

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ребковец Ольга Александровна
Должность: И.о. ректора
Дата подписания: 01.11.2023 15:56:57
Уникальный программный ключ:
e789ec8739030382afc5ebff702928ad11a15c0

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Камчатский государственный университет имени Витуса Беринга»

Рассмотрено и утверждено на заседании
кафедры математики и физики
14 мая 2022 г., протокол №9
Зав. кафедрой _____ И.А. Кашутина

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (КУРСА, МОДУЛЯ)

Б1.О.13 Методы оптимизации.

(шифр и наименование учебной дисциплины (курса, модуля))

Направление подготовки (специальность):

01.03.02 Прикладная математика и информатика

(код и наименование направления подготовки (специальности))

Профиль подготовки: общий профиль

(наименование профиля)

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Курс 4 **Семестр** 7

Зачет с оценкой: 7 семестр

Год набора 2022

Петропавловск-Камчатский
2022 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10.01.2018 года № 9.

Разработчик(и):

Доцент кафедры математики и физики

(должность, кафедра)

Л.К. Фещенко

(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

- 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**
- 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО**
- 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**
- 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**
- 5. ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ**
- 6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА**
- 7. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ НА ЗАЧЕТ (ЗАЧЕТ, ЭКЗАМЕН)**
- 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**
- 9. ФОРМЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТА**
- 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА**

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является овладение основными понятиями методов оптимизации, теории игр и исследований операций как самостоятельного раздела математики; современное развитие методов оптимизации и их связь с другими областями математики, выработка системы представлений о методах теории игр и исследования операций для решения ряда задач в своей профессиональной деятельности. Накопление студентами опыта по использованию методов оптимизации и теории игр для решения задач, необходимых для успешной профессиональной деятельности в будущем.

В результате изучения дисциплины студент должен

Предшествующими дисциплинами является курсы математического и функционального анализа.

Задачи освоения дисциплины:

- знание основ методов оптимизации, теории игр и исследования операций, наиболее распространенные методы решения задач;
- умение применения математических методов с использованием различных программных средств;
- развитие математической культуры будущего преподавателя математики;
- умение решать задачи с использованием методов оптимизации и теории игр;
- применение знаний основных структур методов оптимизации и теории игр для решения задач с использованием математических методов;
- использование современных компьютерных технологий в процессе решения прикладных задач.

2. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Данная дисциплина относится к блоку Б1 дисциплины базовой части для академического бакалавриата. В результате изучения базовой части цикла обучающийся должен знать и применять на практике основные методы математического, комплексного, функционального анализа; уметь понимать и применять на практике компьютерные технологии для решения различных задач; владеть навыками решения практических задач. Изучение математического анализа существенно опирается на понятия и факты школьного курса математики. Изучение дисциплины дает математическую базу для изучения таких дисциплин как: комплексный анализ, дифференциальные уравнения и др.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции

Теоретически и практические основы профессиональной деятельности	ОПК-3. Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности	ОПК-3.1. Знает классические математические модели, применяемые в различных областях человеческой деятельности. ОПК-3.2. Умеет модифицировать классические математические модели для решения конкретных задач профессиональной деятельности. ОПК-3.3. Имеет опыт применения методов математического моделирования для решения конкретных задач профессиональной деятельности.
--	--	--

4. Содержание дисциплины

- Введение в исследование операций и методы оптимизаций
- Методы оптимизации без ограничений
- Методы оптимизации с ограничениями
- Численные методы решения задач одномерной оптимизации
- Методы прямого поиска (метод Фибоначчи)
- Метод Ньютона в одномерной оптимизации
- Метод Давидона-Флетчера-Пауэлла
- Метод квадратичных функций
- Методы поиска. Модифицированный метод Хука-Дживса
- Метод штрафных функции
- Метод аппроксимации кривыми
- Градиентные методы. Метод наискорейшего спуска
- Последовательная оптимизация без ограничений
- Основные понятия теории игр
- Классификация игр. Постановка задач
- Матричные игры
- Методы решения матричных игр
- Метод итераций для решения матричных игр
- Непрерывные игры
- Программы решения задач линейного программирования
- Математические пакет решения задач одномерной оптимизации
- Комплексы программ решения транспортной задачи

5. Тематическое планирование

№	Наименование модуля	Модули дисциплины				
		Лекции	Практики/ семинары	Лабораторные	Сам. работа	Всего, часов
1	Методы оптимизации. Теория игр и исследование операций	20	44	0	80	144

Тематический план Модуль 1

№ темы	Тема	Кол-во часов	Компетенции по теме
	Лекции		
1	Введение в исследование операций и методы оптимизаций	2	ОПК-3
2	Методы оптимизации без ограничений	4	ОПК-3
3	Методы оптимизации с ограничениями	2	ОПК-3
4	Численные методы решения задач одномерной оптимизации	4	ОПК-3
5	Методы прямого поиска (метод Фибоначчи)	4	ОПК-3
6	Матричные игры	4	ОПК-3
	Практические занятия (семинары)		
1	Метод Ньютона в одномерной оптимизации	2	ОПК-3
2	Метод Давидона-Флетчера-Пауэлла	2	ОПК-3
3	Метод квадратичных функций	2	ОПК-3
4	Методы поиска. Модифицированный метод Хука-Дживса	4	ОПК-3
5	Метод штрафных функции	2	ОПК-3
6	Метод аппроксимации кривыми	2	ОПК-3
7	Градиентные методы. Метод наискорейшего спуска	2	ОПК-3
8	Последовательная оптимизация без ограничений	4	ОПК-3
9	Основные понятия теории игр	4	ОПК-3
10	Классификация игр. Постановка задач	4	ОПК-3
11	Матричные игры	4	ОПК-3
12	Методы решения матричных игр	4	ОПК-3
13	Метод итераций для решения матричных игр	4	ОПК-3
14	Непрерывные игры	4	ОПК-3
	Самостоятельная работа		
1	Программы решения задач линейного программирования	30	ОПК-3
1	Математические пакеты решения задач одномерной оптимизации	30	ОПК-3

1	Комплексы программ решения транспортной задачи	20	ОПК-3
---	--	----	-------

6. Самостоятельная работа

Самостоятельная работа включает две составные части: аудиторная самостоятельная работа и внеаудиторная.

Самостоятельная аудиторная работа включает выступление по вопросам семинарских занятий, выполнение практических заданий (*при наличии*).

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов заключается в следующих формах:

- изучение литературы; осмысление изучаемой литературы;
- работа в информационно-справочных системах;
- аналитическая обработка текста (конспектирование, реферирование);
- составление плана и тезисов ответа в процессе подготовки к занятию;
- решение необходимых задач;
- подготовка сообщений по вопросам семинарских занятий.

6.1. Планы семинарских занятий

При проведении занятий используются два базовых задачника:

- Сборник задач по математике. Под ред А.В.Ефимова, т.4. – М.: Наука, 1990.- 304 с.
- Н.М.Гюнтер, Р.О.Кузьмин. Сборник задач по высшей математике. Т. 3. М.-Л.: ГИТТЛ, 1951.- 268 с.
- М.А.Краснов, Г.И.Макаренко, А.И.Киселев. Вариационное исчисление. Задачи и упражнения. М.: Наука, 1973.-188 с.

Для каждого практического занятия определены задания для аудиторной (литера А) и самостоятельной работы (литера С).

Содержание занятий

Раздел 1.

Занятие 1.1 Оптимизация функции одного переменного.

А) №№ 16.1-16.21 нечетные из [1].

С) №№ 16.2-16.26 четные из [1].

Занятие 1.2 Оптимизация функции одного переменного.

А) №№ 16.23, 16.25, 16.27, 16. 41, 16.45 из [1].

С) №№ 16.24, 16.26, 16. 42, 16. 44 из [1].

Занятие 1.3 Оптимизация функции нескольких переменных.

А) №№ 16.91, 16.101, 16.121, 16.131, 16.133, 16.135 из [1].

С) №№ 16.95, 16.105, 16.120, 16.122, 16.134 из [1].

Занятие 1.4 Оптимизация функции нескольких переменных.

А) №№ 16.137-16.143 нечетные из [1].

С) №№ 16.136-16.144 четные из [1].

Занятие 1.5 Метод Фибоначчи. Метод золотого сечения.

А) №№ 16.49-16.61 нечетные из [1].

С) №№ 16.50-16.60 четные из [1].

Занятие 1.6 Метод покоординатного спуска.

А) №№ 16.117, 16.119 из [1].

С) №№ 16.118, 16.120 из [1].

Занятие 1.7 Метод градиентного спуска.

А) №№ 16.117, 16.119 из [1].

С) №№ 16.118, 16.120 из [1].

Занятие 1.8 Метод наискорейшего спуска.

А) №№ 16.129-16.135 нечетные из [1].

С) №№ 16.130-16.136 четные из [1].

Занятие 1.9 Контрольная работа №1.

Раздел 2.

Занятие 2.1 Вариация функции и ее свойства.

А) №№ 46-58 из [3].

С) №№ 16.376-16.386 четные из [1].

Занятие 2.2 Уравнения Эйлера..

А) №№ 71-80 из [3].

С) №№ 16.388-16.398 из [1].

Занятие 2.3 Уравнения Эйлера..

А) №№ 81-90 из [3].

С) №№ 16.401-16.411 нечетные из [1].

Занятие 2.4 Уравнения Эйлера..

А) №№ 99-108 из [3].

С) №№ 16.413-16.419 нечетные из [1].

Занятие 2.5 Условия трансверсальности.

А) №№ 172-180 из [3].

С) №№ 16.421-16.427 нечетные из [1].

Занятие 2.6 Экстремали с угловыми точками.

А) №№ 185-190 из [3].

С) №№ 16.439-16.445 нечетные из [1].

Занятие 2.7 . Преломление экстремалей. Односторонние вариации.

А) №№ 191-192 из (3), 1184-1192 из [2].

С) №№ 193-1198 из [2].

Занятие 2.8 Достаточные условия. Признаки Вейерштрасса и Лежандра..

А) №№ 135, 143, 146, 148, 156, 164 из [3].

С) №№ 142, 154, 165 из [3].

Занятие 2.9 Прямые методы.

А) №№ 217, 218, 219, 221, из [3].

С) №№ 16.456, 16.457 из [1].

6.2 Внеаудиторная самостоятельная работа

Самостоятельная работа студентов по изучению дисциплины «Методы оптимизации. Теория игр и исследование операций» предусматривает следующие виды деятельности студентов:

Задания для самостоятельной работы

Расчетно-графическое задание № 1

Расчетно-графическое задание выполняется в тетради или на листах формата А4.

Численные расчеты производятся с применением любого, известного студенту, математического пакета (Excel, Maple, Matlab и т.д.) или вручную. Распечатки или результаты расчетов должны быть приведены.

Номер задания выбирается в соответствии с номером записи фамилии студента в учетной ведомости деканата.

Расчетно-графическое задание должно быть сдано для проверки не позднее 16 недели семестра.

Задание 1 Найти точки экстремума и установить его характер. Затем проверить найденное решение методами покоординатного и градиентного спусков. Провести сравнительный анализ методов.

1. $F(x, y, z) = 3x^2 + 2xz + 12y^2 + 3yz + 4z^2 - 2x - 3y - 4z.$
2. $F(x, y, z) = 2x^2 + 3xz + 13y^2 + 4yz + 3z^2 - 4x - 5y - 5z.$
3. $F(x, y, z) = 4x^2 + 4xz + 10y^2 - 3yz + 2z^2 - 6x - 7y - 6z.$
4. $F(x, y, z) = 5x^2 + 5xz + 12y^2 + 5yz + 10z^2 - 7x - 9y - 7z.$
5. $F(x, y, z) = 6x^2 + 6xz + 13y^2 + 3yz + 13z^2 - 2x - 3y - 9z.$
6. $F(x, y, z) = 8x^2 + 7xz + 14y^2 + 36z + 15z^2 - x - y - 5z.$
7. $F(x, y, z) = x^2 + 21xz + 19y^2 + 7yz + 14z^2 - 3x - 3y - 4z.$
8. $F(x, y, z) = 12x^2 - 8xz + y^2 + 3yz + 17z^2 - 2x - 12y - 8z.$
9. $F(x, y, z) = 31x^2 + 9xz + 16y^2 + 8yz + 4z^2 - 5x - 15y - 4z.$
10. $F(x, y, z) = 2x^2 + 2xz + 15y^2 + 3yz + 3z^2 - 7x - 3y - 12z.$
11. $F(x, y, z) = 4x^2 + 2xz + 16y^2 + 9yz + 23z^2 - 2x - 4y - 14z.$
12. $F(x, y, z) = 5x^2 + 2xz + 12y^2 + 10yz + 24z^2 - 4x - 3y - 3z.$
13. $F(x, y, z) = 6x^2 + 2xz + 21y^2 + 11yz + 4z^2 - 2x - 21y - 9z.$
14. $F(x, y, z) = 7x^2 + 2xz + 14y^2 + 3yz + 4z^2 - 7x - y - 8z.$
15. $F(x, y, z) = 8x^2 + 2xz + 15y^2 + 12yz + 4z^2 - 12x - 7y - 9z.$
16. $F(x, y, z) = 9x^2 + 2xz + 16y^2 + 3yz + 14z^2 - 2x - 3y - 4z.$
17. $F(x, y, z) = 2x^2 + 3xz + 17y^2 + 13yz + 4z^2 - 12x - 6y - 6z.$
18. $F(x, y, z) = 3x^2 + 4xz + 58y^2 + 4yz + 14z^2 - 21x - 3y - 4z.$
19. $F(x, y, z) = 21x^2 + 4xz + 9y^2 + 15yz + 24z^2 - 22x - 5y - 14z.$
20. $F(x, y, z) = 32x^2 + 2xz + 10y^2 + 3yz + 14z^2 - 25x - 4y - 4z.$
21. $F(x, y, z) = 341x^2 + 2xz + 11y^2 + 16yz + 24z^2 - 27x - 3y - 4z.$
22. $F(x, y, z) = 31x^2 + 5xz + y^2 + 12yz + 16z^2 - 12x - y - 4z.$
23. $F(x, y, z) = 124x^2 + 3xz + y^2 + 3yz + 17z^2 - 12x - 3y - 21z.$
24. $F(x, y, z) = 54x^2 + 7xz + 12y^2 + 4yz + 24z^2 - 6x - 3y - z.$
25. $F(x, y, z) = 27x^2 + 9xz + 33y^2 + 5yz + 44z^2 - 7x - y - 4z.$

Задание 2. Методом покоординатного спуска найти точку минимума с погрешностью = 0,001.

1. $F(x, y) = x^4 + 4xy + y^6 - 2x^2 - y +$
2. $F(x, y) = x^4 + x^2y^4 + 4y^6 - 12x^2 - y$
3. $F(x, y) = 8x^4 + xy^2 + y^6 - 2x - y + 12$
4. $F(x, y) = x^4 + xy + y^6 - \exp(-x^2 - y^2)$
5. $F(x, y) = x^4 + (x-2y)^2 + y^6 - \exp(-3x^2 - y^2)$
6. $F(x, y) = 10x^4 + xy + y^6 - 12\exp(-x^2 - y^2)$
7. $F(x, y) = 3x^4 + y^6 - \exp(-x^2 - y^2) - y + 2$
8. $F(x, y) = 4x^4 + 4x + y^6 - \exp(-x^2 - 3y^2)$

9. $F(x, y) = 5x^4 + 4y + \exp(-x^2 - y^2) - 2x^2$
10. $F(x, y) = 7x^4 + 16y^6 - 2x^2 - \exp(-4x^2 - y^2)$
11. $F(x, y) = 8x^4 + 4xy + y^6 - 2x^2 -$
12. $F(x, y) = 13x^4 + y^6 - 2x^2 - y + 2$
13. $F(x, y) = 11x^4 + 4xy + y^6 - 22$
14. $F(x, y) = 21x^4 + 4xy - 2x^2 - y + 12$
15. $F(x, y) = 15x^4 + y^6 - 2x^2 - y + 32$
16. $F(x, y) = 41x^4 - y + 12$
17. $F(x, y) = 6x^4 + 4xy + y^6 - 12$
18. $F(x, y) = 4xy + y^6 - 2x^2 - y + 12$
19. $F(x, y) = 22x^4 + 4xy + y^6 - 12$
20. $F(x, y) = 9x^4 + xy + y^6 - 2x^2 -$
21. $F(x, y) = 8x^4 + 4xy + y^6$
22. $F(x, y) = 7x^4 + y^6 - 2x^2$
23. $F(x, y) = 4xy +$
24. $F(x, y) = y^6 - 2x^2 - y + 12$
25. $F(x, y) = 4x^4 +$

Задание 3. Методом штрафных функций найти наибольшее значение функции в области с погрешностью $\epsilon = 0.005$. Для реализации метода применить метод покоординатного спуска.

1. $F(x, y) = x^4 + x^2y^4 + 4y^6 - 12x^2 - y$ в круге $x^2 + y^2 \leq 6$.
2. $F(x, y) = x^4 + x^2y^4 + 4y^6 - 12x^2 - y$ в единичном круге с центром в точке $(2, 3)$.
3. $F(x, y) = 8x^4 + 4xy^2 + y^6 - 2x - y + 12$ в круге с центром в точке $(1, -1)$ радиуса 7.
4. $F(x, y) = x^4 + 4xy + y^6 - \exp(-x^2 - y^2)$ в области .
5. $F(x, y) = x^4 + (x - 2y)^2 + y^6 - \exp(-3x^2 - y^2)$ в области .
6. $F(x, y) = 10x^4 + xy + y^6 - 12\exp(-x^2 - y^2)$ в области $0(x, y)1$.
7. $F(x, y) = 3x^4 + y^6 - \exp(-x^2 - y^2) - y + 2$ в симплексе $x \geq 0, y \geq 0, x + y \leq 1$.
8. $F(x, y) = 4x^4 + 4x + y^6 - \exp(-x^2 - 3y^2)$ в области
9. $F(x, y) = 5x^4 + 4y + \exp(-x^2 - y^2) - 2x^2$ внутри области: $y \geq 0, y \leq 1 - x^2$.
10. $F(x, y) = 7x^4 + 16y^6 - 2x^2 - \exp(-4x^2 - y^2)$ внутри области: $y \geq -2, y \leq 1 - 4x^2$.
11. $F(x, y) = 10x^4 + 16y^6 - \exp(-4x^2 - y^2)$ в области $0(x, y)4$.
12. $F(x, y) = x^4 + 8xy + y^6 - 12\exp(-x^2 - y^2)$ в области $0(x, y)15$.
13. $F(x, y) = x^4 + y^6 - \exp(-x^2 - y^2) - y + 2$ в симплексе $x \geq 0, y \geq 0, x + y \leq 16$.
14. $F(x, y) = 3x^4 - 4y^6 - \exp(-2x^2 - y^2) - y + 2$ в треугольнике $x \geq -2, y \geq -3, x + y \leq 1$.
15. $F(x, y) = x^4 + (x - 2y)^2 + y^6 - \exp(-3x^2 - y^2)$ внутри области $2x^2 + 4y^4 \leq 32$.
16. $F(x, y) = x^4 + 6x^2y^4 + 4y^6 - 12x^2 - y$ в круге $2x^2 + 3y^2 \leq 36$.
17. $F(x, y) = x^4 + 4xy + y^6 - \exp(-x^2 - y^2)$ в области .
18. $F(x, y) = 4x^4 + 4x + y^6 - \exp(-x^2 - 3y^2)$ в области симплексе $x \geq 0, y \geq 0, x + y \leq 16$.
19. $F(x, y) = x^4 + 8xy + y^6 - 12\exp(-x^2 - y^2)$ в области $y \geq -2, y \leq 1 - 4x^2$.
20. $F(x, y) = x^4 + 4xy + y^6 - 7\exp(-x^2 - y^2)$ в области $2x^2 + 4y^4 \leq 16$.
21. $F(x, y) = 5x^4 + (x - 2y)^2 + y^6 - \exp(-3x^2 - 2y^2)$ внутри области $x \geq -5, y \geq -10, x + y \leq 10$.
22. $2x^4 + 7y^6 - 2x^2 - 25\exp(-4x^2 - y^2)$ внутри области: .
23. $F(x, y) = 5x^4 + (x - 2y)^2 + y^8 - \exp(-3x^2 - 2y^4)$ внутри эллипса .
24. $F(x, y) = 8x^4 + 4xy + y^6 - 2x^2 -$ в области

$y-2, y1-4x^2$.

25. $F(x, y) = 8x^4 + 4xy + y^6$ в единичном круге с центром в точке $(-2, 3)$.

Экзамены согласно расписанию деканата.

7. Перечень вопросов на дифференцированный зачет

- Оптимизация функции одного переменного.
- Необходимые и достаточные условия экстремума.
- Общая характеристическая теорема.
- Необходимые условия экстремума функции нескольких переменных.
- Достаточные условия второго порядка. Матрица Гессе.
- Условная оптимизация при наличии ограничений типа равенств.
- Метод множителей Лагранжа.
- Одномерная оптимизация. Метод Фибоначчи.
- Метод золотого сечения.
- Метод покоординатного спуска.
- Метод Хука и Дживса.
- Метод градиентного спуска.
- Метод наискорейшего спуска.
- Метод сопряженных градиентов.
- Элементы выпуклого анализа. Выпуклые множества. Выпуклые функции. Критерии выпуклости.
- Дифференцируемость выпуклых функций.
- Субградиент и его свойства.
- Метод штрафных функций. Сходимость метода штрафных функций.
- Метод проекции градиента.
- Метод условного градиента.
- Вариация функции и ее свойства.
- Уравнения Эйлера.
- Основная лемма вариационного исчисления.
- Уравнения Эйлера для функционалов, зависящих от функций нескольких переменных.
- Функционалы, зависящие от производных высших порядков и условия их экстремума.
- Экстремумы функционалов, зависящих от функций нескольких переменных.
- Параметрические задачи.
- Задачи с подвижными границами.
- Условия трансверсальности.
- Экстремали с угловыми точками.
- Преломление экстремалей.
- Односторонние вариации.
- Поле экстремалей. Уравнение Якоби.
- Функция Вейерштрасса. Условие Вейерштрасса.
- Условие Лежандра.
- Вариационные задачи на условный экстремум. Неголономные и голономные связи.
- Метод Эйлера.
- Метод Ритца.
- Метод Канторовича.

- Постановка задач оптимального управления. Задача Майера.
- Игольчатая вариация.
- Принцип максимума Понтрягина.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение

8.1. Основная учебная литература:

1. Сухарев А.Г., Тимохов А.В., Федоров В.В. Курс методов оптимизации. М., Наука, 1986. –с 326.
2. Эльсгольц Л.Э. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление. М., Наука, 1969. –с 424.
3. Цлаф Л.Я. Вариационное исчисление и интегральные уравнения. М., Наука, 1966. –с 176.
4. Р. Беллман, Динамическое программирование, М.,ИЛ, 1960, с. 296.
5. В.Г.Болтянский. Математические методы оптимального управления. М., Наука, 1969, с. 390.

8.2. Дополнительная учебная литература:

1. Лаврентьев М.А., Люстерник Л.А. Курс вариационного исчисления. М.-Л. ГОНТИ, 1938. –с 192.
2. Р.Беллман, С.Дрейфус. Прикладные задачи динамического программирования. М., Наука, 1965, с. 218.
3. С.И.Злочевский, Н.Х.Розов. Метод динамического программирования. Основы теории оптимального управления, М. Наука, 1973, с. 186.

9. Формы и критерии оценивания учебной деятельности студента

Приводятся виды текущего контроля и критерии оценивания учебной деятельности по каждому ее виду по семестрам, согласно которым происходит начисление соответствующих баллов.

4 семестр

Лекции

0 баллов	Посещение 0%
0,25 баллов	Посещение более 25% и менее 50% занятий
0,5 баллов	Посещение более 50% и менее 75% занятий
0,75 баллов	Посещение более 75% и менее 100% занятий
1 баллов	Посещение 100% занятий

Лабораторные занятия

0 баллов	Выполнение 0%
0,125 баллов	Выполнение более 25% и менее 50% заданий
0,25 баллов	Посещение более 50% и менее 75% заданий
0,375 баллов	Выполнение более 75% и менее 100% заданий
0,5 баллов	Выполнение 100% заданий

Практические занятия

0 баллов	Выполнение 0%
0,125 баллов	Выполнение более 25% и менее 50% заданий

0,25 баллов	Выполнение более 50% и менее 75% заданий
0,375 баллов	Выполнение более 75% и менее 100% заданий
0,5 баллов	Выполнение 100% заданий

Самостоятельная работа

0 баллов	Выполнение 0%
0,25 баллов	Выполнение более 25% и менее 50% заданий
0,5 баллов	Выполнение более 50% и менее 75% заданий
0,75 баллов	Выполнение более 75% и менее 100% заданий
1 баллов	Выполнение 100% заданий

Автоматизированное тестирование

отсутствует

Другие виды учебной деятельности

отсутствует

Промежуточная аттестация

Отсутствует

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 4 семестр по дисциплине Б1ВОД5 Исследование операций и методы оптимизации составляет "Лекции"*1 + "Лабораторные занятия"*0+ "Практические занятия"*0,5+"Самостоятельная работа"*1, что составляет 2,5 балла, то есть 2 ЗЕТ.

Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов дисциплине Б1ВОД5 Исследование операций и методы оптимизации в оценку (зачет):

ЗЕТ/2 баллов и более	«зачтено» (при недифференцированной оценке)
меньше ЗЕТ/2 баллов	«не зачтено»

Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине Б1ВОД5 Исследование операций и методы оптимизации в оценку (экзамен):

[3/4*ЗЕТ;ЗЕТ) баллов	«отлично»
[1/2*ЗЕТ;3/4*ЗЕТ) баллов	«хорошо»
[1/4*ЗЕТ;1/2*ЗЕТ) баллов	«удовлетворительно»
[0*ЗЕТ;1/4*ЗЕТ) баллов	«не удовлетворительно»

Критерии оценивания уровня сформированности компетенций и оценки уровня успеваемости обучающегося

Текущий контроль

Уровень	Уровень	Критерии оценивания отдельных видов работ обучающихся
---------	---------	---

сформированности компетенции	освоения модулей дисциплины (оценка)	Устный/письменный опрос	Отчет по лабораторной/практической работе	Выполнение заданий самостоятельной работы
Высокий	Отлично	Обучающийся ответил на все вопросы и продемонстрировал полноту знаний по изучаемому материалу	Содержит все задания практической (лабораторной) работы, оформлен в соответствии с требованиями	Студент безошибочно ответил на все основные вопросы, а также продемонстрировал свободное владение материалом при ответе на дополнительные вопросы; работа выполнена в полном объеме и в точном соответствии с требованиями; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач, сформулированных в задании
Базовый	Хорошо	Обучающийся ответил на большую часть вопросов и продемонстрировал понимание изучаемого материала	Содержит большинство заданий практической (лабораторной) работы, оформлен в соответствии с требованиями	Студент безошибочно ответил на основные вопросы, но не точно или не в полном объеме раскрыл дополнительные вопросы; работа выполнена в полном объеме и в точном соответствии с требованиями; студент твердо владеет теоретическим материалом, может применять его самостоятельно или по указанию преподавателя
Пороговый	Удовлетворительно	Ответ обучающегося содержал ошибки и недочеты	Содержит меньшую часть заданий практической (лабораторной) работы, оформление не соответствует требованиям	Студент затрудняется в ответах на вопросы и отвечает только после наводящих вопросов, демонстрирует слабое знание при ответе на дополнительные вопросы; работа выполнена в основном правильно, но без достаточно глубокой проработки некоторых разделов; студент усвоил только основные разделы теоретического материала и по указанию преподавателя применяет его практически; на вопросы отвечает неуверенно или допускает ошибки
Компетенции не сформированы	Неудовлетворительно	Обучающийся не ответил на поставленные вопросы	Отчет не предоставлен	Студент не ответил ни на один вопрос; работа не выполнена

Промежуточная аттестация

Уровень	Уровень освоения	Критерии оценивания обучающихся (работ)
---------	------------------	---

сформированности компетенции	дисциплины	обучающихся)
		экзамен
Высокий	отлично (зачтено)	Студент показал всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений
Базовый	хорошо (зачтено)	Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности
Пороговый	удовлетворительно (зачтено)	Студент показал фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации
Компетенции не сформированы	неудовлетворительно (не зачтено)	Студент не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач

10. Материально-техническая база

Используемые инструментальные и программные средства. Программное обеспечение: ОС семейства Windows, локальная сеть КамГУ им. Витуса Беринга, учебная обязательная и дополнительная литература.