

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

«26» мая 2023 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Б1.В.ДВ.05.02 Методы решения обратных и некорректных задач**

Специальность: 01.05.01 Фундаментальные математика и механика

Специализация: Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг

Форма обучения: очная

Квалификация: Математик. Механик. Преподаватель.

Краснодар  
2023

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.05.02 МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ОБРАТНЫХ И НЕКОРРЕКТНЫХ ЗАДАЧ 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,  
д. ф.-м. н., доцент



---

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.05.02 МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ОБРАТНЫХ И НЕКОРРЕКТНЫХ ЗАДАЧ утверждена на заседании кафедры ТЕОРИЯ ФУНКЦИИ  
протокол № 10 «18» апреля 2023 г.  
Заведующий кафедрой (разработчика) 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

Анопко Михаил Викторович,  
Генеральный директор ООО «УК АЙСТРИМ»

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины.

### 1.1 Цель освоения дисциплины.

Цель дисциплины «Методы решения обратных и некорректных задач» заключается в изучении основных понятий теории обратных и некорректно поставленных задач, методами исследования и численного решения обратных задач, а также в развитии навыков постановки, исследования и численного решения некорректно поставленных задач. Данная дисциплина призвана расширить кругозор студентов в плане применения строгих математических методов к решению обратных и некорректных задач, часто возникающих при решении прикладных проблем.

### 1.2 Задачи дисциплины.

- получение знаний и умений, необходимых для освоения и использования методов регуляризации некорректных и обратных задач при решении теоретических и прикладных задач;
- формирование представлений о теории некорректных и обратных задач, как одной из современных математических дисциплин, имеющей свой предмет, задачи и методы;
- развитие навыков математического моделирования в естественных и инженерных науках.

### 1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Методы решения обратных и некорректных задач» относится к вариативной части профессионального цикла Блока1 "Дисциплины (модули)" учебного плана направления 01.05.01 «Фундаментальная математика и механика». 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.33.01 «Дополнительные главы дифференциальных уравнений», Б1.О.14 «Технология программирования и работа на электронно-вычислительной машине (ЭВМ)», Б1.О.13 «Численные методы». Изучение дисциплины заканчивается аттестацией в форме зачета.

### 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
<b>ПК-1 Способен формулировать и решать актуальные и значимые задачи фундаментальной и прикладной математики</b>	
ИПК-1.4. Имеет навыки решения математических задач, соответствующих квалификации, возникающих при проведении научных и прикладных исследований	Знает основные понятия теории некорректных и обратных задач, определения и свойства математических объектов в этой области, формулировки утверждений, методы их доказательства, возможные сферы их приложений, в том числе в компьютерном моделировании объектов и явлений. Умеет применять методы теории некорректных и обратных задач при математическом моделировании; создавать математические модели физических, экономических и экологических явлений и исследовать их методами прикладной математики и информатики. Владеет методами регуляризации, математическим аппаратом теории некорректных и обратных задач; общей и профессиональной культурой.
<b>ПК-2 Способен активно участвовать в исследовании новых математических моделей в естественных науках</b>	
ИПК-2.1. Умеет использовать математические	Знает понятия прямой и обратной задачи; корректность и

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
модели и применять численные методы решения задач в естественных науках	классификацию некорректных задач; вычислительные методы решения некорректных задач.
	Умеет анализировать естественно-научную сущность поставленной задачи и применять к ней основные методы решения некорректных задач; согласовывать параметры регуляризации с погрешностью исходных данных; строить численные алгоритмы решения основных некорректных задач.
	Владеет навыками применения основных методов решения некорректных задач; общими принципами построения приближенных методов решения некорректно поставленных задач; общим подходом к получению оценок погрешности приближенных решений некорректных задач.

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)
<b>Контактная работа, в том числе:</b>	<b>32,2</b>	<b>32,2</b>			
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>	<b>30</b>	<b>30</b>			
занятия лекционного типа	10	10			
лабораторные занятия	20	20			
<b>Иная контактная работа:</b>	<b>2,2</b>	<b>2,2</b>			
Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2			
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	0,2			
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>	<b>39,8</b>	<b>39,8</b>			
<i>Контрольная работа</i>	12	12			
<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	–	–			
<b>Контроль:</b>	–	–			
Подготовка к экзамену	–	–			
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>час.</b>	<b>72</b>	<b>72</b>		
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>32,2</b>	<b>32,2</b>		
	<b>зач. ед</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		

## 2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 9 семестре (очная форма обучения)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа		Внеаудиторная работа	
			Л	ПЗ		ЛР
1.	Введение. Методы подбора и регуляризации		2		4	9
2.	Методы решения обратных задач математической физики		2		6	9,4
3.	Постановки некорректных задач		2		4	9
4.	Численные методы решения некорректных задач		4		6	12,4
	<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>	69,8	10		20	39,8
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	2				
	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.	Введение. Методы подбора и регуляризации	Об определении обратных и некорректных задач. Математическая обработка экспериментальных данных. Прямые и обратные задачи. Классификация обратных задач. Обратные задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений. Обратные задачи математической физики. Ретроспективные и коэффициентные задачи математической физики. Обратные задачи теории потенциала. Теорема В. К. Иванова. Квазирешение. Метод М. М. Лаврентьева. Метод регуляризации А. Н. Тихонова. Градиентные методы.	<i>Опрос</i>
2.	Методы решения обратных задач математической физики	Ретроспективные обратные задачи. Методы квазиобращения, вспомогательных граничных условий, Карассо. Граничные обратные задачи и методы их решения. Коэффициентные обратные задачи, их исследование и методы решения. Обратные задачи для уравнения теплопроводности. Обратные задачи для уравнения Лапласа. Обратные задачи для уравнения колебаний.	<i>Опрос</i>
3.	Постановки некорректных задач	Классификация линейных интегральных уравнений, пример некорректно поставленной задачи, описываемой интегральным уравнением Фредгольма первого рода. Связь между дифференциальными уравнениями и интегральными уравнениями Вольтера. Две задачи об упругой нити. Некоторые постановки некорректных задач: обработка показаний физических приборов, поиск полезных ископаемых (электроразведка), ограниченная обратная задача теплопроводности; задача вычислительной диагностики.	<i>Опрос</i>
4.	Численные методы решения некорректных задач	Понятие метода решения некорректно поставленной задачи. Общий прием построения регуляризующих алгоритмов. Примеры: метод проекционной регуляризации, метод А. Н. Тихонова, метод установления, итерационные методы. Выбор параметра регуляризации. Метод квадратур: построение вычислительного правила; оценка погрешности приближенного решения; сходимость	<i>Опрос</i>

		метода квадратур; примеры выбора коэффициентов и узлов квадратурной формулы; иллюстрация элементов теории на примерах.	
--	--	--	--

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

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/разбор	Форма текущего контроля
1.	Введение. Методы подбора и регуляризации	Квазирешение. Метод М. М. Лаврентьева. Метод регуляризации А. Н. Тихонова. Градиентные методы. Обобщение понятия решения. Псевдорешение. Метод регуляризации. Принципы выбора параметра регуляризации. Итерационные регуляризирующие алгоритмы.	РГЗ
2.	Методы решения обратных задач математической физики	Задачи определения коэффициентов линейных ДУ и систем. Обратные задачи для линейных ОДУ с параметром. Обратные задачи для нелинейных ОДУ. Обратные задачи для уравнения теплопроводности. Обратные задачи для уравнения Лапласа. Обратные задачи для уравнения колебаний. Коэффициентные обратные задачи для ДУЧП.	РГЗ
3.	Постановки некорректных задач	Интегральные уравнения Фредгольма и Вольтерра первого рода. Регуляризация нелинейных операторных уравнений первого рода.	РГЗ
4.	Численные методы решения некорректных задач	Метод квадратур: построение вычислительного правила; оценка погрешности приближенного решения; сходимость метода квадратур; выбор коэффициентов и узлов квадратурной формулы; использование элементов теории для решения задач.	РГЗ

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	<i>Онлайн-лекции курса «Математическая физика».</i> – ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого». – URL: <a href="https://openedu.ru/course/spbstu/MATHPH/">https://openedu.ru/course/spbstu/MATHPH/</a>
2	Подготовка к лабораторным занятиям	<i>Методические указания по выполнению лабораторных работ, утвержденные на заседании Совета экономического факультета ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №8 от 29.06.2017 г. Режим доступа:</i> <a href="https://www.kubsu.ru/ru/econ/metodicheskie-ukazaniya">https://www.kubsu.ru/ru/econ/metodicheskie-ukazaniya</a>
4	Выполнение расчетно-графических заданий и контрольных работ	<i>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:</i> <a href="http://docspace.kubsu.ru/docspace/handle/1/1125">http://docspace.kubsu.ru/docspace/handle/1/1125</a>

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 «*Методы решения обратных и некорректных задач*».

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-1.4. Имеет навыки решения математических задач, соответствующих квалификации, возникающих при проведении научных и прикладных исследований</i>	Знает основные понятия теории некорректных и обратных задач, определения и свойства математических объектов в этой области, формулировки утверждений, методы их доказательства, возможные сферы их приложений, в том числе в компьютерном моделировании объектов и явлений.	<i>Опрос РГЗ</i>	<i>Вопрос на зачете 1-5</i>
2	<i>ИПК-1.4. Имеет навыки решения математических задач, соответствующих квалификации, возникающих при проведении научных и прикладных исследований</i>	Умеет применять методы теории некорректных и обратных задач при математическом моделировании; создавать математические модели физических, экономических и экологических явлений и исследовать их методами прикладной математики и информатики.	<i>Опрос РГЗ</i>	<i>Вопрос на зачете 6-10</i>
3	<i>ИПК-1.4. Имеет навыки решения математических задач, соответствующих квалификации, возникающих при проведении научных и прикладных исследований</i>	Владеет методами регуляризации, математическим аппаратом теории некорректных и обратных задач; общей и профессиональной культурой.	<i>Опрос РГЗ</i>	<i>Вопрос на зачете 11-15</i>
4	<i>ИПК-2.1. Умеет использовать математические модели и применять численные методы решения задач в естественных науках</i>	Знает понятия прямой и обратной задачи; корректность и классификацию некорректных задач; вычислительные методы решения некорректных задач.	<i>Опрос РГЗ</i>	<i>Вопрос на зачете 16-20</i>
5	<i>ИПК-2.1. Умеет использовать математические модели и применять численные методы решения задач в естественных науках</i>	Умеет анализировать естественно-научную сущность поставленной задачи и применять к ней основные методы решения некорректных задач; согласовывать параметры регуляризации с погрешностью исходных данных; строить численные алгоритмы решения основных некорректных задач.	<i>Опрос РГЗ</i>	<i>Вопрос на зачете 1-20</i>
6	<i>ИПК-2.1. Умеет использовать математические модели и применять численные методы решения задач в естественных науках</i>	Владеет навыками применения основных методов решения некорректных задач; общими принципами построения приближенных методов решения некорректно поставленных задач; общим подходом к получению оценок погрешности приближенных решений некорректных задач.	<i>Опрос РГЗ</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***

### **Расчетно-графическая работа**

- 1) Построение регуляризирующего оператора и получение регуляризованного решения некорректной задачи численного дифференцирования.
- 2) Методом регуляризации по Тихонову получение приближенного решения интегрального уравнения Фредгольма первого рода, описывающего поиск полезных ископаемых. Разработка алгоритма параллельной реализации метода на ПЭВМ. Обоснование правильности полученных результатов.

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

1. Математическая обработка экспериментальных данных. Прямые и обратные задачи. Классификация обратных задач.
2. Обратные задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений. Обратная задача Штурма-Лиувилля, обратная задача электроразведки.
3. Обратные задачи математической физики. Ретроспективные и коэффициентные задачи математической физики.
4. Обратные задачи теории потенциала. Математические задачи компьютерной томографии. Задачи интегральной геометрии.
5. Понятие метода решения некорректно поставленной задачи. Регуляризирующие алгоритмы. Общий прием построения регуляризирующих алгоритмов. Примеры: метод проекционной регуляризации, метод А.Н.Тихонова, метод установления, итерационные методы.
6. Выбор параметра регуляризации. Принцип невязки выбора параметра регуляризации. Оценка погрешности метода решения. Понятие оптимального метода.
7. Методы решения интегральных уравнений Вольтерра. Метод А.М.Денисова, метод В.А. Апарцина.
8. Ретроспективные обратные задачи. Методы квазиобращения, вспомогательных граничных условий, Карассо.
9. Граничные обратные задачи и методы их решения. Коэффициентные обратные задачи, их исследование и методы решения.
10. Обратные задачи для полулинейных уравнений в частных производных, их исследование и методы решения.
11. Обратные задачи теории потенциала. Комбинированный метод решения нелинейных обратных задач. Лемма Лакса-Мильграма.

### **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 вычислительные алгоритмы решения обратных задач и некорректных задач, оценивать погрешность приближенных решений; справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.

*«не зачтено»:* материал не усвоен или усвоен частично, студент затрудняется реализовывать вычислительные алгоритмы решения обратных задач и некорректных 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) *Обратные задачи и методы их решения. Приложения к геофизике: учебное пособие / А. Г. Ягола, Я. Ван, И. Э. Степанова, В. Н. Титаренко; художник Н. А. Новак. — 4-е изд. — Москва: Лаборатория знаний, 2021. — 219 с. — ISBN 978-5-93208-555-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/176412>*

2) *Ватульян, А. О. Коэффициентные обратные задачи механики: монография / А. О. Ватульян. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2019. — 272 с. — ISBN 978-5-9221-1826-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/143864>*

3) *Сизиков, В. С. Обратные прикладные задачи и MatLab: учебное пособие / В. С. Сизиков. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 256 с. — ISBN 978-5-8114-1238-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/167903>*

### **5.2. Периодическая литература**

### **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](http://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](http://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)	

