

МИНПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
"Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого"
(ФГБОУ ВО "ТГПУ им. Л.Н. Толстого")

Вариационное исчисление и методы оптимизации

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	кафедра алгебры, математического анализа и геометрии
ОПОП	Направление 02.03.01 Математика и компьютерные науки направленность (профиль) Математические основы компьютерных наук
Квалификация	Бакалавр
Год начала подготовки	2022
Форма обучения	очная
Общая трудоемкость	7 з.е.

Виды контроля по семестрам:

экзамен 8

зачет 7

Семестр(Курс.Номер семестра на курсе)	7(4.1)		8(4.2)		Итого	
	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД
Лекции	18	18	18	18	36	36
Практические	26	26	26	26	52	52
Лабораторные	8	8	8	8	16	16
Итого ауд.	52	52	52	52	104	104
КСР	2	2	2	2	4	4
Контактная работа	54	54	54	54	108	108
Сам. работа	54	54	54	54	108	108
Часы на контроль	0	0	36	36	36	36
Практическая подготовка	0	0	0	0	0	0
Семинары	0	0	0	0	0	0
Консультации	0	0	0	0	0	0
Итого трудоемкость в часах	108	108	144	144	252	252

Программу составил(и):

к.б.н., доцент, Исаева Нина Магомедрасуловна

Рабочая программа дисциплины

Вариационное исчисление и методы оптимизации

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 02.03.01 Математика и компьютерные науки (приказ Минобрнауки России от 23.08.2017 г. № 807)

составлена на основании учебного плана:

Направление 02.03.01 Математика и компьютерные науки
направленность (профиль) Математические основы компьютерных наук
утвержденного Учёным советом вуза от 28.02.2022 протокол № 3.

РПД утверждена Учёным советом университета
протокол от 30.5.2019 г. № 6

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование у студентов систематизированных теоретических знаний в области методов оптимизации и вариационного исчисления.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:	Б1.О
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
1.	Комплексный анализ
2.	практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (в том числе педагогическая практика)
3.	Теоретическая механика
4.	Фундаментальная и компьютерная алгебра
5.	Дифференциальная геометрия и топология
6.	Корпоративные информационные системы
7.	Теория чисел и элементы криптографии
8.	Численные методы
9.	Дифференциальные и разностные уравнения
10.	технологическая (проектно-технологическая) практика
11.	Функциональный анализ
12.	Математический анализ
13.	научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
14.	Педагогика и психология
15.	Теория вероятностей и математическая статистика
16.	Философия
17.	вычислительная практика
18.	Дискретная математика и ее приложения в компьютерных науках
19.	Математическая логика и ее приложение в компьютерных науках
20.	Аналитическая геометрия
21.	Линейная алгебра
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

3. СООТНЕСЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ) С ИНДИКАТОРАМИ ДОСТИЖЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

3.1 Компетенции обучающегося и индикаторы их достижения:

ОПК-1: Способен консультировать и использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в профессиональной деятельности	
ОПК-1.2	Умеет использовать базовые знания в области математических и естественных наук в профессиональной деятельности
	умеет строить и исследовать математические модели; использовать стандартное программное обеспечение ПК, а также пакеты прикладных программ учебного назначения, необходимые для решения оптимизационных задач
ОПК-1.4	Имеет навыки выбора методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний в области математических и естественных наук
	владеет методами, применяемые для количественного обоснования принимаемых решений
УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	
УК-1.5	Определяет практические последствия предложенного решения задачи
	знает теоретические основы математических методов, применяемых для количественного обоснования управленческих решений; алгоритмы решения оптимизационных задач; основные факты современной фундаментальной математики в области вариационного исчисления
УК-2: Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	
УК-2.3	Оценивает вероятные риски и ограничения в решении поставленных задач

	знает теоретические основы математических методов, применяемых для количественного обоснования управленческих решений; алгоритмы решения оптимизационных задач; основные факты современной фундаментальной математики в области вариационного исчисления
УК-2.4	Определяет ожидаемые результаты решения поставленных задач
	умеет строить и исследовать математические модели; использовать стандартное программное обеспечение ПК, а также пакеты прикладных программ учебного назначения, необходимые для решения оптимизационных задач

3.2 Результаты обучения по дисциплине:**В результате освоения дисциплины обучающийся должен:**

	Знать:
3.1	• Теоретические основы математических методов, применяемых для количественного обоснования управленческих решений
3.2	• Алгоритмы решения оптимизационных задач
3.3	• основные факты современной фундаментальной математики в области вариационного исчисления
	Уметь:
У.1	• Строить и исследовать математические модели
У.2	• Использовать стандартное программное обеспечение ПК, а также пакеты прикладных программ учебного назначения, необходимые для решения оптимизационных задач
	Владеть:
В.1	• Методы, применяемые для количественного обоснования принимаемых решений

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература	Содержание
	Функционалы. Функциональные пространства				
1.1	Функционалы. Функциональные пространства /Лек/	7	2	Л1.1Л2.1 Л2.2	Определение функционала. Примеры функционала. Построение функционалов качества (линейных и квадратичных). Линейные нормированные пространства. Пространства $C[a,b]$, $D1[a,b]$.
1.2	Функционалы. Функциональные пространства /Пр/	7	4	Л1.1Л2.1 Л2.2	Определение функционала. Примеры функционала. Построение функционалов качества (линейных и квадратичных). Линейные нормированные пространства. Пространства $C[a,b]$, $D1[a,b]$.
1.3	Функционалы. Функциональные пространства /Лаб/	7	2	Л1.1Л2.1 Л2.2	Определение функционала. Примеры функционала. Построение функционалов качества (линейных и квадратичных). Линейные нормированные пространства. Пространства $C[a,b]$, $D1[a,b]$.
1.4	Функционалы. Функциональные пространства /Ср/	7	10	Л1.1Л2.1 Л2.2	Определение функционала. Примеры функционала. Построение функционалов качества (линейных и квадратичных). Линейные нормированные пространства. Пространства $C[a,b]$, $D1[a,b]$.
	Дифференциал функционала. Необходимые условия экстремума функционала				
2.1	Дифференциал функционала. Необходимые условия экстремума функционала /Лек/	7	4	Л1.1Л2.1 Л2.2	Определение линейного функционала. Примеры линейных функционалов. Условия обращения в ноль линейных функционалов. Необходимые условия экстремума функционала.
2.2	Дифференциал функционала. Необходимые условия экстремума функционала /Пр/	7	4	Л1.1Л2.1 Л2.2	Определение линейного функционала. Примеры линейных функционалов. Условия обращения в ноль линейных функционалов. Необходимые условия экстремума функционала.

2.3	Дифференциал функционала. Необходимые условия экстремума функционала /Лаб/	7	2	Л1.1Л2.1 Л2.2	Определение линейного функционала. Примеры линейных функционалов. Условия обращения в ноль линейных функционалов. Необходимые условия экстремума функционала.
2.4	Дифференциал функционала. Необходимые условия экстремума функционала /Ср/	7	10	Л1.1Л2.1 Л2.2	Определение линейного функционала. Примеры линейных функционалов. Условия обращения в ноль линейных функционалов. Необходимые условия экстремума функционала.
	Задачи вариационного исчисления. Уравнения Эйлера. Задача со свободными концами				
3.1	Задачи вариационного исчисления. Уравнения Эйлера. Задача со свободными концами /Лек/	7	4	Л1.1Л2.1 Л2.2	Уравнение Эйлера. Частные виды уравнения Эйлера. Примеры. Условия разрешимости задачи со свободными концами.
3.2	Задачи вариационного исчисления. Уравнения Эйлера. Задача со свободными концами /Пр/	7	6	Л1.1Л2.1 Л2.2	Уравнение Эйлера. Частные виды уравнения Эйлера. Примеры. Условия разрешимости задачи со свободными концами.
3.3	Задачи вариационного исчисления. Уравнения Эйлера. Задача со свободными концами /Лаб/	7	2	Л1.1Л2.1 Л2.2	Уравнение Эйлера. Частные виды уравнения Эйлера. Примеры. Условия разрешимости задачи со свободными концами.
3.4	Задачи вариационного исчисления. Уравнения Эйлера. Задача со свободными концами /Ср/	7	10	Л1.1Л2.1 Л2.2	Уравнение Эйлера. Частные виды уравнения Эйлера. Примеры. Условия разрешимости задачи со свободными концами.
	Изопериметрическая задача. Условный экстремум				
4.1	Изопериметрическая задача. Условный экстремум /Лек/	7	4	Л1.1Л2.1 Л2.2	Теорема о существовании экстремума функционала, заданного на множестве функций, на котором специальный функционал имеет постоянное значение. Необходимое условие экстремума функционала, определенного на множестве функций, удовлетворяющих уравнению связи. Примеры.
4.2	Изопериметрическая задача. Условный экстремум /Пр/	7	6	Л1.1Л2.1 Л2.2	Теорема о существовании экстремума функционала, заданного на множестве функций, на котором специальный функционал имеет постоянное значение. Необходимое условие экстремума функционала, определенного на множестве функций, удовлетворяющих уравнению связи. Примеры.
4.3	Изопериметрическая задача. Условный экстремум /Ср/	7	10	Л1.1Л2.1 Л2.2	Теорема о существовании экстремума функционала, заданного на множестве функций, на котором специальный функционал имеет постоянное значение. Необходимое условие экстремума функционала, определенного на множестве функций, удовлетворяющих уравнению связи. Примеры.
	Квадратичный функционал. Вторая вариация				

5.1	Квадратичный функционал. Вторая вариация /Лек/	7	4	Л1.1Л2.1 Л2.2	Определение квадратичного функционала. Положительно определенный квадратичный функционал. Формула для второй вариации. Условие Лежандра. Достаточное условие экстремума. Неравенство Коши-Буняковского.
5.2	Квадратичный функционал. Вторая вариация /Пр/	7	6	Л1.1Л2.1 Л2.2	Определение квадратичного функционала. Положительно определенный квадратичный функционал. Формула для второй вариации. Условие Лежандра. Достаточное условие экстремума. Неравенство Коши-Буняковского.
5.3	Квадратичный функционал. Вторая вариация /Лаб/	7	2	Л1.1Л2.1 Л2.2	Определение квадратичного функционала. Положительно определенный квадратичный функционал. Формула для второй вариации. Условие Лежандра. Достаточное условие экстремума. Неравенство Коши-Буняковского.
5.4	Квадратичный функционал. Вторая вариация /Ср/	7	14	Л1.1Л2.1 Л2.2	Определение квадратичного функционала. Положительно определенный квадратичный функционал. Формула для второй вариации. Условие Лежандра. Достаточное условие экстремума. Неравенство Коши-Буняковского.
	КСРС				
6.1	Контрольная работа. /КСР/	7	2		
	Линейное программирование				
7.1	Геометрический метод решения задачи линейного программирования /Лек/	8	2	Л1.1Л2.1 Л2.2	Геометрический метод решения задачи линейного программирования. Стандартная и каноническая задачи линейного программирования. Системы линейных неравенств. Геометрический метод решения систем линейных неравенств и задачи линейного программирования.
7.2	Геометрический метод решения задачи линейного программирования /Пр/	8	4	Л1.1Л2.1 Л2.2	Геометрический метод решения задачи линейного программирования. Стандартная и каноническая задачи линейного программирования. Системы линейных неравенств. Геометрический метод решения систем линейных неравенств и задачи линейного программирования.
7.3	Линейное программирование /Лаб/	8	4	Л1.1Л2.1 Л2.2	Геометрический метод решения задачи линейного программирования. Симплексный метод решения задач линейного программирования
7.4	Симплексный метод решения задач линейного программирования /Лек/	8	4	Л1.1Л2.1 Л2.2	Симплексный метод решения задач линейного программирования. Теоретические основы и связь с геометрическим методом. Симплексные таблицы. Симплексный метод решения задач
7.5	Симплексный метод решения задач линейного программирования /Пр/	8	6	Л1.1Л2.1 Л2.2	Симплексный метод решения задач линейного программирования. Теоретические основы и связь с геометрическим методом. Симплексные таблицы. Симплексный метод решения задач
7.6	Геометрический метод решения задачи линейного программирования /Ср/	8	10	Л1.1Л2.1 Л2.2	Геометрический метод решения задачи линейного программирования. Стандартная и каноническая задачи линейного программирования. Системы линейных неравенств. Геометрический метод решения систем линейных неравенств и задачи линейного программирования.
7.7	Симплексный метод решения задач линейного программирования /Ср/	8	10	Л1.1Л2.1 Л2.2	Симплексный метод решения задач линейного программирования. Теоретические основы и связь с геометрическим методом. Симплексные таблицы. Симплексный метод решения задач

	Дискретное программирование				
8.1	Транспортная задача /Лек/	8	4	Л1.1Л2.1 Л2.2	Транспортная задача. Экономико-математическая модель транспортной задачи. Критерий оптимальности базисного распределения поставок. Метод потенциалов. Распределительный метод. Открытая модель транспортной задачи.
8.2	Транспортная задача /Пр/	8	4	Л1.1Л2.1 Л2.2	Транспортная задача. Экономико-математическая модель транспортной задачи. Критерий оптимальности базисного распределения поставок. Метод потенциалов. Распределительный метод. Открытая модель транспортной задачи.
8.3	Дискретное программирование /Лаб/	8	2	Л1.1Л2.1 Л2.2	Транспортная задача. Метод ветвей и границ
8.4	Целочисленное линейное программирование /Лек/	8	2	Л1.1Л2.1 Л2.2	Целочисленное линейное программирование. Постановка задачи целочисленного программирования. Методы отсечения. Метод Гомори. Комбинаторные методы. Метод ветвей и границ.
8.5	Целочисленное линейное программирование /Пр/	8	4	Л1.1Л2.1 Л2.2	Целочисленное линейное программирование. Постановка задачи целочисленного программирования. Методы отсечения. Метод Гомори. Комбинаторные методы. Метод ветвей и границ.
8.6	Транспортная задача /Ср/	8	10	Л1.1Л2.1 Л2.2	Транспортная задача. Экономико-математическая модель транспортной задачи. Критерий оптимальности базисного распределения поставок. Метод потенциалов. Распределительный метод. Открытая модель транспортной задачи.
8.7	Целочисленное линейное программирование /Ср/	8	10	Л1.1Л2.1 Л2.2	Целочисленное линейное программирование. Постановка задачи целочисленного программирования. Методы отсечения. Метод Гомори. Комбинаторные методы. Метод ветвей и границ.
	Нелинейное программирование				
9.1	Нелинейное программирование /Лек/	8	6	Л1.1Л2.1 Л2.2	Классические методы оптимизации. Геометрические методы. Классические методы определения экстремумов. Метод множителей Лагранжа. Метод штрафных функций. Задача выпуклого программирования. Приближенное решение методами спуска и кусочно-линейной аппроксимации.
9.2	Нелинейное программирование /Пр/	8	8	Л1.1Л2.1 Л2.2	Классические методы оптимизации. Геометрические методы. Классические методы определения экстремумов. Метод множителей Лагранжа. Метод штрафных функций. Задача выпуклого программирования. Приближенное решение методами спуска и кусочно-линейной аппроксимации.
9.3	Нелинейное программирование /Лаб/	8	2	Л1.1Л2.1 Л2.2	Классические методы оптимизации. Геометрические методы. Классические методы определения экстремумов. Метод множителей Лагранжа. Метод штрафных функций. Задача выпуклого программирования. Приближенное решение методами спуска и кусочно-линейной аппроксимации.

9.4	Нелинейное программирование /Ср/	8	14	Л1.1Л2.1 Л2.2	Классические методы оптимизации. Геометрические методы. Классические методы определения экстремумов. Метод множителей Лагранжа. Метод штрафных функций. Задача выпуклого программирования. Приближенное решение методами спуска и кусочно-линейной аппроксимации.
	КСРС				
10.1	Контрольная работа. /КСР/	8	2		

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

5.1. Типовые задания для проведения текущего контроля

Решите геометрическим методом задачу линейного программирования.
Решите симплексным методом задачу линейного программирования.
Составьте задачу, двойственную данной. Найдите решения обеих.
Решите транспортную задачу.
Решите задачу целочисленного линейного программирования методом ветвей и границ.
Найдите условный экстремум с помощью функции.

5.2. Типовые задания для проведения промежуточной аттестации

вопросы к экзамену

1. Общая постановка задачи линейного программирования. Основные понятия.
2. Геометрический метод решения задачи линейного программирования.
3. Симплекс-метод.
4. Осевое преобразование. Симплексные таблицы.
5. Двойственные задачи. Их свойства. Первая и вторая теоремы двойственности.
6. Экономико-математическая модель транспортной задачи. Критерий оптимальности базисного распределения поставок. Метод потенциалов.
7. Постановка задачи целочисленного программирования. Методы отсечения. Метод Гомори. Метод ветвей и границ.
8. Графы; плоские графы; эйлеровы графы; гамильтоновы графы.
9. Задачи на графах.
10. Сетевой график комплекса работ. Оптимизация.
11. Нелинейное программирование. Классические методы оптимизации.
12. Выпуклое программирование. Основные методы решения задач выпуклого программирования.
13. Определение функционала. Примеры функционала.
14. Определение линейного функционала. Примеры линейных функционалов.
15. Необходимые условия экстремума функционала.
16. Уравнение Эйлера. Частные виды уравнения Эйлера. Примеры.
17. Теорема о существовании экстремума функционала, заданного на множестве функций, на котором специальный функционал имеет постоянное значение.
18. Определение квадратичного функционала.
19. Условие Лежандра. Достаточное условие экстремума.
20. Неравенство Коши-Буняковского

5.3. Перечень видов оценочных средств

Контрольная работа
Индивидуальные задания
Зачет
Экзамен

5.4. Процедура применения оценочных материалов

Итоговая рейтинговая оценка по дисциплине «Вариационное исчисление и исследование операций» складывается из следующих составляющих:

- 1) За каждый укрупненный блок тем студент может максимально получить количество баллов, которые включают в себя: выполнение заданий для самостоятельной работы - до 2 баллов; устный ответ и (или) выполнение проверочной работы - до 3 баллов.
- 2) Обязательной формой текущей аттестации знаний является срезовая контрольная работа. Максимальная оценка на срезовой контрольной работе может составить 10 баллов.
- 3) Студентам, желающим повысить свой рейтинг, предлагаются задания повышенной сложности (творческие задания), которые максимально могут быть оценены в 10 баллов.
- 4) На зачете ответ студента может быть максимально оценен в 30 баллов. Из них 10 баллов могут быть получены на тестировании и 20 баллов за ответ по билету.
Шкала перевода баллов в оценку: до 40 - «незачтено»; 41-60 –«зачтено».
- 5) На экзамене ответ студента может быть максимально оценен в 30 баллов. Из них 10 баллов могут быть получены на

тестировании и 20 баллов за ответ по билету.
Шкала перевода баллов в оценку: до 40 - «неудовл.»; 41-60 – «удовл», 61-80 - "хорошо", 81 и выше - "отлично".

Промежуточная аттестация может проводиться с применением электронного обучения и (или) дистанционных образовательных технологий в соответствии с «Порядком проведения промежуточной аттестации с применением электронного обучения и /или дистанционных образовательных технологий».

Проведение экзамена с применением дистанционных образовательных технологий может проходить по следующим процедурам:

в форме устного собеседования преподавателя со студентом по предложенным вопросам к экзамену (без предварительной подготовки к конкретному вопросу в период проведения экзамена),

в виде решения обучающимся уникального кейс-задания,

в виде защиты индивидуального учебного проекта;

в виде решения обучающимися экзаменационных тестовых заданий (с ограничением по времени выполнения);

в виде электронного портфолио обучающегося.электронного обучения и /или дистанционных образовательных технологий».

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год (кол-во экземпляров для печатных изданий)	Ссылка на электронное издание
Л1.1	Крутиков В. Н.	Методы оптимизации: учебное пособие	, 2011	http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232682

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год (кол-во экземпляров для печатных изданий)	Ссылка на электронное издание
Л2.1	Балдин К. В.	Математические методы и модели в экономике: учебник	Москва: Издательство «Флинта», 2012	http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view&book_id=103331
Л2.2	Гладких Б. А.	Методы оптимизации и исследование операций для бакалавров информатики: учебное пособие	Томск: Издательство "НТЛ", 2011	http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=200917

6.3. Информационные технологии

6.3.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

1.	Операционная система ROSA Enterprise Linux Desktop № RL00450-1-110518-01. RL00450-1-110518-17 от 11 мая 2018 г.
2.	Операционная система Microsoft Windows XP Professional Russian. Лицензия № 16698685 от 08.08.2003 г.
3.	Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian. Лицензия №48497058 от 13.05.2011 г., договор № Пр/16/6 от 05 апреля 2016 г.
4.	Программное обеспечение Microsoft Office Enterprise 2007 Russian. Лицензия №46138962 от 16.11.2009
5.	Операционная система Microsoft Windows 10 Professional Russian. Контракт № ПР/ФЕН/15/18 от 23.10.2015 г., договор № Пр/16/6 от 05 апреля 2016 г.
6.	Программное обеспечение Microsoft Office 2013 Professional. Контракт № 405535 от 2 ноября 2015 года, контракт № ПР/ФЕН/15/18 от 23.10.2015 г.
7.	Программа для распознавания текста ABBYY FineReader 9.0 Corporate Edition. Лицензионный сертификат - код позиции AF90-3U1V25-102, ABBYY FineReader 9.0 Corporate Edition Volume License Concurrent от 28 июля 2009 г.
8.	Электронный словарь ABBYY Lingvo X3 Европейская версия - Код позиции AL14-2U1V05-102, ABBYY Lingvo x3 Европейская версия. Именная лицензия Concurrent от 28 июля 2009 г.
9.	Комплексная система антивирусной защиты Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – стандартный Russian Edition. 500-999 Node 2 year Educational Renewal License. Лицензия № 13C8-190514-084943-783-1256 от 15.05.2019
10.	Браузеры Google Chrome, Mozilla, Opera. Свободно распространяемое ПО
11.	Файловый архиватор 7z. Свободно распространяемое ПО
12.	Текстовый редактор NotePad++. Свободно распространяемое ПО
13.	Инструмент для очистки и оптимизации операционных систем Microsoft Windows C Cleaner. Свободно распространяемое ПО

14.	Программа для записи видео и потокового вещания Open Broadcaster Software. Свободно распространяемое ПО
15.	Пакет офисных приложений Apache OpenOffice 4.1.6. Свободно распространяемое ПО
16.	Программа просмотра файлов формата RPD Adobe Acrobat Reader DC. Свободно распространяемое ПО
17.	Среда выполнения Adobe Flash Player. Свободно распространяемое ПО
18.	ПО интерактивной доски Elite Panaboard. Свободно распространяемое ПО
19.	Файловый менеджер Far manager. Свободно распространяемое ПО
20.	Система Интернет-телефонии Skype. Свободно распространяемое ПО
21.	Система облачного хранилища Dropbox. Свободно распространяемое ПО
22.	Редактор диаграмм, схем, блок-схем, UML-схем Dia 0.97.2. Свободно распространяемое ПО
23.	Оболочка программирования Code: Blocks 17.12. Свободно распространяемое ПО
24.	Среда программирования и набор инструментов для программирования. MinGW 0.6.3 Свободно распространяемое ПО

6.3.2 Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

1.	Компьютерная информационно-правовая система «Гарант»
2.	Портал «Информационно-коммуникационные технологии в образовании» (http://www.ict.edu.ru)
3.	Web of Science Core Collection – политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных (http://webofscience.com)

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Ауд.	Назначение	Оборудование и технические средства обучения	Вид
4-303	Помещение для самостоятельной работы	аудиоколонки, кондиционер, маркерная доска, столы компьютерные, столы учебные, компьютерная техника с возможностью подключения сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета	Ср
4-319	Учебная аудитория	доска учебная, стол преподавателя, столы учебные, стул преподавателя	Пр
4-338	Учебная аудитория	аудиоколонки, доска учебная, кондиционер, проектор, сабвуфер, стол преподавателя, столы учебные, стул преподавателя, экран настенный	Лек
4-318	Компьютерный класс	компьютеры, маркерная доска, серверная стойка лаборатории МТС, стол преподавателя, столы компьютерные, столы учебный большой	Лаб
4-319	Учебная аудитория	доска учебная, стол преподавателя, столы учебные, стул преподавателя	Зачёт

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дисциплина «Вариационное исчисление и исследование операций» направлена на формирование у студентов готовности к успешному изучению других прикладных математических дисциплин. Для этого даются начальные представления о таких понятиях, как математическое моделирование, являющееся инструментом для получения прикладных математических знаний; оптимизационные модели, многокритериальная оптимизация. Студенты знакомятся с различными методами математического программирования, видами оптимизационных моделей, используемых в различных прикладных математических дисциплинах. В результате изучения дисциплины должно быть сформировано представление о моделях, широко используемых в математике и приложениях.

Для успешного освоения дисциплины следует использовать пособия [1] списка основной литературы и пособие [1] списка дополнительной литературы, в которых дается необходимая теория, приводятся методы решения типовых задач. Для более глубокого изучения материала используется другая литература из приведенного списка.