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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе, качеству образования – первый проректор
_____ Хагуров Т.А.
28 мая 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.ДВ.09.02
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ГЛАВЫ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

Направление подготовки

02.03.01 Математика и компьютерные науки

Направленность (профиль)

«Математическое и компьютерное моделирование»

Форма обучения очная

Квалификация бакалавр

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 784646E3066E8274355AC2198BDD2E1D
Владелец: Хагуров Темыр Айтечевич
Действителен: с 25.07.2022 до 18.10.2023

Краснодар 2021

Рабочая программа дисциплины «Дополнительные главы экономико-математических методов» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 02.03.01 Математика и компьютерные науки

Программу составил:

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

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры математических и компьютерных методов, протокол № 10 от 08.04.2021.

Заведующий кафедрой
математических и компьютерных методов Лежнев А. В. 

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета математики и компьютерных наук, протокол № 3 от 12.05.2021.

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

Рецензенты:

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

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

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1 Цель освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Дополнительные главы экономико-математических методов» являются: формирование углубленных знаний по фундаментальной линейной алгебре и сингулярному матричному анализу; рассмотрение приложений к актуальным экономическим задачам линейного программирования.

1.2 Задачи дисциплины

Получение базовых теоретических сведений решения экстремальных задач на множествах *n*-мерного векторного пространства, задаваемых системами линейных уравнений и неравенств; решение задач линейного и дробно-линейного программирования; построение алгоритмов решения задач линейного и дробно-линейного программирования и их реализация в системе компьютерной алгебры (MathCAD), визуализация полученных результатов, проведение численных экспериментов.

При освоении дисциплины вырабатывается общематематическая культура: умение логически мыслить, проводить доказательства основных утверждений, устанавливать логические связи между понятиями, применять полученные знания для решения задач алгебры и теории математического программирования, в частности, дробно линейного программирования.

Получаемые знания лежат в основе математического образования и служат развитию навыков математического и компьютерного моделирования, вычислительного эксперимента, применения численных методов и программных комплексов.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Дополнительные главы экономико-математических методов» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана, и является дисциплиной по выбору.

Знания и умения, приобретенные студентами в результате изучения дисциплины, будут использоваться при изучении общих и специальных курсов, при выполнении курсовых и выпускных квалификационных работ, связанных с применением компьютерных технологий.

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 демонстрировать базовые знания математических и естественных наук, основ программирования и информационных технологий	
ПК-1.1 – Демонстрирует навыки решения задач математического анализа, линейной алгебры и аналитической геометрии, используя фундаментальные знания, полученные в области данных математических дисциплин	Знает основные методы критического анализа и основы системного подхода как общенаучного метода
	Умеет анализировать задачу, используя основы критического анализа и системного подхода
	Умеет осуществлять поиск необходимой для решения поставленной задачи информации, критически оценивая надежность различных источников информации

Код и наименование индикатора* достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1.2 – Демонстрирует навыки программирования подготовленных алгоритмов решения вычислительных задач, разработки структуры и программирования реляционных баз данных, а также экспертных систем	Знает принципы, критерии, правила построения суждения и оценок
	Умеет формировать собственные суждения и оценки, грамотно и логично аргументируя свою точку зрения
	Умеет применять теоретические знания в решении практических задач
ПК-1.3 – Владеет сетевыми технологиями, в том числе, основами теории нейронных сетей	Знает основные принципы построения вычислительной технологии сетевого типа
	Умеет выбрать программное обеспечение для решения поставленной задачи, в том числе – топологию нейронной сети
	Владеет методиками отладки сетевых программ
ПК-1.4 – Собирает и анализирует научно- техническую информацию с учетом базовых представлений, полученных в области фундаментальной математики, механики, естественных наук, программирования и информационных технологий	Знает основные функции математических пакетов программ для проведения символических вычислений
	Умеет проводить формальные доказательства математических результатов на основе аксиоматически заданных свойств объектов и операций
	Владеет навыками обеспечения корректности выполнения алгебраических операций компьютерными средствами
ПК-3 Способен математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики	
ПК-3.1 Демонстрирует навыки доказательства теорем существования и единственности решения классических задач линейной алгебры, теории обыкновенных дифференциальных уравнений и теории уравнений математической физики	Знает прикладное содержание теорем существования и единственности в вопросах экономико-математического моделирования
	Умеет воспроизводить основные шаги доказательств
	Владеет навыками применения теорем существования и единственности к решению задач экономико-математического моделирования

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач. ед. Распределение часов по видам учебной работы представлено в таблице.

Вид учебной работы	Трудоемкость, часов	
	Всего	8 семестр
Контактная работа, в том числе:	**34,2**	**34,2**
Аудиторные занятия (всего)	**30**	**30**
В том числе:		
Занятия лекционного типа	10	10
Лабораторные занятия	20	20
Иная контактная работа:	**4,2**	**4,2**
Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	0,2

Вид учебной работы		Трудоемкость, часов	
		Всего	8 семестр
Самостоятельная работа, в том числе:		**37,8**	**37,8**
проработка учебного (теоретического) материала		10	10
Подготовка к лабораторным работам		20	20
Подготовка к текущему контролю		7,8	7,8
Контроль:		–	–
Подготовка к экзамену		–	–
Общая трудоемкость	часов	**72**	**72**
	в том числе контактная работа	**34,2**	**34,2**
	зач. ед.	**2**	**2**

2.2 Содержание дисциплины

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

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	Линейные модели	5,8	2	–	–	3,8
2	Выпуклые многогранники и линейные неравенства	24	4	–	8	12
3	Сингулярное разложение матриц	20	2	–	6	12
4	Свойства сингулярного разложения матриц	18	2	–	6	10
–	Линейные модели	67,8	10	–	20	37,8
–	КСР	4	–	–	–	4
–	(ИКР	0,2	–	–	–	0,2
	Подготовка к текущему контролю	–		–	–	–
	Общая трудоемкость по дисциплине	72	10	–	20	42

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

2.3 Содержание разделов дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	Линейные модели	Линейное программирование; примеры линейных моделей; различные формы задач линейного программирования и их эквивалентность; проблема отыскания численного решения задачи линейного программирования	РГЗ

2	Выпуклые многогранники и линейные неравенства	Геометрическая интерпретация задач линейного программирования; выпуклые множества и теоремы о разделяющей гиперплоскости; многогранные выпуклые множества; структура допустимых множеств задач линейного программирования; эквивалентность двух определений выпуклого многогранного множества; неравенства	РГЗ
3	Сингулярное разложение матриц	Сингулярные числа и сингулярные векторы; полярное разложение; выводы из сингулярного разложения; сингулярное разложение и решение систем; метод наименьших квадратов; псевдообратная матрица; наилучшие аппроксимации с понижением ранга; расстояние до множества вырожденных матриц; общий вид инвариантных норм	РГЗ
4	Свойства сингулярного разложения матриц	Разделение собственных значений эрмитовой матрицы; вариационные свойства собственных значений; возмущения собственных значений; соотношения разделения; критерий неотрицательной определенности; вариационные свойства сингулярных чисел; разделение сингулярных чисел	РГЗ

2.3.2 Занятия семинарского типа.

Занятия семинарского типа не предусмотрены

2.3.3 Лабораторные занятия.

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	Линейное программирование	ЛР
2	Примеры линейных моделей	ЛР
3	Различные формы задач линейного программирования и их эквивалентность	ЛР
4	Проблема отыскания численного решения задачи линейного программирования	ЛР
5	Геометрическая интерпретация задач линейного программирования	ЛР
6	Выпуклые множества и теоремы о разделяющей гиперплоскости	ЛР
7	Многогранные выпуклые множества	ЛР
8	Структура допустимых множеств задач линейного программирования	ЛР
9	Эквивалентность двух определений выпуклого многогранного множества	ЛР
10	Линейные неравенства	ЛР
11	Сингулярные числа и сингулярные векторы	ЛР
12	Полярное разложение	ЛР
13	Выводы из сингулярного разложения	ЛР
14	Сингулярное разложение и решение систем	ЛР
15	Метод наименьших квадратов	ЛР
16	Псевдообратная матрица	ЛР

17	Наилучшие аппроксимации с понижением ранга	ЛР
18	Расстояние до множества вырожденных матриц	ЛР
19	Общий вид унитарно инвариантных норм	ЛР
20	Разделение собственных значений эрмитовой матрицы	ЛР
21	Вариационные свойства собственных значений	ЛР
22	Возмущения собственных значений	ЛР
23	Соотношения разделения	ЛР
24	Критерий неотрицательной определенности	ЛР
25	Вариационные свойства сингулярных чисел	ЛР
26	Разделение сингулярных чисел	ЛР

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 т.д.

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы не предусмотрены

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

Самостоятельная работа студентов по дисциплине включает следующие виды деятельности:

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

Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины представлен в таблице.

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Проработка и анализ лекционного материала; решение задач по темам курса; работа с вопросами для самопроверки	«Методические указания по организации самостоятельной работы студентов», утвержденные кафедрой информационных и образовательных технологий, протокол № 1 от 31 августа 2017 г. Учебники, учебные пособия и задачники, перечисленные в списке учебной литературы

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 форме электронного документа,

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа,

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии.

Лекции, лабораторные занятия, контрольные работы, зачет.

Разбор практических задач и примеров, моделирование ситуаций, приводящих к тем или иным ошибкам в программе, выработка навыков выявления и исправления ошибок в процессе написания программы. Построение тестовых примеров для выявления ошибок в программе и сравнения эффективности различных алгоритмов.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету:

1. Линейные модели;
2. Линейное программирование;
3. Примеры линейных моделей;
4. Различные формы задач линейного программирования и их эквивалентность;
5. Проблема отыскания численного решения задачи линейного программирования;
6. Выпуклые многогранники и линейные неравенства;
7. Геометрическая интерпретация задач линейного программирования;
8. Выпуклые множества и теоремы о разделяющей гиперплоскости;
9. Многогранные выпуклые множества;
10. Структура допустимых множеств задач линейного программирования;
11. Эквивалентность двух определений выпуклого многогранного множества;
12. Линейные неравенства;
13. Сингулярное разложение матриц;
14. Сингулярные числа и сингулярные векторы;
15. Полярное разложение;
16. Выводы из сингулярного разложения;
17. Сингулярное разложение и решение систем;
18. Метод наименьших квадратов;
19. Псевдообратная матрица;
20. Наилучшие аппроксимации с понижением ранга;
21. Расстояние до множества вырожденных матриц;
22. Общий вид унитарно инвариантных норм;
23. Свойства сингулярного разложения матриц;
24. Разделение собственных значений эрмитовой матрицы;
25. Вариационные свойства собственных значений;
26. Возмущения собственных значений;
27. Соотношения разделения;
28. Критерий неотрицательной определенности;
29. Вариационные свойства сингулярных чисел;

Примеры типовых заданий для текущего контроля успеваемости.

1. Найти сингулярное разложение $(2\times n)$ матрицы $\begin{pmatrix} 1 & 1 & \dots & 1 \\ 1 & 1 & \dots & 1 \end{pmatrix}$

2. Дана квадратная матрица с нормой $\|A\|_2 \le 1$. Докажите, что существует квадратные матрицы B, C, D такие, что матрица $\begin{pmatrix} A & B \\ C & D \end{pmatrix}$ является унитарной.

3. Пусть $A = A^T \in C^{n\times n}$. Докажите, что матрица A обладает сингулярным разложением $A = V\Sigma U^*$ с дополнительным условием $U^* = V^T$.

4. Найти нормальное псевдорешение несовместной системы $\begin{cases} x_1 + x_2 + ... + x_n = 1, \\ x_1 + x_2 + ... + x_n = 0. \end{cases}$

5. Пусть A произвольная прямоугольная матрица и A^+ – ее псевдообратная матрица. Докажите что выполняются соотношения $(AA^+)^* = AA^+$, $(A^+A)^* = A^+A$, $AA^+A = A$, $A^+AA^+ = A^+$. Докажите, что A^+ – единственная матрица, удовлетворяющая этой системе уравнений.

6. Пусть $s_1 \ge s_2 \ge ... \ge s_n$ – сингулярные числа $(n\times n)$-матрицы

$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & & & 0 \\ & 1 & 2 & & \\ & & \ddots & \ddots & \\ & & & 1 & 2 \\ 0 & & & & 1 \end{pmatrix}$, Докажите, что $1 \le s_{n-1} \le ... \le s_1 \le 3$ и кроме того, $0 < s_n < 2^{-n+1}$.

7. Дана эрмитова матрица H и столбец b. Докажите неравенство

$$\left\| \begin{pmatrix} H & b \\ b^* & 0 \end{pmatrix} \right\|_2 \le \frac{\|H\|_2 + \sqrt{\|H\|_2^2 + 4\|b\|_2^2}}{2}.$$

8. Пусть $s_1 \ge s_2 \ge ... \ge s_n$ – сингулярные числа $(n\times n)$-матрицы

$A = \begin{pmatrix} 1 & a_1 & & & 0 \\ & 1 & a_2 & & \\ & & \ddots & \ddots & \\ & & & 1 & a_{n-1} \\ 0 & & & & 1 \end{pmatrix}$, $a_1 a_2 ... a_{n-1} > 0$. Докажите, что $0 < s_n < \frac{1}{a_1 a_2 ... a_{n-1}}$.

9. Пусть A_k – ведущая подматрица порядка k эрмитовой матрица A порядка n. Докажите, что если в последовательности: 1, $|A_1|$, …, $|A_n|$ нет нулей, то число перемен (совпадений) знака соседних членов равно числу отрицательных (положительных) собственных значений матрицы A.

10. Пусть $A \in C^{n\times n}$ и $f_k(A) = s_1(A) + ... + s_k(A)$. Докажите, что для любого $1 \le k \le n$ функция $f_k(A)$ является матричной нормой на $C^{n\times n}$.

11. Докажите, что для любой квадратной матрицы A наименьшее собственное значение ее эрмитовой части $H = (A + A^*)/2$ не больше наименьшего сингулярного числа матрицы A.

Для получения зачёта студент должен выполнить и сдать преподавателю полученные практические семестровые задания.

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 форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).

5.1 Основная литература:

1. Фаддеев, Д.К. Вычислительные методы линейной алгебры [Электронный ресурс] : учеб. / Д.К. Фаддеев, В.Н. Фаддеева. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2009. — 736 с. — ISBN 978-5-8114-0317-2 — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/400 — Загл. с экрана.

2. Фаддеев, Д.К. Вычислительные методы линейной алгебры [Электронный ресурс] : учеб. / Д.К. Фаддеев, В.Н. Фаддеева. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2009. — 736 с. — ISBN 978-5-8114-0317-2 — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/400 — Загл. с экрана.

3. Кострикин, А.И. Введение в алгебру : учебник / А.И. Кострикин. – Москва : МЦНМО, 2009. – Ч. 1. Основы алгебры. – 273 с. – ISBN 978-5-94057-453-8 ; То же [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=63140

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах.

5.2 Дополнительная литература:

1) Кузнецов А.В., Сакович В.А., Холод Н.И. Высшая математика. Математическое программирование. – Минск: Вышейшая школа, 1994. 345 с.
2) Прасолов В.В. Задачи и теоремы линейной алгебры. – 2-е изд. М.: Наука, 2008. – 536 с.
3) Воеводин В.В., Кузнецов Ю.А. Матрицы и вычисления [Электронный ре-сурс]. - М.: Наука, 1984. – 320 с. – URL: http://lib.mexmat.ru/books/43131
4) Ашманов С.А., Тимохов А.В. Теория оптимизации в задачах и упражнениях. — М.: Наука, 1991. – 446 с.
5) Глухов В.В., Медников М.Д., Коробко С.Б. Математические методы и модели для менеджмента. – Спб.: Изд. «Лань», 2000. 467 с.
6) Голуб Дж., Ван Лоун Ч. Матричные вычисления. – М.: Мир, 1999. – 548 с.

5.3. Периодические издания:

1) Вычислительные методы и программирование. Электронный научный журнал НИВЦ МГУ (Научно-исследовательский вычислительный центр Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова) http://num-meth.srcc.msu.ru.
2) Сибирские электронные математические известия, электронный научный журнал института математики им. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук, http://semr.math.nsc.ru/indexru.html.

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).

1. Электронно-библиотечная система Издательства «Лань» http://e.lanbook.com.
2. Список литературы по MathCAD. Образовательный математический сайт: http://www.exponenta.ru/soft/mathcad/mathcad_book.asp

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной теоретический материал, рассматриваются основные приёмы решения задач и решаются примеры практических задач.

На лабораторных занятиях студенты, решая семестровые задания, приобретают практические навыки применения компьютерных пакетов, написания и отладки программ, программной реализации алгоритмов теории аппроксимации.

Важнейшим этапом курса является самостоятельная работа по дисциплине «Дополнительные главы экономико-математических методов», во время которой студенты осуществляют проработку необходимого материала, используя литературу из основного и дополнительного списков, готовятся к текущему контролю, изучая примеры задач, рассмотренных на лекциях и на практических занятиях, и образцы программ по темам лабораторных занятий (выдаются студентам в электронном виде).

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.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю).

8.1 Перечень информационных технологий.

Освоение курса «Дополнительные главы экономико-математических методов» предполагает теоретическое изучение компьютерных технологий и проведение практических занятий с использованием компьютера.

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.

Пакет компьютерной (символьной) алгебры MATHCAD 14.

8.3 Перечень информационных справочных систем:

1. Очков В.Ф. MathCAD 14 для студентов, инженеров и конструкторов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007. – 369 с.
2. Мурашкин В. Г. Инженерные и научные расчеты в программном комплексе MathCAD: учебное пособие. – Самара: СГАСУ, 2011. – 84 с. - доступно: www.biblioclub.ru – Университетская библиотека ONLINE.
3. Список литературы по MathCAD. Образовательный математический сайт: http://www.exponenta.ru/soft/mathcad/mathcad_book.asp.

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

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

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа (302Н, 303Н, 308Н, 309Н, 505А, 507А)	Мебель: учебная мебель. Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	средство подготовки презентаций MS PowerPoint; математический пакет MathCAD
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций (301Н, 309Н, 316Н, 320Н)	Мебель: учебная мебель. Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер с доступом к сети «Интернет» и в электронную информационно-образовательную среду организации	Интернет-браузеры для просмотра сайтов в сети Интернет; средство подготовки презентаций MS PowerPoint; математический пакет MathCAD
Учебные аудитории для проведения текущей и промежуточной аттестации (301Н, 302Н, 303Н, 307Н, 308Н, 308На, 309Н, 310Н, 312Н, 314Н, 316Н, 318Н, 320Н)	Мебель: учебная мебель. Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Математический пакет MathCAD

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

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