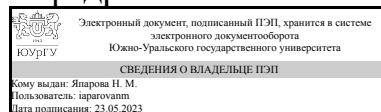


УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



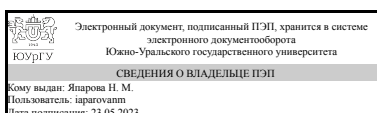
Н. М. Япарова

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П2.04 Методы оптимизации и теория управления  
для направления 09.03.01 Информатика и вычислительная техника  
уровень Бакалавриат  
профиль подготовки Обработка данных и методы искусственного интеллекта  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Математическое обеспечение информационных технологий

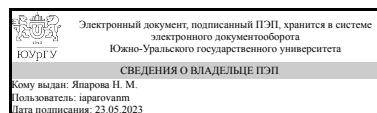
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 929

Зав.кафедрой разработчика,  
д.техн.н., доц.



Н. М. Япарова

Разработчик программы,  
д.техн.н., доц., заведующий  
кафедрой



Н. М. Япарова

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью преподавания и изучения дисциплины является формирование и развитие приемов современного математического мышления, овладение навыками исследования и разработки моделей, алгоритмов, методов, программных решений, инструментальных средств по тематике проводимых научно-исследовательских проектов. Задачами преподавания является формирование представления о принципах и методах оптимизации, обучение основам математического моделирования и методам построения оптимальных алгоритмов, а также изучение основных приемов использования методов оптимизации при построении численных алгоритмов для решения прикладных задач.

## Краткое содержание дисциплины

Элементы выпуклого анализа. Математическое программирование. Задачи линейного программирования; теория двойственности; транспортные задачи; задачи целочисленного линейного программирования. Задачи нелинейного программирования; задачи оптимизации без ограничений; градиентные и квазиньютоновские методы; задачи многомерной условной оптимизации и методы их решения. Элементы вариационного исчисления. Уравнение Эйлера; условия второго порядка Лежандра и Якоби; задачи классического вариационного исчисления с ограничениями; необходимые условия в изопериметрической задаче и задаче со старшими производными; оптимальное управление; принцип максимума Понтрягина.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)  | Планируемые результаты обучения по дисциплине  |
|--|--|
| ПК-2 Способен выявлять и анализировать проблемную ситуацию, устанавливать причинно-следственные связи между явлениями в проблемной ситуации, выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат | Знает: области применения методов теории управления, знать современные концепции и методы решения задач теории управления<br>Умеет: исследовать математические модели и использовать методы теории управления для решения поставленных задач, использовать современные концепции теории игр и теории управления при моделировании и анализе сложных систем<br>Имеет практический опыт: использования основ теории управления и оптимизации для решения соответствующих задач |
| ПК-3 Способен собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научную, техническую информацию для разработки и модернизации алгоритмического и информационного обеспечения систем с учетом современных тенденций развития электроники, измерительной и вычислительной техники и информационных технологий    | Знает: основные типы задач оптимизации и методы их решения, основные методы обработки и интерпретации данных современных научных исследований в области оптимизации<br>Умеет: применять методы оптимизации для решения прикладных задач; реализовать метод оптимизации для поставленной прикладной задачи с использованием современного прикладного программного обеспечения; содержательно интерпретировать полученные  |

|  |  |
|--|--|
|  | результаты, делать выводы и практические рекомендации;<br>Имеет практический опыт: решения экстремальных задач с использованием современного математического аппарата и прикладного программного обеспечения; применения известных методов оптимизации для решения поставленной задачи |
|--|--|

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана  | Перечень последующих дисциплин, видов работ   |
|--|---|
| Основы теории переключательных функций,<br>Дискретная математика,<br>Введение в анализ данных,<br>Учебная практика (ознакомительная) (2 семестр) | Теория нечетких множеств и ее приложения,<br>Системный анализ,<br>Вычислительные методы в анализе данных,<br>Анализ данных и управление динамическими системами,<br>Практикум по виду профессиональной деятельности,<br>Теория и методы решения некорректных и неустойчивых задач,<br>Случайные процессы,<br>Методы искусственного интеллекта,<br>Машинное обучение и анализ данных,<br>Обработка нечёткой информации в системах принятия решений |

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

| Дисциплина                             | Требования  |
|--|---|
| Дискретная математика                  | Знает: основные понятия и методы дискретной математики, основные приемы работы с комбинаторными объектами, графами;<br>возможности использования дискретной математики при анализе проблемных ситуаций<br>Умеет: применять методы и алгоритмы дискретной математики для установления причинно-следственных связей между явлениями проблемной ситуации<br>Имеет практический опыт: формализации и решения практических задач, построения схем причинно-следственных связей с применением методов дискретной математики |
| Основы теории переключательных функций | Знает: области применения переключательных функций, содержательную сторону возникающих практических задач<br>Умеет: составлять и минимизировать переключательные функции, строить функционально-логические схемы<br>Имеет практический опыт: владения методами решения основных задач в области переключательных функций  |

|  |   |
|--|---|
| Введение в анализ данных                       | Знает: области применения методов анализа данных и реализующих их алгоритмов, знать содержательную сторону возникающих практических задач в области системного анализа и анализа данных Умеет: Имеет практический опыт:   |
| Учебная практика (ознакомительная) (2 семестр) | Знает: способы и методы самоорганизации и самообразования; основные направления научных исследований на кафедре; виды информационных моделей описания предметной области; основные принципы, методы и средства решения стандартных задач профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением физико-математического аппарата; стандарты оформления технических заданий Умеет: определять комплекс необходимых для решения задачи подзадач и решать их с использованием современных информационных технологий предметной области; осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации; проводить сравнительный анализ и выбор методов и алгоритмов для решения прикладных задач работать с учебной и научной литературой и излагать результаты в виде рефератов и отчетов по проделанной работе. Имеет практический опыт: сбора, систематизации и самостоятельного анализа информации об изучаемой предметной области; извлечения полезной информации из различных информационных источников для изучения конкретной предметной области; подготовки информационных обзоров и аналитических отчетов; применения методов системного анализа и математического моделирования для решения стандартных задач профессиональной деятельности; письменного рецензирования, аннотирования, написания аналитических записок и обзоров |

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 з.е., 252 ч., 130,75 ч. контактной работы

| Вид учебной работы                                 | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |     |
|--|-------------|------------------------------------|-----|
|  |             | Номер семестра                     |     |
|  |             | 4                                  | 5   |
| Общая трудоёмкость дисциплины                      | 252         | 108                                | 144 |
| <i>Аудиторные занятия:</i>                         | 112         | 48                                 | 64  |
| Лекции (Л)   | 64          | 32                                 | 32  |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды | 48          | 16                                 | 32  |

|   |        |          |            |
|---|--------|----------|------------|
| аудиторных занятий (ПЗ)                         |        |          |            |
| Лабораторные работы (ЛР)                        | 0      | 0        | 0          |
| Самостоятельная работа (СРС)                    | 121,25 | 52,75    | 68,5       |
| Подготовка к экзамену                           | 32     | 0        | 32         |
| подготовка и выполнение контрольных точек П7-П9 | 12,5   | 0        | 12,5       |
| Подготовка к зачету                             | 32,75  | 32,75    | 0          |
| выполнение КР                                   | 24     | 0        | 24         |
| подготовка и выполнение контрольных точек П1-П6 | 20     | 20       | 0          |
| Консультации и промежуточная аттестация         | 18,75  | 7,25     | 11,5       |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)        | -      | зачет,КР | экзамен,КП |

## 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины   | Объем аудиторных занятий по видам в часах |    |    |    |
|-----------|--|---|----|----|----|
|           |  | Всего                                     | Л  | ПЗ | ЛР |
| 1         | Элементы выпуклого анализа   | 4   | 4  | 0  | 0  |
| 2         | Математическое программирование. Линейное программирование                   | 22  | 12 | 10 | 0  |
| 3         | Методы оптимизации в анализе   | 14  | 8  | 6  | 0  |
| 4         | Основы вариационного исчисления  | 22  | 14 | 8  | 0  |
| 5         | Оптимальное программное управление детерминированными системами.             | 24  | 12 | 12 | 0  |
| 6         | Оптимальное управление детерминированными системами с полной обратной связью | 14  | 8  | 6  | 0  |
| 7         | Оптимальное управление в системах с дискретным временем.                     | 12  | 6  | 6  | 0  |

### 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия  | Кол-во часов |
|----------|-----------|--|--------------|
| 1-2      | 1         | Предмет и задачи дисциплины. Основные понятия методов оптимизации. Элементы выпуклого анализа. Понятие отрезка в n-мерном пространстве. Понятие выпуклого множества. Выпуклость гиперплоскости и полупространства. Теорема о пересечении выпуклых множеств. Проекция точки на множество. Понятие крайней точки выпуклого множества. Теоремы отделимости. Выпуклые и вогнутые множества. Дифференцируемость по направлению. | 4            |
| 3-4      | 2         | Математическое программирование. Основная задача математического программирования. Основная задача выпуклого программирования. Возможные направления. Условие регулярности Слейтера. Функция Лагранжа. Условия оптимальности. Теорема Куна-Таккера. Постановка задачи линейного программирования. Свойства задачи. Графическое решение.  | 4            |
| 5-6      | 2         | Метод последовательного улучшения планов. Метод искусственных переменных Двойственность. Транспортные задачи ЛП. Задачи целочисленного линейного программирования. Метод последовательного улучшения оценок. Теория двойственности и анализ моделей на чувствительность. Задачи с параметрами.   | 4            |
| 7-8      | 2         | Транспортные задачи ЛП. Задачи целочисленного линейного  | 4            |

|       |   |  |   |
|-------|---|--|---|
|       |   | программирования. Метод последовательного улучшения оценок. Теория двойственности и анализ моделей на чувствительность. Задачи с параметрами.  |   |
| 9-10  | 3 | Основные понятия теории оптимизации Методы безусловной оптимизации   | 4 |
| 11-12 | 3 | Многомерная оптимизация с ограничениями. Отыскание экстремумов в замкнутой области. Условная многомерная оптимизация. Множители Лагранжа   | 4 |
| 13-14 | 4 | Постановка задач классического вариационного исчисления, вариация функции, вариация функционала, основная лемма вариационного исчисления, необходимые условия экстремума функционала.  | 4 |
| 15-17 | 4 | Задача с закрепленными концами, уравнение Эйлера, достаточные условия экстремума второго порядка Лежандра и Якоби, задача Больца. Задачи с подвижными границами. Задача вариационного исчисления с ограничениями, необходимые условия в изопериметрической задаче и задаче со старшими производными. | 6 |
| 18-19 | 4 | Задачи с подвижными границами. Задача вариационного исчисления с ограничениями, необходимые условия в изопериметрической задаче и задаче со старшими производными.   | 4 |
| 20    | 5 | Введение. Постановка задачи об оптимальном программном управлении.   | 2 |
| 21-22 | 5 | Принцип максимума Понтрягина. Алгоритм применения принципа максимума.  | 4 |
| 23    | 5 | Достаточные условия оптимальности.   | 2 |
| 24    | 5 | Соотношения для нахождения оптимального управления   | 2 |
| 25    | 5 | Принцип максимума для задачи оптимального быстрогодействия.  | 2 |
| 26    | 6 | Постановка задачи нахождения оптимального программного управления с полной обратной связью.  | 2 |
| 27-28 | 6 | Достаточные условия оптимальности в задаче с полной обратной связью. Уравнение Беллмана.   | 4 |
| 29    | 6 | Алгоритм нахождения оптимального управления с полной обратной связью. Пример.  | 2 |
| 30    | 7 | Оптимальное программное управление системами с дискретным временем. Метод Лагранжа для систем с дискретным временем.   | 2 |
| 31    | 7 | Метод Гамильтона - Якоби - Беллмана в дискретных системах.   | 2 |
| 32    | 7 | Оптимальное распределение инвестиций между проектами методом динамического программирования.   | 2 |

## 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара  | Кол-во часов |
|-----------|-----------|--|--------------|
| 1         | 2         | Построение математических моделей. Задачи линейного программирования. Метод перебора. Графический метод. Контрольная точка П1          | 2            |
| 2         | 2         | Симплекс-метод. 13. Метод искусственного базиса. Контрольная точка П2  | 2            |
| 3         | 2         | Определение двойственной ЗЛП. Общие правила построения двойственной задачи. Двойственный симплекс-метод. Контрольная точка П3          | 2            |
| 4         | 2         | Транспортная задача и ее свойства. Закрытые и открытые модели. Метод потенциалов для решения транспортной задачи. Контрольная точка П4 | 2            |
| 5         | 2         | Задачи целочисленного линейного программирования, экономические приложения. Метод отсечения Гомори. Метод ветвей и границ.             | 2            |
| 6-8       | 3         | Постановки оптимизационных задач. Методы одномерной безусловной и условной оптимизации. Методы многомерной безусловной оптимизации.    | 6            |

|       |   |  |   |
|-------|---|--|---|
|       |   | Отыскание экстремумов в замкнутой области. Многомерная оптимизация с ограничениями. Метод множителей Лагранжа. Контрольная точка П5                              |   |
| 9--10 | 4 | Постановка задач вариационного исчисления, Уравнения Эйлера. Интегралы уравнения Эйлера. Метод вариаций в задачах с неподвижными границами. Контрольная точка П6 | 4 |
| 11-12 | 4 | Метод вариаций в задачах с подвижными границами. Задачи на условный экстремум с интегральными связями. Изопериметрические задачи                                 | 4 |
| 13-14 | 5 | Необходимое условие оптимальности. Принципа максимума Понтрягина.  | 4 |
| 15-16 | 5 | Достаточные условия оптимальности программного управления.   | 4 |
| 17-18 | 5 | Задача оптимального быстрогодействия. Оптимальное управление линейными системами. Контрольная точка П7.  | 4 |
| 19-20 | 6 | Синтез оптимального управления с полной обратной связью.   | 4 |
| 21    | 6 | Синтез оптимальных линейных регуляторов. Контрольная точка П8.   | 2 |
| 22    | 7 | Метод Лагранжа для систем с дискретным временем.   | 2 |
| 23    | 7 | Метод Гамильтона - Якоби - Беллмана в дискретных системах.   | 2 |
| 24    | 7 | Дискретные модели оптимального управления рекламой. Контрольная точка П9.  | 2 |

### 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

### 5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС                                  |  |         |              |
|---|--|---------|--------------|
| Подвид СРС                                      | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс   | Семестр | Кол-во часов |
| Подготовка к экзамену                           | Алексеев, В. М. Оптимальное управление : учебно-методическое пособие / В. М. Алексеев, В. М. Тихомиров, С. В. Фомин. — 2-е изд. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2005. — 384 с. — ISBN 5-9221-0589-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/48177">https://e.lanbook.com/book/48177</a> | 5       | 32           |
| подготовка и выполнение контрольных точек П7-П9 | Алексеев, В. М. Оптимальное управление : учебно-методическое пособие / В. М. Алексеев, В. М. Тихомиров, С. В. Фомин. — 2-е изд. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2005. — 384 с. — ISBN 5-9221-0589-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/48177">https://e.lanbook.com/book/48177</a> | 5       | 12,5         |
| Подготовка к зачету                             | Вся высшая математика [Текст] Т. 6 Вариационное исчисление. Линейное программирование. Вычислительная математика. Теория сплайнов учебник для втузов : в 6 т. М. Л. Краснов, А. И. Киселев, Г. И. Макаренко и др. - Изд. 2-е. - М.: URSS : Едиториал УРСС, 2010. - 254 с. ил.  | 4       | 32,75        |
| выполнение КР                                   | Абдрахманов, В. Г. Элементы  | 5       | 24           |

|   |  |   |    |
|---|--|---|----|
|   | вариационного исчисления и оптимального управления. Теория, задачи, индивидуальные задания : учебное пособие / В. Г. Абдрахманов, А. В. Рабчук. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 112 с. — ISBN 978-5-8114-1630-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/168644">https://e.lanbook.com/book/168644</a> |   |    |
| подготовка и выполнение контрольных точек П1-П6 | Вся высшая математика [Текст] Т. 6 Вариационное исчисление. Линейное программирование. Вычислительная математика. Теория сплайнов учебник для вузов : в 6 т. М. Л. Краснов, А. И. Киселев, Г. И. Макаренко и др. - Изд. 2-е. - М.: URSS : Едиториал УРСС, 2010. - 254 с. ил.   | 4 | 20 |

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

| № КМ | Се-местр | Вид контроля     | Название контрольного мероприятия | Вес | Макс. балл | Порядок начисления баллов  | Учитывается в ПА |
|------|----------|------------------|-----------------------------------|-----|------------|--|------------------|
| 1    | 4        | Текущий контроль | Контрольная точка П1              | 2   | 5          | Контрольная точка проверяется во внеаудиторное время<br>5: Студент продемонстрировал, что содержание курса освоено, необходимые навыки работы с освоенным материалом сформированы,<br>4: Студент продемонстрировал знание теоретических основ изученного материала, владение необходимыми методами решения задач, при этом в ответе могут быть допущены незначительные ошибки или неточности в формулировках<br>3: продемонстрировал, что содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных | зачет            |



|   |   |                  |                      |   |   |   |       |
|---|---|------------------|----------------------|---|---|---|-------|
|   |   |                  |                      |   | <p>программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.</p> <p>2: Студент приводил неправильные формулировки при изложении материала, или ответ содержал грубые ошибки, допущенные при изложении материала</p> <p>1: Студент отсутствие знаний основных понятий и базовых методов, изучаемых в курсе</p> <p>0: Студент продемонстрировал отсутствие ответа или отвечал не по существу вопроса или продемонстрировал отсутствие навыков владения основными методами и приемами решения задач, изучаемых в курсе</p> |   |       |
| 2 | 4 | Текущий контроль | Контрольная точка П2 | 2 | 5   | <p>Контрольная точка проверяется во внеаудиторное время</p> <p>5: Студент продемонстрировал, что содержание курса освоено, необходимые навыки работы с освоенным материалом сформированы,.</p> <p>4: Студент продемонстрировал знание теоретических основ изученного материала, владение необходимыми методами решения задач, при этом в ответе могут быть допущены незначительные ошибки или неточности в формулировках</p> <p>3: продемонстрировал, что содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.</p> <p>2: Студент приводил неправильные формулировки при изложении материала, или ответ содержал грубые ошибки, допущенные при изложении материала</p> <p>1: Студент отсутствие знаний основных понятий и базовых методов, изучаемых в курсе</p> <p>0: Студент продемонстрировал отсутствие ответа или отвечал не по</p> | зачет |

|   |   |                  |                      |   |   |   |       |
|---|---|------------------|----------------------|---|---|---|-------|
|   |   |                  |                      |   |   | существо вопроса или продемонстрировал отсутствие навыков владения основными методами и приемами решения задач, изучаемых в курсе   |       |
| 3 | 4 | Текущий контроль | Контрольная точка ПЗ | 2 | 5 | <p>Контрольная точка проверяется во внеаудиторное время</p> <p>5: Студент продемонстрировал, что содержание курса освоено, необходимые навыки работы с освоенным материалом сформированы,.</p> <p>4: Студент продемонстрировал знание теоретических основ изученного материала, владение необходимыми методами решения задач, при этом в ответе могут быть допущены незначительные ошибки или неточности в формулировках</p> <p>3: продемонстрировал, что содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.</p> <p>2: Студент приводил неправильные формулировки при изложении материала, или ответ содержал грубые ошибки, допущенные при изложении материала</p> <p>1: Студент отсутствие знаний основных понятий и базовых методов, изучаемых в курсе</p> <p>0: Студент продемонстрировал отсутствие ответа или отвечал не по существу вопроса или продемонстрировал отсутствие навыков владения основными методами и приемами решения задач, изучаемых в курсе</p> | зачет |
| 4 | 4 | Текущий контроль | Контрольная точка П5 | 2 | 5 | <p>Контрольная точка проверяется во внеаудиторное время</p> <p>5: Студент продемонстрировал, что содержание курса освоено, необходимые навыки работы с освоенным материалом сформированы,.</p> <p>4: Студент продемонстрировал знание теоретических основ изученного</p>  | зачет |

|   |   |                  |                      |   |   |  |       |
|---|---|------------------|----------------------|---|---|--|-------|
|   |   |                  |                      |   | <p>материала, владение необходимыми методами решения задач, при этом в ответе могут быть допущены незначительные ошибки или неточности в формулировках</p> <p>3: продемонстрировал, что содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.</p> <p>2: Студент приводил неправильные формулировки при изложении материала, или ответ содержал грубые ошибки, допущенные при изложении материала</p> <p>1: Студент отсутствие знаний основных понятий и базовых методов, изучаемых в курсе</p> <p>0: Студент продемонстрировал отсутствие ответа или отвечал не по существу вопроса или продемонстрировал отсутствие навыков владения основными методами и приемами решения задач, изучаемых в курсе</p> |  |       |
| 5 | 4 | Текущий контроль | Контрольная точка П5 | 2 | 5   | <p>Контрольная точка проверяется во внеаудиторное время</p> <p>5: Студент продемонстрировал, что содержание курса освоено, необходимые навыки работы с освоенным материалом сформированы,.</p> <p>4: Студент продемонстрировал знание теоретических основ изученного материала, владение необходимыми методами решения задач, при этом в ответе могут быть допущены незначительные ошибки или неточности в формулировках</p> <p>3: продемонстрировал, что содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных</p> | зачет |

|   |   |                  |                      |   |   |       |
|---|---|------------------|----------------------|---|---|-------|
|   |   |                  |                      |   | <p>программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.</p> <p>2: Студент приводил неправильные формулировки при изложении материала, или ответ содержал грубые ошибки, допущенные при изложении материала</p> <p>1: Студент отсутствие знаний основных понятий и базовых методов, изучаемых в курсе</p> <p>0: Студент продемонстрировал отсутствие ответа или отвечал не по существу вопроса или продемонстрировал отсутствие навыков владения основными методами и приемами решения задач, изучаемых в курсе</p>   |       |
| 6 | 4 | Текущий контроль | Контрольная точка Пб | 2 | <p>Контрольная точка проверяется во внеаудиторное время</p> <p>5: Студент продемонстрировал, что содержание курса освоено, необходимые навыки работы с освоенным материалом сформированы,.</p> <p>4: Студент продемонстрировал знание теоретических основ изученного материала, владение необходимыми методами решения задач, при этом в ответе могут быть допущены незначительные ошибки или неточности в формулировках</p> <p>3: продемонстрировал, что содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.</p> <p>2: Студент приводил неправильные формулировки при изложении материала, или ответ содержал грубые ошибки, допущенные при изложении материала</p> <p>1: Студент отсутствие знаний основных понятий и базовых методов, изучаемых в курсе</p> <p>0: Студент продемонстрировал отсутствие ответа или отвечал не по</p> | зачет |

|   |   |                          |                                    |   |   |  |         |
|---|---|--------------------------|------------------------------------|---|---|--|---------|
|   |   |                          |                                    |   |   | существо вопроса или продемонстрировал отсутствие навыков владения основными методами и приемами решения задач, изучаемых в курсе  |         |
| 7 | 5 | Промежуточная аттестация | Задания к промежуточной аттестации | - | 5 | 5: Студент продемонстрировал, что содержание курса освоено, необходимые навыки работы с освоенным материалом сформированы,.<br>4: Студент продемонстрировал знание теоретических основ изученного материала, владение необходимыми методами решения задач, при этом в ответе могут быть допущены незначительные ошибки или неточности в формулировках<br>3: продемонстрировал, что содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.<br>2: Студент приводил неправильные формулировки при изложении материала, или ответ содержал грубые ошибки, допущенные при изложении материала<br>1: Студент отсутствие знаний основных понятий и базовых методов, изучаемых в курсе<br>0: Студент продемонстрировал отсутствие ответа или отвечал не по существу вопроса или продемонстрировал отсутствие навыков владения основными методами и приемами решения задач, изучаемых в курсе | зачет   |
| 8 | 5 | Текущий контроль         | Контрольная точка П7               | 2 | 5 | Контрольная точка проверяется во внеаудиторное время<br>5: Студент продемонстрировал, что содержание курса освоено, необходимые навыки работы с освоенным материалом сформированы,.<br>4: Студент продемонстрировал знание теоретических основ изученного материала, владение необходимыми методами решения задач, при этом в  | экзамен |

|   |   |                  |                      |   |   |  |         |
|---|---|------------------|----------------------|---|---|--|---------|
|   |   |                  |                      |   | <p>ответе могут быть допущены незначительные ошибки или неточности в формулировках</p> <p>3: продемонстрировал, что содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.</p> <p>2: Студент приводил неправильные формулировки при изложении материала, или ответ содержал грубые ошибки, допущенные при изложении материала</p> <p>1: Студент отсутствие знаний основных понятий и базовых методов, изучаемых в курсе</p> <p>0: Студент продемонстрировал отсутствие ответа или отвечал не по существу вопроса или продемонстрировал отсутствие навыков владения основными методами и приемами решения задач, изучаемых в курсе</p> |  |         |
| 9 | 5 | Текущий контроль | Контрольная точка П8 | 2 | 5   | <p>Контрольная точка проверяется во внеаудиторное время</p> <p>5: Студент продемонстрировал, что содержание курса освоено, необходимые навыки работы с освоенным материалом сформированы,.</p> <p>4: Студент продемонстрировал знание теоретических основ изученного материала, владение необходимыми методами решения задач, при этом в ответе могут быть допущены незначительные ошибки или неточности в формулировках</p> <p>3: продемонстрировал, что содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из</p> | экзамен |

|    |   |                  |                      |   |   |   |         |
|----|---|------------------|----------------------|---|---|---|---------|
|    |   |                  |                      |   |   | <p>выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.</p> <p>2: Студент приводил неправильные формулировки при изложении материала, или ответ содержал грубые ошибки, допущенные при изложении материала</p> <p>1: Студент отсутствие знаний основных понятий и базовых методов, изучаемых в курсе</p> <p>0: Студент продемонстрировал отсутствие ответа или отвечал не по существу вопроса или продемонстрировал отсутствие навыков владения основными методами и приемами решения задач, изучаемых в курсе</p>   |         |
| 10 | 5 | Текущий контроль | Контрольная точка П9 | 2 | 5 | <p>Контрольная точка проверяется во внеаудиторное время</p> <p>5: Студент продемонстрировал, что содержание курса освоено, необходимые навыки работы с освоенным материалом сформированы,.</p> <p>4: Студент продемонстрировал знание теоретических основ изученного материала, владение необходимыми методами решения задач, при этом в ответе могут быть допущены незначительные ошибки или неточности в формулировках</p> <p>3: продемонстрировал, что содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.</p> <p>2: Студент приводил неправильные формулировки при изложении материала, или ответ содержал грубые ошибки, допущенные при изложении материала</p> <p>1: Студент отсутствие знаний основных понятий и базовых методов, изучаемых в курсе</p> <p>0: Студент продемонстрировал отсутствие ответа или отвечал не по существу вопроса или продемонстрировал отсутствие</p> | экзамен |

|    |   |                          |  |   |   |  |                 |
|----|---|--------------------------|--|---|---|--|-----------------|
|    |   |                          |  |   |   | навыков владения основными методами и приемами решения задач,изучаемых в курсе   |                 |
| 11 | 5 | Промежуточная аттестация | Экзамен                                      | - | 5 | <p>5: Студент продемонстрировал, что содержание курса освоено, необходимые навыки работы с освоенным материалом сформированы,.</p> <p>4: Студент продемонстрировал знание теоретических основ изученного материала, владение необходимыми методами решения задач, при этом в ответе могут быть допущены незначительные ошибки или неточности в формулировках</p> <p>3: продемонстрировал, что содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.</p> <p>2: Студент приводил неправильные формулировки при изложении материала, или ответ содержал грубые ошибки, допущенные при изложении материала</p> <p>1: Студент отсутствие знаний основных понятий и базовых методов, изучаемых в курсе</p> <p>0: Студент продемонстрировал отсутствие ответа или отвечал не по существу вопроса или продемонстрировал отсутствие навыков владения основными методами и приемами решения задач,изучаемых в курсе</p> | экзамен         |
| 12 | 4 | Курсовая работа/проект   | Курсовой проект по теме "Методы оптимизации" | - | 5 | <p>5: Студент продемонстрировал, что содержание курса освоено, необходимые навыки работы с освоенным материалом сформированы,.</p> <p>4: Студент продемонстрировал знание теоретических основ изученного материала, владение необходимыми методами решения задач, при этом в ответе могут быть допущены незначительные ошибки или неточности в формулировках</p>   | курсовые работы |



|    |   |                        |  |   |   |                  |
|----|---|------------------------|--|---|---|------------------|
|    |   |                        |  |   | <p>3: продемонстрировал, что содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.</p> <p>2: Студент приводил неправильные формулировки при изложении материала, или ответ содержал грубые ошибки, допущенные при изложении материала</p> <p>1: Студент отсутствие знаний основных понятий и базовых методов, изучаемых в курсе</p> <p>0: Студент продемонстрировал отсутствие ответа или отвечал не по существу вопроса или продемонстрировал отсутствие навыков владения основными методами и приемами решения задач, изучаемых в курсе</p>  |                  |
| 13 | 5 | Курсовая работа/проект | Курсовая работа по теме "Оптимальное управление" | - | <p>5: Студент продемонстрировал, что содержание курса освоено, необходимые навыки работы с освоенным материалом сформированы,.</p> <p>4: Студент продемонстрировал знание теоретических основ изученного материала, владение необходимыми методами решения задач, при этом в ответе могут быть допущены незначительные ошибки или неточности в формулировках</p> <p>3: продемонстрировал, что содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.</p> <p>2: Студент приводил неправильные формулировки при изложении материала, или ответ содержал грубые ошибки, допущенные при изложении</p> | курсовые проекты |

|  |  |  |  |  |  |   |  |
|--|--|--|--|--|--|---|--|
|  |  |  |  |  |  | материала<br>1: Студент отсутствие знаний основных понятий и базовых методов, изучаемых в курсе<br>0: Студент продемонстрировал отсутствие ответа или отвечал не по существу вопроса или продемонстрировал отсутствие навыков владения основными методами и приемами решения задач, изучаемых в курсе |  |
|--|--|--|--|--|--|---|--|

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения | Критерии оценивания                     |
|------------------------------|----------------------|---|
| курсовые работы              | собеседование        | В соответствии с п. 2.7 Положения       |
| экзамен                      | собеседование        | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |
| курсовые проекты             | собеседование        | В соответствии с п. 2.7 Положения       |
| зачет                        | собеседование        | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения   | № КМ |   |    |   |    |   |   |   |   |    |    |    |    |   |
|-------------|---|------|---|----|---|----|---|---|---|---|----|----|----|----|---|
|             |   | 1    | 2 | 3  | 4 | 5  | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |   |
| ПК-2        | Знает: области применения методов теории управления, знать современные концепции и методы решения задач теории управления   | +    |   |    | + |    |   |   |   |   | +  |    | +  |    | + |
| ПК-2        | Умеет: исследовать математические модели и использовать методы теории управления для решения поставленных задач, использовать современные концепции теории игр и теории управления при моделировании и анализе сложных систем   | +    |   |    | + |    |   |   |   |   | +  |    | +  |    | + |
| ПК-2        | Имеет практический опыт: использования основ теории управления и оптимизации для решения соответствующих задач  |      |   |    | + |    |   |   |   |   | +  |    | +  |    | + |
| ПК-3        | Знает: основные типы задач оптимизации и методы их решения, основные методы обработки и интерпретации данных современных научных исследований в области оптимизации   |      |   | ++ |   | ++ |   |   |   |   | +  |    | +  |    | + |
| ПК-3        | Умеет: применять методы оптимизации для решения прикладных задач; реализовать метод оптимизации для поставленной прикладной задачи с использованием современного прикладного программного обеспечения; содержательно интерпретировать полученные результаты, делать выводы и практические рекомендации; |      |   | ++ |   | ++ |   |   |   |   | +  |    | +  |    | + |
| ПК-3        | Имеет практический опыт: решения экстремальных задач с использованием современного математического аппарата и прикладного программного обеспечения; применения известных методов оптимизации для решения поставленной задачи  |      |   | +  |   | ++ |   |   |   |   | +  |    | +  |    | + |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Пантелеев, А. В. Методы оптимизации в примерах и задачах Учеб. пособие для втузов А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. - М.: Высшая школа, 2002. - 544 с. ил.
2. Вся высшая математика [Текст] Т. 6 Вариационное исчисление. Линейное программирование. Вычислительная математика. Теория сплайнов учебник для втузов : в 6 т. М. Л. Краснов, А. И. Киселев, Г. И. Макаренко и др. - Изд. 2-е. - М.: URSS : Едиториал УРСС, 2010. - 254 с. ил.
3. Сборник задач по высшей математике для экономистов: Аналитическая геометрия. Линейная алгебра. Математический анализ. Теория вероятностей. Математическая статистика. Линейное программирование Учеб. пособие для вузов по экон. и упр. специальностям В. И. Ермаков, Г. И. Бобрик, Р. К. Гринцевичюс и др.; Под ред. В. И. Ермакова; Рос. экон. акад. им. Г. В. Плеханова. - М.: ИНФРА-М, 2004. - 573,[1] с.
4. Плотникова, Н. В. Исследование операций Ч. 1 Линейное программирование Учеб. пособие Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Системы упр. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2000. - 41,[2] с.
5. Эльсгольц, Л. Э. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление Учеб. для физ. и физ.-мат. фак. ун-тов Л. Э. Эльсгольц. - 5-е изд. - М.: УРСС, 2002. - 319 с. ил.
6. Пантелеев, А. В. Методы оптимизации в примерах и задачах Учеб. пособие для втузов А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. - 2-е изд., испр. - М.: Высшая школа, 2005. - 544 с.

#### б) дополнительная литература:

1. Васильев, О. В. Методы оптимизации в задачах упражнениях Федер. целевая программа "Гос. поддержка интеграции высш. образованияи фундамент. науки на 1997-2000 годы. - М.: Физматлит, 1999. - 207 с.
2. Дифференциальные и интегральные уравнения, вариационное исчисление в примерах и задачах А. Б. Васильева, Г. Н. Медведев, Н. А. Тихонов, Т. А. Уразгильдина. - 2-е изд., испр. - М.: Физматлит, 2005. - 429 с.
3. Уздемир, А. П. Динамические целочисленные задачи оптимизации в экономике. - М.: Физико-математическая литература, 1995. - 285,[1] с. ил.

#### в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

Не предусмотрены

#### г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Исследование операций

#### из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Исследование операций

### Электронная учебно-методическая документация

| № | Вид | Наименование | Библиографическое описание |
|---|-----|--------------|----------------------------|
|---|-----|--------------|----------------------------|

|   | литературы                | ресурса в электронной форме                       |   |
|---|---------------------------|---|---|
| 1 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Сухарев, А.Г. Курс методов оптимизации. [Электронный ресурс] / А.Г. Сухарев, А.В. Тимохов, В.В. Федоров. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2011. — 384 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/2330">http://e.lanbook.com/book/2330</a> .   |
| 2 | Основная литература       | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Лесин, В.В. Основы методов оптимизации. [Электронный ресурс] / В.В. Лесин, Ю.П. Лисовец. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 344 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/86017">http://e.lanbook.com/book/86017</a> .  |
| 3 | Основная литература       | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Ржевский, С.В. Исследование операций. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 480 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/32821">http://e.lanbook.com/book/32821</a> .  |
| 4 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Струченков, В.И. Методы оптимизации в прикладных задачах. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : СОЛОН-Пресс, 2009. — 320 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/13781">http://e.lanbook.com/book/13781</a> .   |
| 5 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Горлач, Б.А. Исследование операций. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 448 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/4865">http://e.lanbook.com/book/4865</a> .  |
| 6 | Основная литература       | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Алексеев, В. М. Оптимальное управление : учебно-методическое пособие / В. М. Алексеев, В. М. Тихомиров, С. В. Фомин. — 2-е изд. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2005. — 384 с. — ISBN 5-9221-0589-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/48177">https://e.lanbook.com/book/48177</a> (дата обращения: 26.11.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.   |
| 7 | Основная литература       | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Абдрахманов, В. Г. Элементы вариационного исчисления и оптимального управления. Теория, задачи, индивидуальные задания : учебное пособие / В. Г. Абдрахманов, А. В. Рабчук. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 112 с. — ISBN 978-5-8114-1630-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/168644">https://e.lanbook.com/book/168644</a> (дата обращения: 26.11.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей. |

Перечень используемого программного обеспечения:

1. -Scilab(бессрочно)
2. Math Works-MATLAB, Simulink R2014b(бессрочно)
3. -Python(бессрочно)
4. -Maple 13(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)
2. -Информационные ресурсы ФГУ ФИПС(бессрочно)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Вид занятий | № ауд.     | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий |
|-------------|------------|--|
| Лекции      | 486<br>(3) | мультимедийная аудитория.  |