

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
Г.А. Хагуров
«28» _____ 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.05.01 Нелинейные задачи в анализе и механике

Направление подготовки: 01.05.01 Фундаментальные математика и механика

Специализация: Фундаментальная математика и ее приложения

Форма обучения: очная

Квалификация: Математик. Механик. Преподаватель


Краснодар 2021

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.05.01 НЕЛИНЕЙНЫЕ ЗАДАЧИ В АНАЛИЗЕ И МЕХАНИКЕ 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):
Гаврилюк М.Н., доцент, д.ф.-м.н., доцент.



Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.05.01 НЕЛИНЕЙНЫЕ ЗАДАЧИ В АНАЛИЗЕ И МЕХАНИКЕ утверждена на заседании кафедры ТЕОРИИ ФУНКЦИИ
протокол № 8 «20» апреля 2021 г
Заведующий кафедрой Голуб М.В.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета математики и компьютерных наук
протокол № 3 «12» мая 2021 г.
Председатель УМК факультета/института Шмалько С. П.



Рецензенты:

Гусаков Валерий Александрович, канд. физ. – мат. наук,
директор ООО «Просвещение – Юг»

Засядко Ольга Владимировна, доцент кафедры информационных образовательных технологий, канд. физ. - мат. наук, доцент

1 Цели и задачи изучения дисциплины.

1.1 Цель освоения дисциплины.

Цель дисциплины «Нелинейные задачи в анализе и механике» является изучение студентами нелинейной механики деформируемого твердого тела и начальных сведений о методе конечных элементов решения задач механики деформируемого твердого тела.

1.2 Задачи дисциплины.

- закон движения сплошной среды; лагранжева и эйлерова системы координат; материальное, пространственное и двойное представления тензоров;
- объективные лагранжевы и эйлеровы тензоры, а также объективные конвективные (включая и коротационные) скорости изменения тензоров;
- тензоры больших, малых и бесконечно малых деформаций;
- уравнения движения в сильной и слабой формах;
- вариационные принципы механики
- начальные сведения о методе конечных элементов для численного решения нелинейных задач механики деформируемого твердого тела.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Нелинейные задачи в анализе и механике» 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.40 «Основы и математические модели механики сплошной среды». 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
ПК-1 Способен формулировать и решать актуальные и значимые задачи фундаментальной и прикладной математики	
ИПК-1.4 Имеет навыки решения математических задач, соответствующих квалификации, возникающих при проведении научных и прикладных исследований	Знает формулировку задачи о деформировании твердого тела в геометрически нелинейной постановке; знает современные численные методы для ее решения. Умеет разрабатывать и анализировать точные и приближенные методы решения нелинейных задач механики деформируемого твердого тела. Владеет методами общей теории меры и теории интегрирования по мере; общей и профессиональной культурой.
ПК-2 Способен активно участвовать в исследовании новых математических моделей в естественных науках	
ИПК-2.2 Разрабатывает новые математические модели в естественных науках	Знает фундаментальные принципы построения определяющих соотношений механики твердого тела: объективность, инвариантность, индифферентность. Умеет формулировать уравнения механики деформируемого твердого тела в отсчетной и текущей конфигурациях. Владеет навыками анализа математических подходов с точки зрения адекватности их применения к задачам нелинейной механики; конечноэлементной дискретизацией уравнения движения/равновесия и методами их решения.

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

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.	Кинематика деформаций		2		4	8
2.	Тензоры деформаций и напряжений		2		4	8
3.	Слабые формы уравнений движения и вариационные принципы		2		4	8
4.	Потеря устойчивости и контактные взаимодействия деформируемых тел		2		4	7,8

5.	Применение метода конечных элементов к решению нелинейных задач		2		4	8
	<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.	Кинематика деформаций	Предмет нелинейной механики деформируемого твердого тела, место в ряду наук, структура, область применения. Система отсчета. Движение сплошной среды. Лагранжевы и эйлеровы координаты. Лагранжев (общий и текущий) и эйлеров подходы к описанию движения сплошной среды. Пространственный, материальный отсчетный и материальный текущий базисы. Вектор перемещений. Закон движения. Тензоры градиентов деформаций и перемещений. Формулы преобразования элементарных отрезков, площадок и объемов из отсчетной в актуальную конфигурацию. Объективные (инвариантные и индифферентные) тензоры. Дифференцирование тензоров по времени. Конвективные и коротационные производные тензоров. Объективные производные тензоров.	<i>Опрос</i>
2.	Тензоры деформаций и напряжений	Полярное разложение тензора градиента деформации. Правые и левые тензоры деформаций; тензоры деформаций Коши - Грина и Пиолы. семейства Хилла, Грина – Лагранжа и Альманзи. Малые деформации и линейный тензор деформаций. Определение тензора напряжений Коши, Кирхгофа, Пиолы – Кирхгофа. Объективные скорости изменения тензоров во времени. Сопряженные тензоры напряжений и деформаций. Уравнения движения в текущей и отсчетной конфигурациях.	<i>Опрос</i>
3.	Слабые формы уравнений движения и вариационные принципы	Слабые формы уравнений движения (равновесия) в текущей и отсчетной конфигурациях. Вариационный принцип Хилла в отсчетной и текущей конфигурациях. Варианты принципа в текущей конфигурации: с использованием производных Трусделла и Хилла в определяющих соотношениях.	<i>Опрос</i>
4.	Потеря устойчивости и контактные взаимодействия деформируемых тел	Бифуркация решений краевой задачи и собственные состояния. Потеря устойчивости равновесных состояний. Критерии единственности и устойчивости решений краевых задач. Постановка контактной задачи. Формулировка контактной задачи с помощью методов множителей Лагранжа и штрафных функций.	<i>Опрос</i>
5.	Применение метода конечных элементов к решению нелинейных задач	Векторно-матричная запись слабых форм уравнений и функционалов вариационных принципов для общей лагранжевой и текущей лагранжевой формулировок уравнений. Конечноэлементная дискретизация геометрии и вектора перемещений. Изопараметрические конечные элементы. Дискретизованные уравнения движения/равновесия и методы их решения.	<i>Опрос</i>

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

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/разбор	Форма текущего контроля
1.	Кинематика деформаций	Предмет нелинейной механики деформируемого твердого тела, место в ряду наук, структура, область применения. Система отсчета. Движение сплошной среды. Лагранжевы и эйлеровы координаты. Лагранжев (общий и текущий) и эйлеров подходы к описанию движения сплошной среды. Пространственный, материальный отсчетный и материальный текущий базисы. Вектор перемещений. Закон движения. Тензоры градиентов деформаций и перемещений. Формулы преобразования элементарных отрезков, площадок и объемов из отсчетной в актуальную конфигурацию. Объективные (инвариантные и индифферентные) тензоры. Дифференцирование тензоров по времени. Конвективные и коротационные производные тензоров. Объективные производные тензоров.	Проверка домашнего задания
2.	Тензоры деформаций и напряжений	Полярное разложение тензора градиента деформации. Правые и левые тензоры деформаций; тензоры деформаций Коши - Грина и Пиолы. семейства Хилла, Грина – Лагранжа и Альманзи. Малые деформации и линейный тензор деформаций. Определение тензора напряжений Коши, Кирхгофа, Пиолы – Кирхгофа. Объективные скорости изменения тензоров во времени. Сопряженные тензоры напряжений и деформаций. Уравнения движения в текущей и отсчетной конфигурациях.	КР
3.	Слабые формы уравнений движения и вариационные принципы	Слабые формы уравнений движения (равновесия) в текущей и отсчетной конфигурациях. Вариационный принцип Хилла в отсчетной и текущей конфигурациях. Варианты принципа в текущей конфигурации: с использованием производных Трусделла и Хилла в определяющих соотношениях.	Проверка домашнего задания
4.	Потеря устойчивости и контактные взаимодействия деформируемых тел	Бифуркация решений краевой задачи и собственные состояния. Потеря устойчивости равновесных состояний. Критерии единственности и устойчивости решений краевых задач. Постановка контактной задачи. Формулировка контактной задачи с помощью методов множителей Лагранжа и штрафных функций.	КР
5.	Применение метода конечных элементов к решению нелинейных задач	Векторно-матричная запись слабых форм уравнений и функционалов вариационных принципов для общей лагранжевой и текущей лагранжевой формулировок уравнений. Конечноэлементная дискретизация геометрии и вектора перемещений. Изопараметрические конечные элементы. Дискретизованные уравнения движения/равновесия и методы их решения.	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	<i>Онлайн-курса «Введение в механику деформируемого твердого тела». – Санкт-Петербургский государственный университет. – URL: https://intuit.ru/studies/courses/1181/374/lecture/8795</i>
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: https://www.kubsu.ru/ru/econ/metodicheskie-ukazaniya</i>
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: http://docspace.kubsu.ru/docspace/handle/1/1125</i>

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 «*Нелинейные задачи в анализе и механике*».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме *тестовых заданий, разноуровневых заданий, отчетов по*

индивидуальным и контрольным работам 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 формулировку задачи о деформировании твердого тела в геометрически нелинейной постановке; знает современные численные методы для ее решения.	<i>Опрос Проверка домашнего задания</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 разрабатывать и анализировать точные и приближенные методы решения нелинейных задач механики деформируемого твердого тела.	<i>Опрос КР</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 навыками анализа математических подходов с точки зрения адекватности их применения к задачам нелинейной механики; конечноэлементной дискретизацией уравнения движения/равновесия и методами их решения.	<i>Опрос КР</i>	<i>Вопрос на зачете 11–15</i>
4	<i>ИПК-2.2 Разрабатывает новые математические модели в естественных науках</i>	Знает фундаментальные принципы построения определяющих соотношений механики твердого тела: объективность, инвариантность, индифферентность.	<i>Опрос Проверка домашнего задания</i>	<i>Вопрос на зачете 16–20</i>
5	<i>ИПК-2.2 Разрабатывает новые математические модели в естественных науках</i>	Умеет формулировать уравнения механики деформируемого твердого тела в отсчетной и текущей конфигурациях.	<i>Опрос КР</i>	<i>Вопрос на зачете 21–23</i>
6	<i>ИПК-2.2 Разрабатывает новые математические модели в естественных науках</i>	Владеет теорией функционального анализа, теорией обобщенных функций, векторной алгеброй, тензорным исчислением для построения и исследования нелинейных физико-математических моделей.	<i>Опрос Проверка домашнего задания</i>	<i>Вопрос на зачете 11–20</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

Контрольная работа

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

1. Записать базовые операции тензорной алгебры в символьной форме и покомпонентном виде.
2. Применить технику построения конвективных производных тензоров и ковариантного дифференцирования.
3. Применить технику построения коротационных производных тензоров.
4. Применить технику построения объективных производных тензоров.
5. Записать определяющие соотношения упругого материала в случае бесконечно малых деформаций.
6. Записать определяющие соотношения гиперупругого материала в случае бесконечно малых деформаций.
7. Записать определяющие соотношения гипопругого материала в случае бесконечно малых деформаций.
8. Сформулировать уравнения движения/равновесия в текущей и отсчетной конфигурациях.
9. Сформулировать уравнения движения/равновесия, записанные относительно скоростей, в текущей и отсчетной конфигурациях.
10. Сформулировать контактную задачу с помощью методов множителей Лагранжа и штрафных функций.
11. Принципы дискретизации уравнения движения/равновесия и методы их решения.
12. Исследовать решения краевой задачи на наличие бифуркации и устойчивость равновесных состояний.
13. Использовать критерии единственности и устойчивости решений краевых задач..
14. Прямоугольный лагранжевый элемент степени m .
15. Треугольный лагранжевый элемент степени m .
16. Конечный элемент Белла.
17. Афинно-эквивалентные треугольные элементы. Оценка погрешности интерполяции.
18. Афинно-эквивалентные прямоугольные элементы. Оценка погрешности интерполяции.
19. Криволинейные треугольные конечные элементы. Оценка погрешности интерполяции.
20. Изопараметрические треугольные элементы. Оценка погрешности интерполяции.
21. Метод конечных элементов для уравнений в многоугольных областях на основе афинных элементов. Оценка точности.
22. Метод конечных элементов для уравнений в кусочно-гладких областях на основе изопараметрических элементов. Оценка точности.
23. Метод конечных элементов с численным интегрированием.

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, правильно реализовывать и анализировать точные и приближенные методы решения нелинейных задач механики деформируемого твердого тела; справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.

«не зачтено»: материал не усвоен или усвоен частично, студент затрудняется правильно реализовывать и анализировать точные и приближенные методы решения нелинейных задач механики деформируемого твердого тела, 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) Димитриенко, Ю. И. *Нелинейная механика сплошной среды: учебное пособие* / Ю. И. Димитриенко. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2009. — 624 с. — ISBN 978-5-9221-1110-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/59577>

2) Учайкин, В. В. *Механика. Основы механики сплошных сред. Задачи с указаниями и ответами: учебное пособие* / В. В. Учайкин. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-2803-8. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/169033>

3) Левин, В. А. *Избранные нелинейные задачи механики разрушения: учебное пособие* / В. А. Левин, Е. М. Морозов, Ю. Г. Матвиенко. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2004. — 408 с. — ISBN 5-9221-0514-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/59369>

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
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/>

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	

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)	