

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


* Т.А. Хагуров

подпись

«31» мая 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.10 Применение теории функций комплексного переменного к задачам физического содержания

Специальность: 01.05.01 Фундаментальные математика и механика

Специализация: Фундаментальная математика и её приложения;
Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг

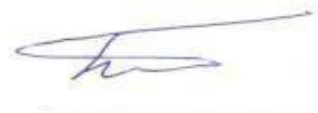
Форма обучения: очная

Квалификация: Математик. Механик. Преподаватель.

Краснодар 2024

Рабочая программа дисциплины Б1.О.33.03 ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ФУНКЦИЙ КОМПЛЕКСНОГО ПЕРЕМЕННОГО К ЗАДАЧАМ ФИЗИЧЕСКОГО СОДЕРЖАНИЯ составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 01.05.01 Фундаментальные математика и механика

Программу составил(и):
Голуб М. В., зав кафедрой,
доктор физ.-мат. наук, доцент



Рабочая программа дисциплины Б1.О.33.03 ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ФУНКЦИЙ КОМПЛЕКСНОГО ПЕРЕМЕННОГО К ЗАДАЧАМ ФИЗИЧЕСКОГО СОДЕРЖАНИЯ утверждена на заседании кафедры ТЕОРИЯ ФУНКЦИИ протокол №12 от 07.05.2024 г.
Заведующий кафедрой (разработчика) Голуб М. В.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета математики и компьютерных наук протокол №3 «14» мая 2024 г.

Председатель УМК факультета/института Шмалько С. П.



Рецензенты:

Фоменко Сергей Иванович, канд. физ. - мат. наук,
старший научный сотрудник лаборатории волновых процессов

Анопко Михаил Викторович,
Генеральный директор ООО «УК АЙСТРИМ»

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель освоения дисциплины «Применение теории функций комплексного переменного к задачам физического содержания» – освоение методов комплексного анализа для решения краевых задач механики сплошных сред.

1.2 Задачи дисциплины

- обучить основам применения теории функций комплексной переменной для решения различных задач механики сплошных сред;
- привить навыки построения различных моделей задач механики сплошных сред;
- обучить практическим навыкам в использовании методов комплексного анализа.

1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Применение теории функций комплексного переменного к задачам физического содержания» относится к блоку Б.1 обязательной части учебного плана по направлению подготовки 01.05.01. Для успешного изучения дисциплины достаточно знаний и умений по аналитической геометрии и математическому анализу, дифференциальных уравнений, дифференциальной геометрии и топологии, уравнений с частными производными, вариационное исчисление и методы оптимизации. Полученные знания необходимы для написания выпускной квалификационной работы.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), 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
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	
ИУК-1.2 Осуществляет поиск, отбор и систематизацию информации для определения альтернативных вариантов стратегических решений в проблемной ситуации и обоснования выбора оптимальной стратегии с учетом поставленной цели, рисков и возможных последствий	Знает физическую постановку рассматриваемых задач и место, которое полуаналитические методы занимают в общем спектре подходов к их исследованию.
	Умеет ориентироваться в современном состоянии механики сплошных сред и проблемах этой теории, допускающих замкнутое решение с использованием методов теории функций комплексного переменного.
	Владеет методами решения краевых задач механики сплошных сред, включая приближенные, с использованием аналитических функций.
ПК-1 Способен формулировать и решать актуальные и значимые задачи фундаментальной и прикладной математики	
ИПК-1.3 Самостоятельно и корректно решает стандартные задачи фундаментальной и прикладной математики	Знает основные методы и понятия теории аналитических функций
	Умеет понять поставленную задачу, правильно выбрать метод её решения и применить его для решения задачи.
	Владеет способностью использовать в познавательной и профессиональной деятельности навыки работы с информацией из различных источников.

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 4 зачетных единиц (144 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице

Виды работ		Всего часов	Форма обучения			
			очная		очно-заочная	заочная
			7 семестр (часы)	– семестр (часы)	– семестр (часы)	– курс (часы)
Контактная работа, в том числе:		72,3	72,3			
Аудиторные занятия (всего):		68	68			
занятия лекционного типа		34	34			
лабораторные занятия		34	34			
Иная контактная работа:		4,2	4,2			
Контроль самостоятельной работы (КСР)		4	4			
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,3	0,3			
Самостоятельная работа, в том числе:		36	36			
<i>Контрольная работа</i>		10	10			
<i>Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т. д.)</i>		26	26			
Подготовка к текущему контролю		–	–			
Контроль:		35,7	35,7			
Подготовка к экзамену		35,7	35,7			
Общая трудоёмкость	час.	144	144			
	в том числе контактная работа	72,3	72,3			
	зач. ед	4	4			

2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоёмкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 2 семестре (очная форма обучения)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Математическое моделирование волновых процессов		6		6	7
2.	Базовые элементы теории функций комплексной переменной		6		6	6
3.	Интегральное преобразование Фурье		6		6	8
4.	Моделирование бегущих волн в полосовой волноводе		8		8	7
5.	Асимптотика осциллирующих интегралов, объёмные волны		8		8	8
	<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>	104	34		34	36
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	4				
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3				
	Подготовка к текущему контролю	35,7				
	Общая трудоёмкость по дисциплине	144				

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 (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1.	Математическое моделирование волновых процессов	Волновые уравнения и волны. Комплексная запись гармонических колебаний (амплитуда и фаза). Волновые характеристики (волновое число, фазовая и групповая скорость, дисперсия). Частотный спектр как аналитическая функция в комплексной плоскости частоты.	<i>Опрос</i>
2.	Базовые элементы теории функций комплексной переменной	Комплексная плоскость и аналитические функции (модуль и аргумент комплексного числа, дифференцирование комплексных функций, аналитическое продолжение). Ряд Лорана, полюса, вычеты, точки ветвления. Контурные интегралы, теорема Коши и ее практическое применение. Вариант леммы Жордана для осциллирующих интегралов. Обобщенные функции, их свойства и действия над ними.	<i>Опрос</i>
3.	Интегральное преобразование Фурье	Ряд и интеграл Фурье. Комплексная форма интегрального преобразования. Свойства трансформанты Фурье как аналитической функции комплексной переменной. Преобразование Фурье от производных и разрывных функций. Свертка, равенство Парсеваля. Особенности применения теории вычетов к вычислению контурных интегралов обратного преобразования Фурье (правило выбора направления замыкания контура). Кратное преобразование Фурье, преобразование Ханкеля.	<i>Опрос</i>
4.	Моделирование бегущих волн в полосовой волноводе	Интегральное представление решения для полосового волновода. Функция Грина, свойства ее трансформанты Фурье в комплексной плоскости волнового числа. Выделение бегущих волн из интегрального представления с помощью теории вычетов. Условия излучения. Дисперсионное уравнение и дисперсионные кривые. Выбор контура интегрирования в соответствии с принципами Зоммерфельда, Мандельштама и предельного поглощения.	<i>Опрос</i>
5.	Асимптотика осциллирующих интегралов, объемные волны	Интегральное представление решения для полуплоскости. Метод Лапласа, метод перевала, метод стационарной фазы. Вклад стационарных точек и асимптотика объемных волн.	<i>Опрос</i>

2.3.2 Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия / лабораторные работы)

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/разбор	Форма текущего контроля
1.	Математическое моделирование волновых процессов	Нестационарные и гармонических колебания, комплексная запись. Связь волнового уравнения и уравнения Гельмгольца. Плоские, цилиндрические и сферические волны как собственные решения волнового уравнения; принцип суперпозиции, частотный спектр. Однородные и неоднородные волны. Задача об элементарном осцилляторе, затухающие колебания, комплексная частота.	<i>Проверка домашнего задания, КР-1</i>
2.	Базовые элементы теории функций комплексной переменной	Примеры на нахождение полюсов и разложение в ряд Лорана. Вычисление вычетов функции в однократных полюсах. Рекурсивный алгоритм вычисления вычетов в многократных полюсах. Задачи на вычисление интегралов с помощью теории вычетов. Многозначные функции, выделение однозначных ветвей, разрезы. Задачи на построение аналитического продолжения.	<i>Проверка домашнего задания</i>

3.	Интегральное преобразование Фурье	Задачи на разложение заданных функций в ряд Фурье. Применение интегрального преобразования Фурье. Индивидуальные задания на вычисление контурных интегралов прямого и обратного преобразования Фурье с помощью теории вычетов. Примеры построения решения дифференциального уравнения с помощью преобразования Фурье.	Проверка домашнего задания
4.	Моделирование бегущих волн в полосовой волноводе	Вывод функции Грина для однородного и многослойного волновода. Примеры и индивидуальные задания. Численные методы решения характеристического (дисперсионного) уравнения и вычисления вычетов; индивидуальные задания на построение дисперсионных кривых и применению теории вычетов для многослойных волноводов.	Проверка домашнего задания, КР-2
5.	Асимптотика осциллирующих интегралов, объемные волны	Вывод доказательства леммы Ватсона и леммы Эрдейи; вклад стационарной точки. Вывод формулы метода стационарной фазы в одномерном случае; вывод асимптотического представления объемных волн в полуплоскости. Формулы метода стационарной фазы для кратных интегралов; асимптотическое представление объемных волн в полупространстве.	Проверка домашнего задания

Защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т) и выполнение контрольной работы (КР).

При изучении дисциплины применяется электронное обучение (проектор и ЭВМ), дистанционные образовательные технологии в соответствии с ФГОС ВО.

2.3.3 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы не предусмотрены учебным планом.

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

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий	Онлайн-курс «Физика в опытах. Часть 1. Механика». – Национальный ядерный исследовательский университет. – URL: https://www.coursera.org/learn/fizika-v-opitah-mehanika
2	Подготовка к лабораторным занятиям	Методические указания по выполнению лабораторных работ, утвержденные на заседании Совета экономического факультета ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №8 от 29.06.2017 г. Режим доступа: https://www.kubsu.ru/ru/econ/metodicheskie-ukazaniya
4	Выполнение расчетно-графических заданий и контрольных работ	Методические указания по выполнению расчетно-графических заданий, утвержденные на заседании Совета экономического факультета ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №8 от 29.06.2017 г. Режим доступа: http://docspace.kubsu.ru/docspace/handle/1/1125

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 (модуля)

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

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

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

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

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «*Применение теории функций комплексного переменного к задачам физического содержания*».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме *тестовых заданий, разноуровневых заданий, отчетов по индивидуальным и проектно-групповым заданиям* и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и заданий к зачету.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4)	Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ИУК-1.2 Осуществляет поиск, отбор и систематизацию информации для определения альтернативных вариантов стратегических решений в проблемной ситуации и обоснования выбора оптимальной стратегии с учетом поставленной цели, рисков и возможных последствий	Знает физическую постановку рассматриваемых задач и место, которое полуаналитические методы занимают в общем спектре подходов к их исследованию.	<i>Опрос, Проверка домашнего задания</i>	<i>Задание на экзамене 1-6</i>

2	ИУК-1.2 Осуществляет поиск, отбор и систематизацию информации для определения альтернативных вариантов стратегических решений в проблемной ситуации и обоснования выбора оптимальной стратегии с учетом поставленной цели, рисков и возможных последствий	Умеет ориентироваться в современном состоянии механики сплошных сред и проблемах этой теории, допускающих замкнутое решение с использованием методов теории функций комплексного переменного.	<i>Опрос, Проверка домашнего задания</i>	<i>Задание на экзамене 1-6</i>
3	ИУК-1.2 Осуществляет поиск, отбор и систематизацию информации для определения альтернативных вариантов стратегических решений в проблемной ситуации и обоснования выбора оптимальной стратегии с учетом поставленной цели, рисков и возможных последствий	Владеет методами решения краевых задач механики сплошных сред, включая приближенные, с использованием аналитических функций.	<i>Опрос, Проверка домашнего задания КР-1</i>	<i>Задание на экзамене 7-12</i>
4	ИПК-1.3 Самостоятельно и корректно решает стандартные задачи фундаментальной и прикладной математики	Знает основные методы и понятия теории аналитических функций	<i>Опрос, Проверка домашнего задания</i>	<i>Задание на экзамене 7-12</i>
5	ИПК-1.3 Самостоятельно и корректно решает стандартные задачи фундаментальной и прикладной математики	Умеет понять поставленную задачу, правильно выбрать метод её решения и применить его для решения задачи.	<i>Опрос, Проверка домашнего задания КР-2</i>	<i>Задание на экзамене 10-18</i>
6	ИПК-1.3 Самостоятельно и корректно решает стандартные задачи фундаментальной и прикладной математики	Владеет способностью использовать в познавательной и профессиональной деятельности навыки работы с информацией из различных источников.	<i>Опрос, Проверка домашнего задания</i>	<i>Задание на экзамене 15-21</i>

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
Примерный перечень вопросов и заданий

Вопросы для устного опроса.

Математическое моделирование волновых процессов

1. Волновые уравнения и волны. Комплексная запись гармонических колебаний (амплитуда и фаза).
2. Волновые характеристики (волновое число, фазовая и групповая скорость, дисперсия).
3. Частотный спектр как аналитическая функция в комплексной плоскости частоты.

Базовые элементы теории функций комплексной переменной

1. Комплексная плоскость и аналитические функции (модуль и аргумент комплексного числа, дифференцирование комплексных функций, аналитическое продолжение).
2. Ряд Лорана, полюса, вычеты, точки ветвления.
3. Контурные интегралы, теорема Коши и ее практическое применение.
4. Вариант леммы Жордана для осциллирующих интегралов.
5. Обобщенные функции, их свойства и действия над ними.

Интегральное преобразование Фурье

1. Ряд и интеграл Фурье.
2. Комплексная форма интегрального преобразования.
3. Свойства трансформанты Фурье как аналитической функции комплексной переменной.
4. Преобразование Фурье от производных и разрывных функций.
5. Свертка, равенство Парсеваля.
6. Особенности применения теории вычетов к вычислению контурных интегралов обратного преобразования Фурье (правило выбора направления замыкания контура).
7. Кратное преобразование Фурье, преобразование Ханкеля.

Полосовой волновод, бегущие волны

1. Интегральное представление решения для полосового волновода.
2. Функция Грина, свойства ее трансформанты Фурье в комплексной плоскости волнового числа.
3. Выделение бегущих волн из интегрального представления с помощью теории вычетов.
4. Условия излучения.
5. Дисперсионное уравнение и дисперсионные кривые.
6. Выбор контура интегрирования в соответствии с принципами Зоммерфельда, Мандельштама и предельного поглощения.

Асимптотика осциллирующих интегралов, объемные волны

1. Интегральное представление решения для полуплоскости.
2. Метод Лапласа, метод перевала, метод стационарной фазы.
3. Вклад стационарных точек и асимптотика объемных волн.

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен/зачет)

1. Понятие интегрального преобразования, интегральное преобразование Фурье.
2. Свойства преобразования Фурье.
3. Свойства трансформанты Фурье в комплексной плоскости.
4. Обобщенные функции, их свойства и действия над ними.
5. Равенство Парсеваля.
6. Преобразование Фурье производных.
7. Преобразование Фурье производных разрывных функций.

8. Построение частных решений дифференциальных уравнений с помощью преобразования Фурье.
9. Элементы ТФКП (аналитические функции, контурные интегралы, вычеты).
10. Ряд Лорана, вычет в многократном полюсе.
11. Лемма Жордана и замыкание контура интегрирования в обратном преобразовании Фурье.
12. Использование теоремы Коши для обращения преобразования Фурье.
13. Примеры прямого и обратного преобразования Фурье элементарных функций (первое задание).
14. Общая схема решения модельной задачи о полосовом волноводе.
15. Условия излучения, выбор контура интегрирования и ветвей радикалов.
16. Представление решения модельной задачи в виде суммы вычетов, волновая структура решения.
17. Построение фундаментального решения волнового уравнения с помощью преобразования Фурье.
18. Общая схема решения модельной задачи для многослойного полосового волновода (второе задание).
19. Асимптотические методы.
20. Лемма Ватсона, лемма Эрдейи.
21. Асимптотика объемных волн.

Критерии оценивания результатов обучения

Критерии оценивания по зачету:

«зачтено»: студент владеет теоретическими знаниями по данному разделу, знает вопросы основного учебно-программного материала, допускает незначительные ошибки; студент умеет обоснованно применять и правильно реализовывать моделирование задач механики сплошных сред с применением теории функций комплексной переменной; справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.

«не зачтено»: материал не усвоен или усвоен частично, студент затрудняется реализовывать моделирование простых задач механики сплошных сред, довольно ограниченный объем выполненных заданий, предусмотренных программой дисциплины.

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. Свешников, А. Г. Теория функций комплексной переменной: учебник / А. Г. Свешников, А. Н. Тихонов; под редакцией В. А. Ильина. — 6-е изд. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2010. — 336 с. — ISBN 978-5-9221-0133-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/48167>

2. Сикорский, Ю.С. Обыкновенные дифференциальные уравнения / Ю.С. Сикорский; ред. С.Г. Михлина. - Москва; Ленинград: Гос. изд-во техн.-теорет. лит., 1940. — 157 с.; то же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=132734>

3. Ильин, А. М. Уравнения математической физики: учебное пособие / А. М. Ильин. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2009. — 192 с. — ISBN 978-5-9221-1036-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2181>

4. Тихонов, А. Н. Дифференциальные уравнения: учебник / А. Н. Тихонов, А. Б. Васильева, А. Г. Свешников. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2002. — 256 с. — ISBN 978-5-9221-0277-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/48171>

5.2. Периодическая литература

Журнал "Вычислительная механика сплошных сред" <http://www2.icmm.ru/journal/>

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 «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

Профессиональные базы данных:

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>
2. Scopus <http://www.scopus.com/>
3. ScienceDirect www.sciencedirect.com
4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
6. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
7. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

Ресурсы свободного доступа:

1. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
2. Курсы ведущих вузов России" <http://www.openedu.ru/>;

3. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
4. Онлайн-курсы и сертификаты от ведущих вузов мира <https://ru.coursera.org/>.

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](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 (модуля)

– Общие рекомендации по самостоятельной работе обучающихся.

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений".

Положение о самостоятельной работе студентов (утверждено приказом № 272 КубГУ от 03 марта 2016 г.).

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 (модулю)

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Microsoft Windows Microsoft Office Professional Plus
Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: Компьютеры	Wolfram Mathematica MatLab Fortran

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)	Microsoft Windows Microsoft Office Professional Plus
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ИС 6, ИС 7)	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)	Wolfram Mathematica MatLab Fortran