физики.*
Решение методом Фурье задач математической физики.
- *Преобразование Лапласа и его применение в задачах математической физики.*
Решение задач математической физики с помощью интегрального преобразования Лапласа.
- *Оператор Лапласа в криволинейной ортогональной системе координат.*
На примере дробного осциллятора Дуффинга, построить фазовые траектории и осциллограммы, исследовать точки покоя на асимптотическую устойчивость, построить спектры максимальных показателей Ляпунова.
- *Численные методы решения задач математической физики*
Решение задач математической физики с помощью теории конечно-разностных схем.

6.3 Внеаудиторная самостоятельная работа

- *Уравнения смешанного типа в математической физике*
Постановка задач для уравнения смешанного типа и методы исследования.
- *Нелокальные задачи математической физики.*
Нелокальные краевые задачи. Нелокальные краевые условия и нелокальные уравнения математической физики. Методы их исследования.
- *Задача Стефана.*
Постановка задачи и методы ее исследования.
- *Задача Гурса.*
Постановка задачи и методы ее исследования.
- *Задача Геллерстедта.*
Постановка задачи и методы ее исследования.

| № | Темы | Кол-во часов | Вид сам. работы |
|---|---------------------------------------------------|--------------|-------------------|
| 1 | Уравнения смешанного типа в математической физике | 10 | Конспект, реферат |
| 2 | Обратные задачи математической физики | 10 | Конспект, реферат |
| 3 | Нелокальные задачи математической физики | 10 | Конспект, реферат |

| | | | |
|---|---------------------|----|-------------------|
| 4 | Задача Стефана | 10 | Конспект, реферат |
| 5 | Задача Гурса | 12 | Конспект, реферат |
| 6 | Задача Геллерстедта | 12 | Конспект, реферат |

7. Перечень вопросов на экзамен

1. Вывод уравнения колебаний струны.
2. Вывод уравнения колебаний мембраны.
3. Вывод уравнения распространения тепла в изотропном твердом теле.
4. Вывод уравнения неразрывности.
5. Вывод уравнений движения идеальной жидкости.
6. Телеграфное уравнение.
7. Задачи, приводящие к уравнению Лапласа.
8. Граничные условия. Их типы и примеры краевых задач первого, второго и третьего родов.
9. Приведение уравнения второго порядка с двумя независимыми переменными к каноническому виду, случай гиперболического типа.
10. Приведение уравнения второго порядка с двумя независимыми переменными к каноническому виду, случай параболического типов
11. Приведение уравнения второго порядка с двумя независимыми переменными к каноническому виду, случай эллиптического типов
12. Колебания бесконечной струны. Формула Даламбера. Частные случаи формулы Даламбера.
13. Задача Коши для волнового уравнения.
14. Формула Пуассона.
15. Корректность краевых задач. Пример Адамара.
16. Метод разделения переменных для решения первой краевой задачи колебаний струны.
17. Общая схема метода Фурье.
18. Решение методом разделения переменных неоднородных уравнений с ненулевыми граничными условиями.
19. Метод разделения переменных для решения неоднородного волнового уравнения.
20. Метод разделения переменных для решения уравнения Лапласа в круге.
21. Колебания прямоугольной мембраны.
22. Обоснование метода Фурье. Теорема Стеклова.
23. Колебания прямоугольной мембраны.
24. Остывание ограниченного стержня.
25. Остывание неограниченного уравнения.
26. Фундаментальное решение уравнения теплопроводности.
27. Коэффициенты Ламе.
28. Градиент в ортогональной криволинейной системе координат.
29. Дивергенция в ортогональной криволинейной системе координат.
30. Оператор Лапласа в ортогональной криволинейной системе координат.
31. Дифференциальные характеристики полей в цилиндрической системе координат.
32. Дифференциальные характеристики полей в сферической системе координат.
33. Фундаментальное решение уравнения Лапласа.

34. Теоремы Гарнака.
35. Первая и вторая формулы Грина.
36. Основная интегральная формула Грина.
37. Основные свойства гармонических функций.
38. Объемный потенциал и его свойства.
39. Поверхности Ляпунова.
40. Потенциал простого слоя.
41. Потенциал двойного слоя.
42. Классификация интегральных уравнений.
43. Интегральные уравнения с вырожденным ядром.
44. Метод последовательных приближений для решения интегрального уравнения Фредгольма второго рода.
45. Метод последовательных приближений для решения интегрального уравнения Вольтерры второго рода.
46. Резольвента и ее свойства.
47. Первая теорема Фредгольма о разрешимости интегральных уравнений второго рода.
48. Вторая теорема Фредгольма.
49. Основные теоремы о симметричных уравнениях.
50. Теорема Гильберта-Шмидта.
51. Сингулярные интегральные уравнения с ядром Гильберта.
52. Сингулярные интегральные уравнения с ядром Коши.
53. Пространства Соболева.
54. Обобщенные решения дифференциальных уравнений.
55. Неравенство Фридрихса.
56. Неравенство Пуанкаре.
57. Преобразование Лапласа. Основные понятия. Оригинал.
58. Теорема о дифференцировании оригинала.
59. Теорема о дифференцировании изображения.
60. Вычисление изображений тригонометрических, гиперболических, степенных функций.
61. Теорема об интегрировании оригинала.
62. Теорема об интегрировании изображения.
63. Теорема смещения.
64. Теорема запаздывания.
65. Формула свертки.
66. Формула обращения Меллина.
67. Вычисление оригиналов с помощью вычетов.
68. Применение операционного исчисления для решения интегральных уравнений.
69. Применение операционного исчисления для решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений.
70. Применение операционного исчисления для решения уравнений в частных производных.
71. Принципы построения разностных схем.
72. Численная реализация разностных схем.
73. Устойчивость разностных схем. Признак Наймана.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение

8.1. Основная учебная литература:

1. Дорохова М.А. Методы математической физики: учебное пособие / Дорохова М.А. — Саратов: Научная книга, 2019. — 127 с. — ISBN 978-5-9758-1748-8. — Текст:

электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/81027.html> (дата обращения: 01.02.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

2. Щербакова Ю.В. Уравнения математической физики: учебное пособие / Щербакова Ю.В., Миханьков М.А.. — Саратов : Научная книга, 2019. — 159 с. — ISBN 978-5-9758-1795-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/81065.html> (дата обращения: 01.02.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

3. Осинцева М.А. Уравнения математической физики : учебное пособие / Осинцева М.А.. — Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2019. — 82 с. — ISBN 978-5-9961-2013-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/101435.html> (дата обращения: 01.02.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

4. Янов С.И. Уравнения математической физики : учебно-методическое пособие / Янов С.И.. — Барнаул : Алтайский государственный педагогический университет, 2019. — 80 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/102791.html> (дата обращения: 01.02.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

5. Минаев Е.Н. Математическая физика в примерах и задачах : учебное пособие / Минаев Е.Н.. — Саратов : Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2018. — 188 с. — ISBN 978-5-7433-3241-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/99262.html> (дата обращения: 01.02.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/99262>.

6. Численные методы в уравнениях математической физики : учебное пособие / М.Г. Персова [и др.]. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2016. — 60 с. — ISBN 978-5-7782-2971-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/91581.html> (дата обращения: 01.02.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

8.2. Дополнительная учебная литература:

- Власова Е.А. и др. Приближенные методы математической физики. - М.: МГТУ им. Баумана, 2001. - 700 с.
- Бицадзе А.В., Калининченко Н.А. Сборник задач по уравнениям математической физики. М., Наука, 2006
- Сборник задач по уравнениям математической физики / Под ред. В.С. Владимирова. — М.: Физматлит 2003.
- Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. — М.: Физматлит, 2004.
- Будак А.М., Тихонов А.Н., Самарский А.А. Сборник задач по уравнениям математической физики. М.: ВШ, 1972.
- Курант Р. Уравнения с частными производными. - М.: Мир, 1964.
- Ладыженская О.А. Краевые задачи математической физики. - М.: Наука, 1973.
- Ландис Е.М. Уравнения второго порядка эллиптического и параболического типов. - М.: Наука, 1971.

- Масленникова В.Н. Дифференциальные уравнения в частных производных. М.: Изд РУДН, 1997. - 447 с.
- Михайлов В.П. Дифференциальные уравнения в частных производных. - М.: Наука, 1976.
- Михлин С.Г. Интегральные уравнения и их приложения. – МЛ. ОГИЗ, 1949. – 380 с.
- Михлин С.Г. Курс математической физики. М.: Наука, 1986. - 442 с.
- Петровский И.Г. Лекции об уравнениях в частных производных. - М.: Физматгиз, 1961.
- Соболев С.Л. Уравнения математической физики. М.: Наука, 1966.
- Тихонов А.Н., Арсенин В.Я. Методы решения некорректных задач. - М.: Наука, 1979.

8.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

1. Электронно-информационная среда вуза (Moodle) - <http://moodle3.kamgu.ru>
2. Учебно-методические материалы для студентов физико-математического факультета - <http://fizmatkamgu.ru/ymm/>
3. Научная электронная библиотека Elibrary.ru – <http://elibrary.ru>
4. Математический портал Math-Net – <http://mathnet.ru>
5. Академия Google - <https://scholar.google.ru/>
6. видеолекции на канале Постнаука youtube.com

8.4. Информационные технологии:

Компьютерная программа символьной математики Maple.

9. Формы и критерии оценивания учебной деятельности студента

На основании разработанной компетентностной модели выпускника образовательные цели представлены в виде набора компетенций как планируемых результатов освоения образовательной программы. Определение уровня достижения планируемых результатов освоения образовательной программы осуществляется посредством оценки уровня сформированности компетенции и оценки уровня успеваемости обучающегося по пятибалльной системе («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», «зачтено», «не зачтено»).

Основными критериями оценки в зависимости от вида работы обучающегося являются: сформированность компетенций (знаний, умений и владений), степень владения профессиональной терминологией, логичность, обоснованность, четкость изложения материала, ориентирование в научной и специальной литературе.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенций и оценки уровня успеваемости обучающегося

Текущий контроль

| Уровень сформированности компетенции и | Уровень основание модулей дисциплины (оценка) | Критерии оценивания отдельных видов работ обучающихся | |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| | | Устный опрос, сообщение по вопросам семинарских (практических) занятий | Решение задач; составление задач; работа над |
| | | | |

| | | | обобщающими вопросами. |
|-----------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Высокий | Отлично | <p>Оценивается ответ студента, которым даны полные, развернутые ответы на поставленные и дополнительные вопросы. Студентом продемонстрированы глубокие исчерпывающие знания всего программного материала, понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, твердое знание основных положений смежных дисциплин. Ответ логически последователен, содержателен. Стил ь изложения материала научный с использованием методической терминологии. Студентом продемонстрирована сформированность компетенций (знаний, умений, навыков). Студентом могут быть допущены отдельные недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно.</p> | Верно решено от 91 до 100 % заданий (задач) |
| Базовый | Хорошо | <p>Оценивается ответ студента, которым даны полные, развернутые ответы на поставленные и дополнительные вопросы. Студентом продемонстрированы глубокие знания всего программного материала, понимание существенных и несущественных признаков, причинно-следственные связи, твердое знание основных положений смежных дисциплин. Ответ логически последователен, содержателен. Стил ь изложения материала научный с использованием методической терминологии. Студентом продемонстрирована в целом успешная сформированность компетенций (знаний, умений, навыков), вместе с тем имеют место отдельные пробелы в умении, студент не вполне осознанно, владеет навыками. Студентом могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки.</p> | Верно решено от 76 до 90 % заданий (задач) |
| Пороговый | Удовлетворительно | <p>Оценивается ответ студента, которым даны недостаточно полные и развернутые ответы на поставленные и дополнительные вопросы. Логика и последовательность</p> | Верно решено от 50 до 75 % заданий (задач) |

| | | | |
|-----------------------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Компетенции не сформированы | Неудовлетворительно | <p>изложения нарушены. Допущены ошибки в определении употреблении понятий. Студент с затруднением самостоятельно выделяет существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Речевое оформление требует поправок, коррекции. Студентом в целом продемонстрирована сформированность компетенций (знаний, умений, навыков), вместе с тем имеют место несистематическое использование умений и фрагментарные навыки.</p> <p>Оценивается ответ студента, представляющей собой разрозненные знания с существенными ошибками. Ответ фрагментарен, нелогичен. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса с другими вопросами дисциплины. Отсутствуют конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная, методическая терминология не используется. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента. Компетенции (знания, умения, навыки) по дисциплине не сформированы: теоретические знания имеются, но они разрознены, умения и навыков отсутствуют. Либо ответ на вопрос полностью отсутствует или студент отказывается от ответа на поставленные вопросы.</p> | Верно решено верно менее 50 % заданий (задач) |
|-----------------------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|

Промежуточная аттестация

| Уровень сформированности компетенции | Уровень освоения дисциплины | Критерии оценивания обучающихся (работ обучающихся) |
|--------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Высокий | Зачтено (отлично) | <p>Зачет</p> <p>Оценивается ответ студента, которым даны полные, развернутые ответы на поставленные и дополнительные вопросы. Студентом продемонстрированы глубокие исчерпывающие знания всего программного материала, понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, твердое знание</p> |

| | | |
|-----------|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | <p>основных положений смежных дисциплин. Ответ логически последователен, содержателен. Стиль изложения материала научный с использованием методической терминологии. Студентом продемонстрирована сформированность компетенций (знаний, умений, навыков) по дисциплине. Студентом могут быть допущены отдельные недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно.</p> |
| Базовый | Зачтено (хорошо) | <p>Оценивается ответ студента, которым даны полные, развернутые ответы на поставленные и дополнительные вопросы. Студентом продемонстрированы глубокие знания всего программного материала, понимание существенных и несущественных признаков, причинно-следственные связи, твердое знание основных положений смежных дисциплин. Ответ логически последователен, содержателен. Стиль изложения материала научный с использованием методической терминологии. Студентом продемонстрирована в целом успешная сформированность компетенций (знаний, умений, навыков) по дисциплине, вместе с тем имеют место отдельные пробелы в умении, студент не вполне осознанно, владеет навыками. Студентом могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки.</p> |
| Пороговый | Зачтено (удовлетворительно) | <p>Оценивается ответ студента, которым даны недостаточно полные и развернутые ответы на поставленные и дополнительные вопросы. Логика и последовательность изложения нарушены. Допущены ошибки в определении употреблении понятий. Студент с затруднением самостоятельно выделяет существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Речевое оформление требует поправок, коррекции. Студентом в целом продемонстрирована сформированность</p> |

| | | |
|-----------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Компетенции не сформированы | Не зачтено (Неудовлетворительно) | <p>компетенций (знаний, умений, навыков) по дисциплине, вместе с тем имеют место несистематическое использование умений и фрагментарные навыки.</p> <p>Ответ на вопрос полностью отсутствует или студент отказывается от ответа на поставленные вопросы или ответ представляет разрозненные знания с существенными ошибками. Ответ фрагментарен и не логичен. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса с другими вопросами дисциплины. Отсутствуют конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная, методическая терминология не используется. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента. Компетенции (знаний, умений, навыков) по дисциплине не сформированы: теоретические знания имеются, но они разрознены, умения и навыков отсутствуют.</p> |
|-----------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

10. Материально-техническая база

Аудитория вместимостью не менее 20 человек для лекционных и практических занятий, компьютеры с установленным программным обеспечением Maple, а также оснащенный современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации (проектор), получения и передачи электронных документов.