

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
качеству образования – первый
проректор
Хагуров А.А.



27 мая 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.О.41

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Специальность	01.05.01 Фундаментальные математика и механика
Специализация	«Фундаментальная математика и её приложения» «Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг»
Форма обучения	очная
Квалификация	Математик. Механик. Преподаватель

Краснодар 2022

Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по специальности 01.05.01 Фундаментальные математика и механика

Программу составил:

Лежнев А. В., доцент, канд. физ.-мат. наук, доцент



Рабочая программа дисциплины «Абстрактная и компьютерная алгебра» утверждена на заседании кафедры математических и компьютерных методов, протокол № 9 от 04.05.2022.

Заведующий кафедрой
математических и компьютерных методов Лежнев А. В.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета математики и компьютерных наук, протокол № 5 от 05.05.2022.

Председатель УМК факультета математики
и компьютерных наук Шмалько С. П.



Рецензенты:

Савенко И. В., коммерческий директор ООО «РосГлавВино»

Никитин Ю. Г., доцент кафедры теоретической физики и компьютерных технологий
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель изучения дисциплины

Цель изучения дисциплины «Математическое моделирование»: формирование у студентов способности создавать, исследовать и применять новые математические модели процессов, явлений и систем реального мира.

Предмет изучения дисциплины «Математическое моделирование»: математические модели процессов, явлений и систем реального мира и методы их создания и исследования.

1.2 Задачи дисциплины

Основные задачи изучения дисциплины «Математическое моделирование»:

- теоретическое освоение студентами основных понятий, методов и проблематики математического моделирования;
- обретение навыков создания, исследования и применения новых математических моделей;
- обретение навыков реализации математических моделей на ЭВМ.

1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Математическое моделирование» относится к обязательной части блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана. В соответствии с рабочим учебным планом дисциплина изучается на 3 курсе по очной форме обучения. Вид промежуточной аттестации – зачёт.

Предшествующими дисциплинами, необходимыми для изучения данной дисциплины, являются «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения», «Физика», «Линейная алгебра», «Алгебра», «Аналитическая геометрия», «Дифференциальная геометрия и топология», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Технология программирования и работа на электронно-вычислительной машине (ЭВМ)», «Дискретная математика».

Последующими дисциплинами, для изучения которых необходима данная дисциплина, являются «Основы и математические модели механики сплошной среды», «Математический практикум», «Математическое моделирование в механике», «Теоретическая механика», «Концепции современного естествознания».

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций.

Код и наименование индикатора* достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
ОПК-1 – Способен находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы фундаментальной математики и механики	
ОПК-1.1 – Знает актуальные и значимые проблемы фундаментальной математики	Знает основные понятия, методы и проблематику математического моделирования
	Умеет проводить выбор отношений и эффектов, учитываемых при составлении математических моделей
	Владеет навыками проверки адекватности математических моделей
ОПК-1.2 – Осуществляет выбор методов	Знает основные этапы построения математических

Код и наименование индикатора* достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
решения задач фундаментальной математики	моделей
	Умеет определять параметры и переменные математических моделей
	Владеет навыками составления количественных соотношений, входящих в математическую модель
ОПК-1.3 – Владеет навыками формализации актуальных задач фундаментальной математики и применения подходящих методов их решения	Знает методы составления математических моделей различных процессов, явлений и систем
	Умеет составлять и решать обратные задачи для целей математического моделирования
	Владеет навыками обеспечения адекватности математических моделей
ОПК-3 – Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	
ОПК-3.1 – Имеет представление о принципах работы современных информационных технологий	Знает основные понятия, методы и особенности вычислительной математики
	Умеет составлять алгоритмы решения задач на основе заданных математических моделей
	Владеет навыками интерпретации результатов моделирования
ОПК-3.2 – Грамотно использует современные информационные технологии при решении задач профессиональной деятельности	Знает основные принципы реализации математических моделей на ЭВМ
	Умеет исследовать математические модели с помощью ЭВМ
	Владеет навыками реализации математических моделей на ЭВМ

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачётных единицы (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Виды работ	Всего, часов	6 семестр, часов
Контактная работа, в том числе:	63,2	63,2
Аудиторные занятия (всего):	52	52
занятия лекционного типа	18	18
лабораторные занятия	34	34
практические занятия	–	–
семинарские занятия	–	–
Иная контактная работа:	11,2	11,2
Контроль самостоятельной работы (КСР)	11	11
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	0,2
Самостоятельная работа, в том числе:	44,8	44,8

проработка учебного (теоретического) материала	20	20
подготовка к лабораторным работам	20	20
подготовка к текущему контролю	4,8	4,8
Контроль:		
Подготовка к зачёту	–	–
Общая трудоемкость	часов	108
	в том числе контактная работа	63,2
	зач. ед.	3

2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоёмкости по разделам дисциплины представлены в таблице.

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СРС
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Общие понятия математического моделирования	8,8	4	–	–	4,8
2	Моделирование детерминированных процессов	52,0	8	–	20	24
3	Моделирование стохастических процессов	36,0	6	–	14	16
	ИТОГО по разделам дисциплины	96,8	18	–	34	44,8
	КСР	11	–	–	–	11
	ИКР	0,2	–	–	–	0,2
	Подготовка к текущему контролю	–	–	–	–	–
	Общая трудоемкость по дисциплине	108	18	–	34	56

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента.

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	Общие понятия математического моделирования	1. Понятие модели и моделирования. Основные свойства моделей. Классификация методов моделирования. Этапы моделирования. 2. Математические модели (ММ), их особенности и актуальность применения. Классификация ММ. Особенности построения ММ. Погрешности, возникающие	УО, ПО

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
		при ММ. Классификация переменных ММ. Операторная запись ММ. Прямая и обратная задачи. Понятие и примеры феноменологических законов	
2	Моделирование детерминированных процессов	3. Дискретное моделирование на примере задач на графах. 4. Моделирование процессов теплообмена. 5. Моделирование периодических процессов на примере колебаний маятника. 6. Идентификация параметров и адаптация ММ.	УО, ПО
3	Моделирование стохастических процессов	7. Моделирование случайных величин и случайных событий. 8. Имитационное моделирование процессов и систем на примере СМО. 9. Оптимизация параметров СМО.	УО, ПО

Перечень занятий лекционного типа и их краткое содержание представлен в таблице. Формами текущего контроля являются устный опрос (УО) и письменный опрос (ПО).

2.3.2 Лабораторные работы

Распределение лабораторных занятий по разделам дисциплины представлено в таблице.

№	Наименование раздела	Тематика лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	Общие понятия математического моделирования	–	–
2	Моделирование детерминированных процессов	1. Решение задачи о кратчайшем пути методом полного перебора. 2. Решение задачи о кратчайшем пути методом динамического программирования. 3. Решение задачи о максимальном потоке. 4. Моделирование простейшего процесса теплообмена тела с окружающей средой. 5. Моделирование процесса теплообмена тела с переменным коэффициентом теплопередачи. 6. Моделирование процесса теплообмена с учётом фазовых переходов. 7. Идентификация коэффициента теплопередачи и адаптация ММ. 8. Моделирование процессов колебаний маятника. Построение физической модели. 9. Моделирование процессов колебаний маятника с учётом сопротивления окружающей среды. 10. Идентификация параметров сопротивления окружающей среды и адаптация ММ.	УО, ПО
3	Моделирование стохастических процессов	11. Моделирование случайных величин с заданными законами распределения. 12. Вычисление определённых интегралов методом Монте-Карло. 13. Решение простейших задач со случайными параметрами.	УО, ПО

№	Наименование раздела	Тематика лабораторных работ	Форма текущего контроля
		14. Имитационное моделирование СМО с отказами. 15. Имитационное моделирование СМО с очередью. 16. Имитационное моделирование неклассических СМО. 17. Оптимизация параметров СМО.	

2.3.3 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

1. Моделирование обтекания тел с подвижными частями поверхности в приближении аэроупругости.
2. Численное моделирование пространственно-периодических квантовых систем.
3. Постановка задачи об аккреции в осесимметричном приближении.
4. Особенности динамических систем с хаотическим поведением.
5. Исследование динамических систем с непрерывным временем численными методами.
6. Фрактальные аттракторы для нескольких типов динамических систем.
7. Свойства фрактальных множеств и их связь с детерминированным хаосом.
8. Морфологический анализ цифровых изображений.
9. Гармоническое сглаживание цифровых изображений.
10. Сжатие изображения матричным методом.
11. Алгоритмы подбора методов компрессии.
12. Модели с открытой обратной связью и оптимизация обучения.
13. Численные методы решения задач механики сплошных сред.
14. Геометрические и вариационные методы в теории функций и математической физике.
15. Конечно-разностные методы решения краевых задач.
16. Метод конечных элементов в решении краевых задач.
17. Визуализация волновых явлений с помощью прикладных математических пакетов.
18. Математическое моделирование и численный анализ рассеяния упругих волн на множественных микродефектах.
19. Движение точечных вихрей в ограниченной области.
20. Решение бигармонического уравнения.
21. Алгоритм решения квадратных уравнений в конечных полях и его применение в криптографии.
22. Замечательные кривые 3-го порядка. Циссоида Диоклеса.
23. Алгебры Лейбница небольших размерностей.
24. Замечательные кривые 4-го порядка. Конхоида Никомеда.
25. Использование укрупненных дидактических единиц на математическом анализе.
26. Гипотеза Коллатца.
27. Алгебры и супералгебры Лейбница.
28. Диффузная теория А. Тьюринга применительно к биосистемам.
29. Моделирование в инструментальной среде AnyLogic.
30. Программирование семантических сетей на языке Пролог.
31. Разработка программного обеспечения для численных алгоритмов оптимизации.
32. Разработка приложений для реализации метода анализа иерархий.
33. Применение искусственных нейронных сетей для решения задачи прогнозиро-

вания.

34. Применение искусственных нейронных сетей для решения задачи классификации.
35. Приложения в нейрокриптографии рекуррентных конвергентных нейросетей и потенциальных динамических систем.
36. Применение нейросетевых технологий для определения эмоциональной окраски текста.
37. Применение нейронных сетей для аппроксимации функций
38. Применение многослойной нейронной сети прямого распространения для распознавания предметов одежды.
39. Решение задачи регрессии на основе многослойной полносвязной нейронной сети.
40. Математические модели рыболовства.
41. Исследование энергетической модели сердца при вариации параметров.
42. Моделирование и оптимизация технологических процессов в газовой промышленности.
43. Численный анализ краевых задач моделей добычи тяжёлой нефти и теплофизики кипения.
44. Задачи компьютерного зрения в пищевой промышленности.
45. Оптимизация технологических процессов пищевой промышленности.
46. Некоторые приложения СВ к техническим и военным процессам.
47. Вероятностное моделирование некоторых процессов в военной области.
48. Стохастическое моделирование боевых действий.
49. Моделирование экономических процессов и систем.
50. Математическое моделирование экологических процессов.
51. Оптимизация сетевых графиков.
52. Прогнозирование финансово-экономических показателей деятельности предприятия.
53. Методы оптимизации инвестиционного портфеля.
54. Моделирование и анализ рисков инвестиционных проектов.
55. Прогнозирование ценовых показателей в микроэкономике.
56. Математическая модель динамики финансовых эффектов в микроэкономике.
57. Оценка доходности облигаций на основе модели Васичека.
58. Вероятностные методы прогнозирования ценообразования.
59. Математические методы прогнозирования социально-экономических явлений и процессов.
60. Имитационное моделирование и задачи теории массового обслуживания.
61. Применение имитационного моделирования для решения логистических задач.
62. Реализация алгоритмов машинного обучения.
63. Математические аспекты реализации криптоалгоритмов типа «невзаимозаменяемый токен».
64. Компьютерное моделирование сложных непрерывно-стохастических систем.
65. Моделирование картографических изображений с помощью гауссовского шума.
66. Моделирование вычислительного процесса получения изображения пространственных моделей многогранников.
67. Оценка внутренне нелинейных множественных регрессионных моделей.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Самостоятельная работа студентов по дисциплине включает следующие виды деятельности:

- проработку и анализ лекционного материала;
- изучение учебной литературы;
- поиск информации в сети Интернет по различным вопросам;
- решение задач по темам курса;
- работу с вопросами для самопроверки;
- подготовку к контрольной работе;
- подготовку к зачёту.

Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины представлен в таблице.

№	Вид самостоятельной работы	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1.	Подготовка к текущему контролю	<p>Методические указания для подготовки к занятиям лекционного и семинарского типа. Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 5 от 05 мая 2022 г.</p> <p>Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся. Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 5 от 05 мая 2022 г.</p> <p>Методические указания по использованию интерактивных методов обучения. Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 5т от 05 мая 2022 г.</p> <p>Методические указания по подготовке эссе, рефератов, курсовых работ. Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 5т от 05 мая 2022 г.</p>
2.	Выполнение лабораторных работ и расчетно-графических заданий	<p>1. Методические указания по выполнению лабораторных работ. Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 5 от 05 мая 2022 г.</p> <p>2. Методические указания по выполнению расчетно-графических заданий. Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 5 от 05 мая 2022 г.</p>
3.	Подготовка и оформление отчетов по практике	<p>1. Методические указания по подготовке и оформлению отчета по практике. Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 5 от 05 мая 2022 г.</p>
4.	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы	<p>1. Методические указания по выполнению и защите выпускной квалификационной работы (бакалавриат, магистратура, специалитет). Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО</p>

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла;
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ОСВОЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ

В ходе изучения дисциплины предусмотрено использование следующих образовательных технологий: лекции, лабораторные работы, подготовка письменных аналитических работ, самостоятельная работа студентов.

Компетентностный подход в рамках преподавания дисциплины реализуется в использовании интерактивных технологий и активных методов (проектных методик, мозгового штурма, разбора конкретных ситуаций, педагогического эксперимента, иных форм) в сочетании с внеаудиторной работой.

Информационные технологии, применяемые при изучении дисциплины: использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

Для более эффективного восприятия материала часть лекций и лабораторных работ проводится с применением мультимедийного оборудования – комплекса аппаратно-программных средств, позволяющих пользователю работать с графикой, текстом, звуком, видео и др., организованными в виде единой информационной среды.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Перечень вопросов для контроля СРС и подготовки к зачёту.

1. Понятие модели и моделирования. Цель и целесообразность моделирования.
2. Основные свойства моделей.
3. Классификация методов моделирования.
4. Этапы моделирования.
5. Математические модели (ММ), их особенности и актуальность применения.

6. Классификация ММ.
7. Особенности построения ММ.
8. Погрешности, возникающие при ММ.
9. Классификация переменных ММ.
10. Операторная запись ММ. Прямая и обратная задачи.
11. Понятие и примеры феноменологических законов.
12. Решение задачи о кратчайшем пути методом полного перебора.
13. Решение задачи о кратчайшем пути методом динамического программирования.
14. Решение задачи о максимальном потоке.
15. Сопоставление эффективности алгоритмов.
16. Моделирование простейшего процесса теплообмена тела с окружающей средой.
17. Моделирование процесса теплообмена тела с переменным коэффициентом теплопередачи.
18. Моделирование процесса теплообмена с учётом фазовых переходов.
19. Идентификация коэффициента теплопередачи и адаптация ММ.
20. Моделирование процессов колебаний маятника. Построение физической модели.
21. Моделирование процессов колебаний маятника с учётом сопротивления окружающей среды.
22. Идентификация параметров сопротивления окружающей среды и адаптация ММ.
23. Моделирование случайных величин с заданными законами распределения.
24. Вычисление определённых интегралов методом Монте-Карло.
25. Решение простейших задач со случайными параметрами.
26. Имитационное моделирование СМО с отказами.
27. Имитационное моделирование СМО с очередью.
28. Имитационное моделирование неклассических СМО.
29. Оптимизация параметров СМО.

Примеры типовых заданий для текущего контроля успеваемости.

Задача 1.

Температура тела массой (*1) кг изменяется за (*2) мин от (*3) °С до (*4) °С при температуре окружающей среды (*5) °С. За какой промежуток времени тело массой (*6) кг с такими же значениями теплоёмкости, площади поверхности теплообмена и коэффициента теплопередачи изменит свою температуру от (*7) °С до (*8) °С при температуре окружающей среды (*9) °С?

Вариант, №	(*1)	(*2)	(*3)	(*4)	(*5)	(*6)	(*7)	(*8)	(*9)
1	1,0	10	70	40	20	3,0	55	20	15
2	1,5	12	75	40	25	2,5	50	20	10
3	2,0	15	65	35	15	1,0	60	30	10
4	2,5	10	60	35	20	1,5	75	35	15
5	3,0	15	55	30	25	2,0	80	40	10

Задача 2.

Модель математического маятника учитывает трение по линейному закону. Маятник начинает движение без начальной скорости из положения, соответствующего углу отклонения от положения равновесия, равному α . Через n полных периодов колебаний угол от-

клонения уменьшился на P %. Вычислить коэффициент сопротивления окружающей среды в модели линейного трения.

Вариант, №	α (градусы)	n	P
1	30	3	30
2	45	4	40
3	60	4	50
4	45	5	60
5	60	5	70

Критерии оценивания по зачету.

Оценка «Зачтено» выставляется при условии, что студент проявил знания основного минимума изученного материала в объеме, необходимом для последующего обучения. Практическое задание выполнено, возможно, имеются отдельные неточности и ошибки.

Оценка «Не зачтено» выставляется при условии, что обнаружены существенные пробелы в знании основного материала, практическое задание выполнено не в полном объеме, имеются существенные ошибки, окончательных ответов не получено.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5 ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

5.1 Учебная литература

1. Голубева, Н.В. Математическое моделирование систем и процессов [Электронный ресурс] : учеб. пособие – Электрон. дан. – Санкт-Петербург : Лань, 2016. – 192 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/76825>.

2. Ибрагимов, Н.Х. Практический курс дифференциальных уравнений и математического моделирования. Классические и новые методы. Нелинейные математические модели. Симметрия и принципы инвариантности [Электронный ресурс] : учеб. – Электрон. дан. – Москва : Физматлит, 2012. – 332 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5268>.

3. Копченова, Н.В. Вычислительная математика в примерах и задачах [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.В. Копченова, И.А. Марон. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург : Лань, 2017. – 368 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/96854>.

4. Волков, К.Н. Вычислительные технологии в задачах механики жидкости и газа [Электронный ресурс] : учеб. пособие / К.Н. Волков, В.Н. Емельянов. – Электрон. дан. – Москва : Физматлит, 2012. – 468 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59637>.

5.2 Периодическая литература

Приведённые журналы имеются в фонде Научной библиотеки КубГУ, <https://www.kubsu.ru/ru/node/15554>.

1. Журнал «Математическое моделирование».
2. Журнал «Журнал вычислительной математики и математической физики».
3. Журнал «Прикладная математика и механика».
4. Журнал «Прикладная механика и техническая физика».
5. Журнал «Проблемы прогнозирования».

5.3 Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» www.biblioclub.ru
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

Профессиональные базы данных:

1. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
2. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
3. «Лекториум ТВ» <http://www.lektorium.tv/>
4. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

Ресурсы свободного доступа:

1. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
2. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>;
3. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» <http://window.edu.ru/>;
4. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/>.
5. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов

(<http://fcior.edu.ru/>);

6. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
7. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
8. Образовательный портал «Учеба» <http://www.ucheba.com/>;

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы

КубГУ:

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru;>
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
5. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

6 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

При проработке учебного материала рекомендуется:

- повторить и уяснить определения и свойства объектов, операций и отношений, встречающиеся в постановке задач;
- записать в математической форме термины, связанные с рассматриваемой темой и встречающиеся в формулировке теорем и постановке задач;
- провести графическую интерпретацию встречающихся объектов, операций и отношений,
- для громоздких выражений ввести компактные обозначения.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Распределение видов материально-технического обеспечения по видам занятий представлено в таблице.

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа (302Н, 303Н, 308Н, 309Н, 505А, 507А)	Мебель: учебная мебель. Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	средство подготовки презентаций MS PowerPoint; математический пакет MathCAD
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций	Мебель: учебная мебель. Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер с доступом к сети «Интернет»	Интернет-браузеры для просмотра сайтов в сети Интернет; средство подготовки презентаций

(301Н, 309Н, 316Н, 320Н)	нет» и в электронную информационно-образовательную среду организации	таций MS PowerPoint; математический пакет MathCAD
Учебные аудитории для проведения текущей и промежуточной аттестации (301Н, 302Н, 303Н, 307Н, 308Н, 308На, 309Н, 310Н, 312Н, 314Н, 316Н, 318Н, 320Н)	Мебель: учебная мебель. Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Математический пакет MathCAD

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Интернет-браузеры для просмотра сайтов в сети Интернет; средство подготовки презентаций MS PowerPoint
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (301Н, 302Н, 303Н, 307Н, 308Н, 308На, 309Н, 310Н, 312Н, 314Н, 316Н, 318Н, 320Н)	Мебель: учебная мебель. Подключение к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации	Интернет-браузеры для просмотра сайтов в сети Интернет; средство подготовки презентаций MS PowerPoint