

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.ДВ.03.02 Сингулярные интегральные уравнения и краевые задачи в
теории упругости**

Направление подготовки: 01.05.01 Фундаментальная математика и механика

Специализация: Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг,

Форма обучения: очная

Квалификация: Математик. Механик. Преподаватель

Краснодар 2024

Рабочая программа дисциплины Б1.О.02 УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТАМИ составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 01.05.01 Фундаментальные математика и механика

Программу составил:
Голуб М. В., зав. кафедрой,
д. ф.-м. н., доцент



Рабочая программа дисциплины Б1.О.23 КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ утверждена на заседании кафедры теории функций протокол № 12 от 07.05.2024 г.
Заведующий кафедрой Голуб М. В.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета математики и компьютерных наук протокол № 3 от 14.05.2024 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»

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.03.02 СИНГУЛЯРНЫЕ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ И КРАЕВЫЕ ЗАДАЧИ В ТЕОРИИ УПРУГОСТИ 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):
Щербаков Е. А., профессор,
д. ф.-м. н., доцент

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.03.02 СИНГУЛЯРНЫЕ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ И КРАЕВЫЕ ЗАДАЧИ В ТЕОРИИ УПРУГОСТИ утверждена на заседании кафедры ТЕОРИЯ ФУНКЦИИ протокол № 10 «18» апреля 2023 г.
Заведующий кафедрой (разработчик) Голуб М. В. _____

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета математики и компьютерных наук протокол № 8 «27» апреля 2023 г.
Председатель УМК факультета/института Шмалько С. П. _____

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

Лепетухин Михаил Викторович,
председатель правления КПК «Кубанский капитал»

1 Цели и задачи изучения дисциплины.

1.1 Цель освоения дисциплины.

Целью дисциплины «Сингулярные интегральные уравнения и краевые задачи в теории упругости» является изучение теории, методов и особенностей исследования динамических задач для сред, обладающих сложными физико-механическими свойствами, а также получение сведений об областях их приложения.

1.2 Задачи дисциплины.

– знакомство с важнейшими положениями теории исследования динамических, в том числе контактных, задач для упругих сред со сложными физико-механическими свойствами;

- описание общих положений теории сингулярных интегральных уравнений;
- демонстрация основных методов и приемов исследования краевых задач;
- выработка умений решать сложные задачи в области динамики упругих сред, навыков выбора методов моделирования.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Сингулярные интегральные уравнения и краевые задачи в теории упругости» относится к вариативной части профессионального цикла Блока I "Дисциплины (модули)" учебного плана направления 01.05.01 «Фундаментальная математика и механика» (Б1.В.ДВ) и изучается в 8 семестре. Для успешного освоения дисциплины обучающийся должен владеть знаниями, умениями и навыками по программе дисциплин Б1.О.16 «Математический анализ», Б1.О.17 «Функциональный анализ», Б1.О.23 «Дифференциальные уравнения», Б1.О.18 «Комплексный анализ», Б1.О.33.01 «Дополнительные главы дифференциальных уравнений», Б1.О.13 «Численные методы».

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
ПК-2 Способен активно участвовать в исследовании новых математических моделей в естественных науках	
ИПК-2.2 Разрабатывает новые математические модели в естественных науках	Знает понятия и гипотезы для предметной области и исследуемых моделей.
	Умеет использовать современные методы и подходы для изучения рассматриваемых процессов и явлений, грамотно использовать и развивать математическую теорию и физико-математические модели, лежащие в их основе.
	Владеет навыками применения классических и современных методов анализа математических моделей formalизованных материальных объектов и процессов.
ПК-4 способен разрабатывать программное обеспечение для решения прикладных задач в сфере профессиональной деятельности	
ИПК-4.4 Ориентируется в современных алгоритмах компьютерной математики и имеет практический опыт разработки программных модулей на основе механико-математических моделей	Знает основные методы математического и компьютерного моделирования для решения задач механики.
	Умеет разрабатывать математические модели и реализующие их программные комплексы, проводить численный анализ на их основе.
	Владеет навыками анализа математических подходов с точки зрения адекватности их применения к конкретной задаче.

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 2 зачетных единиц (72 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице

Виды работ	Всего часов	Форма обучения			
		очная		очно-заочная	заочная
		8 семестр (часы)	– семестр (часы)	– семестр (часы)	– курс (часы)
Контактная работа, в том числе:	36,2	36,2			
Аудиторные занятия (всего):	32	32			
занятия лекционного типа	16	16			
лабораторные занятия	16	16			
Иная контактная работа:	4,2	4,2			
Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4			
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	0,2			
Самостоятельная работа, в том числе:	35,8	35,8			
<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>	27,8	27,8			
Подготовка к текущему контролю	–	–			
Контроль:	–	–			
Подготовка к экзамену	–	–			
Общая трудоёмкость	час.	72	72		
	в том числе контактная работа	36,2	36,2		
	зач. ед	2	2		

2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоёмкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 8 семестре (*очная форма обучения*)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Термодинамические основы теории упругости	10	2		2	6
2.	Постановка и методы решения краевых динамических задач теории упругости.	9,4	2		2	5,4
3.	Краевые задачи динамической теории упругости для стратифицированных сред.	15,4	4		4	7,4
4.	Методы решения сингулярных интегральных уравнений динамических смешанных задач	19	4		6	9
5.	Взаимодействие массивных объектов с полуограниченными упругими средами	14	4		2	8
	<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>	67,8	16		16	35,8
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	4				
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2				
	Подготовка к текущему контролю	–				
	Общая трудоемкость по дисциплине	72				

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.	Термодинамические основы теории упругости	Основные уравнения теории упругости. Эффективный способ комплексного представления смещений и напряжений в форме Колосова-Мухелишвили. Преобразование Меллина в плоской задаче теории упругости. Преобразование Фурье с действительным параметром и с комплексным параметром.	<i>T</i>
2.	Постановка и методы решения краевых динамических задач теории упругости.	Некоторые математические вопросы при решении смешанных краевых задач математической физики. Динамические задачи хрупкого разрушения. Аналог задачи Лэмба. Стационарное движение трещины в упругой полосе. Краевая задача Римана и ее решение.	<i>T</i>
3.	Краевые задачи динамической теории упругости для стратифицированных сред.	Каноническая сингулярная задача теории упругости кусочно-однородных сред. Задача Вильямса-Черепанова. Сингулярные задачи теории упругости для трещин продольного сдвига в <i>n</i> -слойных материалах.	<i>T</i>
4.	Методы решения сингулярных интегральных уравнений динамических смешанных задач	Краевая задача Римана. Метод регуляризации Карлемана-Векуа. Регуляризация сингулярного интегрального уравнения с ядром Коши первого рода. Обращение особого интеграла с ядром Коши для замкнутого контура. Асимптотика решений сингулярно возмущенной краевой задачи для интегральной поверхности.	<i>T</i>
5.	Взаимодействие массивных объектов с полуограниченными упругими средами	Особенности динамического контактного взаимодействия массивных тел с полуограниченными средами. Некоторые динамические свойства упругого слоя. Сдвиговые колебания штампа. Вертикальные колебания штампа.	<i>T</i>

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

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/разбор	Форма текущего контроля
1.	Термодинамические основы теории	Основные уравнения теории упругости. Эффективный способ комплексного представления смещений и	Опрос ИЗ

	упругости	напряжений в форме Колосова-Мухелишвили. Преобразование Меллина в плоской задаче теории упругости. Преобразование Фурье с действительным параметром и с комплексным параметром.	
2.	Постановка и методы решения краевых динамических задач теории упругости.	Некоторые математические вопросы при решении смешанных краевых задач математической физики. Динамические задачи хрупкого разрушения. Аналог задачи Лэмба. Стационарное движение трещины в упругой полосе. Краевая задача Римана и ее решение.	Опрос ИЗ
3.	Краевые задачи динамической теории упругости для стратифицированных сред.	Каноническая сингулярная задача теории упругости кусочно-однородных сред. Задача Вильямса-Черепанова. Сингулярные задачи теории упругости для трещин продольного сдвига в n -слойных материалах.	Опрос ИЗ
4.	Методы решения сингулярных интегральных уравнений динамических смешанных задач	Краевая задача Римана. Метод регуляризации Карлемана-Векуа. Регуляризация сингулярного интегрального уравнения с ядром Коши первого рода. Обращение особого интеграла с ядром Коши для замкнутого контура. Асимптотика решений сингулярно возмущенной краевой задачи для интегральной поверхности.	Опрос ИЗ
5.	Взаимодействие массивных объектов с полуграниченными упругими средами	Особенности динамического контактного взаимодействия массивных тел с полуграниченными средами. Некоторые динамические свойства упругого слоя. Сдвиговые колебания штампа. Вертикальные колебания штампа.	Опрос ИЗ

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), индивидуальные задания (ИЗ).

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-курса «Введение в механику деформируемого твердого тела». – Санкт-Петербургский государственный университет. – URL: https://intuit.ru/studies/courses/1181/374/lecture/8795
2	Подготовка к лабораторным занятиям	Методические указания по выполнению лабораторных работ, утвержденные на заседании кафедры теории функций факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 18.04.2019 г.
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 «Сингулярные интегральные уравнения и краевые задачи в теории упругости».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме *тестовых заданий, разноуровневых заданий, отчетов по индивидуальным и расчетно-графическим 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	<i>ИПК-2.2 Разрабатывает новые математические модели в естественных науках</i>	Знает понятия и гипотезы для предметной области и исследуемых моделей.	<i>Т, ИЗ</i>	<i>Вопрос на зачете 1-5</i>
2	<i>ИПК-2.2 Разрабатывает новые математические модели в естественных науках</i>	Умеет использовать современные методы и подходы для изучения рассматриваемых процессов и явлений, грамотно использовать и развивать	<i>Т, ИЗ</i>	<i>Вопрос на зачете 6–10</i>

		математическую теорию и физико-математические модели, лежащие в их основе.		
3	<i>ИПК-2.2 Разрабатывает новые математические модели в естественных науках</i>	Владеет навыками применения классических и современных методов анализа математических моделей формализованных материальных объектов и процессов.	<i>Т, ИЗ</i>	<i>Вопрос на зачете 11–15</i>
4	<i>ИПК-4.4 Ориентируется в современных алгоритмах компьютерной математики и имеет практический опыт разработки программных модулей на основе механико-математических моделей</i>	Знает основные методы математического и компьютерного моделирования для решения задач механики.	<i>Т, ИЗ</i>	<i>Вопрос на зачете 16–20</i>
5	<i>ИПК-4.4 Ориентируется в современных алгоритмах компьютерной математики и имеет практический опыт разработки программных модулей на основе механико-математических моделей</i>	Умеет разрабатывать математические модели и реализующие их программные комплексы, проводить численный анализ на их основе.	<i>Т, ИЗ</i>	<i>Вопрос на зачете 1–20</i>
6	<i>ИПК-4.4 Ориентируется в современных алгоритмах компьютерной математики и имеет практический опыт разработки программных модулей на основе механико-математических моделей</i>	Владеет навыками анализа математических подходов с точки зрения адекватности их применения к конкретной задаче.	<i>Т, ИЗ</i>	<i>Вопрос на зачете 1–20</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

Индивидуальные задания

- Написать процедуру для определения нулей полиномов Лобатто порядка $N=3,4,6$.
2. Написать процедуру вычисления значений полиномов Лобатто порядка $N=3,4,6$.
3. Написать процедуру для расчёта значений любого многочлена Гаусса-Лежандра-Лобатто порядка $N=4,5,7$.
4. Написать процедуру вычисления значений полиномов Чебышева произвольного порядка.
5. Написать процедуру вычисления значений Гаусса-Чебышева-Лобатто для произвольного порядка.
6. Написать процедуру разложения произвольной аналитической функции $f(x)$ на отрезке $[a,b]$ по полиномам Гаусса-Чебышева-Лобатто до порядка N включительно.
7. Написать процедуру вычисления интегралов на основе квадратурных формул, использующих нули полиномов Чебышева.

8. Написать процедуру вычисления интегралов на основе квадратурных формул, использующих точки Гаусса-Лежандра-Лобатто.

9. Записать вариационную формулировку задачи Дирихле для уравнения Пуассона в слабой постановке.

10. Реализовать МКЭ ВПТ для одномерного уравнения Гельмгольца, используя несколько элементов.

11. Реализовать МКЭ ВПТ для двумерного уравнения Лапласа в квадрате, используя один элемент.

12. Реализовать МКЭ ВПТ для двумерного уравнения Пуассона в квадрате, используя один элемент.

13. Реализовать МКЭ ВПТ для двумерного уравнения Гельмгольца в квадрате, используя один элемент.

14. Реализовать приближённое решение двумерного уравнения Гельмгольца с помощью МКЭ ВПТ, используя несколько элементов, для области, ограниченной линиями, на которых заданы граничные условия.

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

1. Модули семейств кривых. Конформный модуль двусвязной области, приведенный модуль односвязной области относительно точки, приведенный модуль двуугольника.
2. Квадратичные дифференциалы. Общая структурная теорема.
3. Теорема Кузьминой.
4. Задача $P(a)$.
5. Задача $P(R, t)$.
6. Задача Чеботарева.
7. Конденсаторы. Емкость конденсатора.
8. Функции Грина. Внутренний радиус.
9. Симметризации Шварца, Штейнера, Поля, Маркуса.
10. Изменение емкости при симметризациях.
11. Принцип симметризации в круге.
12. Принцип симметризации в кольце.
13. Теоремы покрытия в классах $S, S(d)$.
14. Теорема покрытия в классе R .
15. Класс Бибербаха-Эйленберга в кольце.
16. Теорема покрытия в классе Бибербаха-Эйленберга в кольце.
17. Модель плоскопараллельного конденсатора. Емкость.
18. Гиперболическая задача Чеботарева.
19. Гиперболическая задача Чеботарева для трех проводников.
20. О минимуме емкости в семействе конденсаторов, внутренняя обкладка которых содержит два фиксированных проводника и один переменный.

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 демонстрирует основные методы и приемы исследования краевых задач; справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.

«не зачтено»: материал не усвоен или усвоен частично, студент затрудняется применять основные методы и приемы исследования краевых задач, 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. Кулиев, В. Д. *Сингулярные краевые задачи: монография* / В. Д. Кулиев. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2005. — 720 с. — ISBN 5-9221-0588-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2745>

2. Щитов, И. Н. *Асимптотические разложения решений сингулярно возмущенных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений: монография* / И. Н. Щитов. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2013. — 172 с. — ISBN 978-5-9221-1461-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/59674>

3. Полянин, А. Д. *Справочник по интегральным уравнениям: справочник* / А. Д. Полянин, А. В. Манжиров. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2003. — 608 с. — ISBN 5-9221-0288-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2278>

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/>;
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
5. Российская система прочностного анализа на основе метода спектральных конечных элементов Fidesys <http://www.cae-fidesys.com/ru/about/info>

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	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)	
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)	
--	---	--