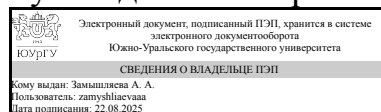


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



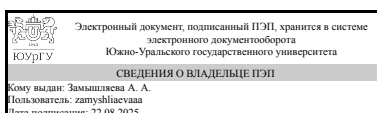
А. А. Замышляева

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.29 Методы оптимизации  
для направления 01.03.02 Прикладная математика и информатика  
уровень Бакалавриат  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Центр ОП топ-уровня в сфере ИИ "ВиртУм"

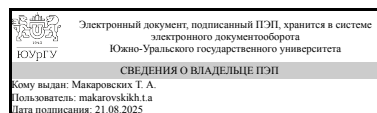
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утверждённым приказом Минобрнауки от 10.01.2018 № 9

Зав.кафедрой разработчика,  
д.физ.-мат.н., проф.



А. А. Замышляева

Разработчик программы,  
д.физ.-мат.н., доц., профессор



Т. А. Макаровских

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины состоит в выработке у студентов навыков формализации задач, возникающих в различных предметных областях, овладение студентами теоретическими знаниями и навыками применения конкретных методов оптимизации, освоение студентами алгоритмов, реализующих конкретные оптимизационные методы. Знакомство с основными принципами и методами классических и численных методов оптимизации. Привитие навыков по применению методов оптимизации и исследования операций в математическом моделировании. В результате освоения дисциплины студент должен получить необходимые сведения для решения следующей профессиональной задачи: применять методы оптимизации, для разработки и исследования обучающих алгоритмов; применять типовые градиентные алгоритмы для решения типовых задач оптимизации и обучения, понимать основные теоретические аспекты градиентных алгоритмов, их классификацию и области применения; применять типовые метаэвристические алгоритмы для решения типовых задач оптимизации, понимать основные теоретические аспекты мета-эвристических алгоритмов, их классификацию и области применения. К задачам дисциплины относятся: формирование навыков анализа оптимизационных задач (определения типа задачи и возможных методов и алгоритмов ее решения); получение навыков аналитического решения различных экстремальных задач; формирование навыков программной реализации численных и эвристических методов для решения экстремальных задач; получение навыков по применению методов оптимизации и исследования операций в математическом моделировании.

## Краткое содержание дисциплины

Постановка задачи и существование оптимального решения. Топология выпуклых множеств. Выпуклые функции. Гладкие конечномерные задачи с ограничениями вида равенств-неравенств. Теория двойственности. Методы сужения интервала неопределенности. Ньютоновские методы. Минимизация функций многих переменных. Методы с использованием производных: градиентные методы, метод Ньютона, метод Марквардта. Общая постановка задачи вариационного исчисления. Основные положения. Методы вариаций с неподвижными границами (функционалы, зависящие от одной и нескольких функций, от производных высшего порядка). Метод вариаций в задачах с подвижными границами. Вариационные задачи поиска условного экстремума. Эвристические алгоритмы: эволюционные алгоритмы, метод роевого интеллекта.

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

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)                                                                                                                             | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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 | Знает: методы оптимизации решений конкретных задач, с учётом имеющихся ограничений<br>Умеет: проектировать решение задачи, выбирая оптимальный способ её решения<br>Имеет практический опыт: анализа |

|                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                             | альтернативных вариантов решений для достижения оптимальных результатов                                                                                                                                                                                                           |
| ОПК-3 Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности                                                   | Знает: принципы моделирования экономических, экологических, социальных, технических задач в форме задач оптимизации<br>Умеет: применять методы оптимизации в математическом моделировании<br>Имеет практический опыт: моделирования социальных задач и производственных процессов |
| ПК-12 [МФ-3] Способен применять современные методы оптимизации для обучения моделей машинного обучения, настройки гиперпараметров и решения задач искусственного интеллекта | Знает: - [И-1, БУ] основные градиентные алгоритмы используемые в задачах оптимизации и обучения<br>Имеет практический опыт: - [И-1, БУ] использования типовых градиентных алгоритмов для решения типовых задач оптимизации и обучения                                             |

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана                                                                              | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 1.О.20 Численные методы,<br>1.О.28 Дискретная оптимизация,<br>Производственная практика (проектно-технологическая, стажировка) (4 семестр) | Не предусмотрены                            |

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

| Дисциплина                    | Требования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.О.28 Дискретная оптимизация | Знает: основные понятия сложности алгоритмов<br>Умеет: использовать классические методы решения задач дискретной оптимизации (ветвей и границ, локального поиска, эвристических методов) Имеет практический опыт: классификации дискретных задач по их сложности и подбора подходящих методов их решения                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 1.О.20 Численные методы       | Знает: -[И-1, БУ] основные теоретические аспекты градиентных алгоритмов, их классификацию и области применения, классические методы численного решения систем линейных алгебраических уравнений, основные способы интерполирования функций, основные формулы приближенного вычисления интегралов, основные формулы численного дифференцирования, классические методы решения нелинейных уравнений и систем, основные методы решения задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка в различных пространствах, классические численные методы решения задач |

|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                     | <p>вычислительной математики Умеет: -[И-1, БУ] использовать градиентные алгоритмы для нахождения численных решений прикладных задач, выбирать и применять численные методы, реализовывать численные алгоритмы решения прикладных задач, оценивать качество приближённого решения, сравнивать эффективность различных численных алгоритмов, находить число итераций, необходимое для достижения заданной точности, давать оценку погрешности приближенных формул, строить формулы численного дифференцирования и интегрирования исходя из соображений точности, писать компьютерные программы, реализующие основные алгоритмы численных методов, оценивать сложность и эффективность численных методов, применяемых в решении профессиональных задач Имеет практический опыт: применения основных методов численного анализа; владения навыками использования методов численного моделирования при решении прикладных задач, их реализации с помощью информационных технологий, разработки и анализа математических моделей и алгоритмов решения задач вычислительной математики</p>                                                                                                                                                                                                     |
| <p>Производственная практика (проектно-технологическая, стажировка) (4 семестр)</p> | <p>Знает: причины, признаки и последствия опасностей, способы защиты от чрезвычайных ситуаций, эффективные стратегии командного сотрудничества для достижения поставленной цели Умеет: идентифицировать опасные и вредные факторы в рамках осуществляемой деятельности, нести личную ответственность за результат, самостоятельно изучать новые технологии, используемые на предприятии, с помощью информационно-коммуникационных систем, оценить потребность в ресурсах и планировать их использование при решении задач профессиональной деятельности Имеет практический опыт: создания в своей повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасных условий жизнедеятельности, работы в направлении личностного, образовательного и профессионального роста, -[И-1, ПУ] разметки данных, проверки данных на корректность, участия в разработке научно-исследовательского проекта, применяя изученные технологии, применения полученных математических знаний и навыков программирования для решения прикладных задач, решения поставленных задач, с учётом имеющихся ресурсов и ограничений, - [И-2, БУ] использования основных библиотек для научных вычислений, такие как NumPy, SciPy и Pandas4 основных библиотек для визуализации данных, например, Matplotlib и</p> |

|  |                                                                                                                                                                                                                         |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Seaborn, -[И-1, ПУ] использования инструментов очистки данных и предварительной подготовки данных методами понижения размерности и визуализации для анализа данных[И-3, ПУ] оценки качества результатов обучения модели |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 72,5 ч. контактной работы

| Вид учебной работы                                                         | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------|
|                                                                            |             | Номер семестра                     |
|                                                                            |             | 6                                  |
| Общая трудоёмкость дисциплины                                              | 108         | 108                                |
| <i>Аудиторные занятия:</i>                                                 | 64          | 64                                 |
| Лекции (Л)                                                                 | 32          | 32                                 |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 32          | 32                                 |
| Лабораторные работы (ЛР)                                                   | 0           | 0                                  |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>                                        | 35,5        | 35,5                               |
| подготовка к экзамену                                                      | 11,5        | 11,5                               |
| Выполнение индивидуального домашнего задания                               | 24          | 24                                 |
| Консультации и промежуточная аттестация                                    | 8,5         | 8,5                                |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)                                   | -           | экзамен                            |

#### 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины | Объем аудиторных занятий по видам в часах |   |    |    |
|-----------|----------------------------------|-------------------------------------------|---|----|----|
|           |                                  | Всего                                     | Л | ПЗ | ЛР |
| 1         | Вводный                          | 8                                         | 4 | 4  | 0  |
| 2         | Элементы выпуклого анализа       | 10                                        | 4 | 6  | 0  |
| 3         | Выпуклые задачи                  | 10                                        | 4 | 6  | 0  |
| 4         | Численные методы оптимизации     | 16                                        | 8 | 8  | 0  |
| 5         | Задачи вариационного исчисления  | 16                                        | 8 | 8  | 0  |
| 6         | Эвристические алгоритмы          | 4                                         | 4 | 0  | 0  |

##### 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия               | Кол-во часов |
|----------|-----------|-----------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1-2      | 1         | Постановка задачи и существование решения                             | 4            |
| 3        | 2         | Топология выпуклых множеств                                           | 2            |
| 4        | 2         | Выпуклые функции                                                      | 2            |
| 5        | 3         | Гладкие конечномерные задачи с ограничениями вида равенств-неравенств | 2            |
| 6        | 3         | Теория двойственности                                                 | 2            |
| 7        | 4         | Методы сужения интервала неопределенности                             | 2            |

|       |   |                                                                                                                                                                                       |   |
|-------|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 8     | 4 | Ньютоновские методы                                                                                                                                                                   | 2 |
| 9     | 4 | Минимизация функций многих переменных                                                                                                                                                 | 2 |
| 10    | 4 | Методы с использованием производных: градиентные методы, метод Ньютона, метод Марквардта                                                                                              | 2 |
| 11    | 5 | Общая постановка задачи вариационного исчисления. Основные положения. Методы вариаций с неподвижными границами. Функционалы, зависящие от одной функции.                              | 2 |
| 12    | 5 | Метод вариаций с неподвижными границами. Функционалы, зависящие от нескольких функций. Метод вариаций с неподвижными границами. Функционалы, зависящие от производных высшего порядка | 2 |
| 13    | 5 | Метод вариаций в задачах с подвижными границами                                                                                                                                       | 2 |
| 14    | 5 | Вариационные задачи поиска условного экстремума                                                                                                                                       | 2 |
| 15-16 | 6 | Эвристические алгоритмы: эволюционные алгоритмы, метод роевого интеллекта                                                                                                             | 4 |

## 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара                                                                                                                                                                                                                                                         | Кол-во часов |
|-----------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1         | 1         | Старинные оптимизационные задачи                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2            |
| 2         | 1         | Полунепрерывные снизу функции. Решение задач по теме занятия.                                                                                                                                                                                                                                                               | 2            |
| 3         | 2         | Выпуклые множества. Решение задач по теме занятия.                                                                                                                                                                                                                                                                          | 2            |
| 4-5       | 2         | Выпуклые функции. Решение задач по теме занятия.                                                                                                                                                                                                                                                                            | 4            |
| 6-7       | 3         | Гладкие конечномерные задачи с ограничениями вида равенств-неравенств. Решение задач по теме занятия. Программирование известных алгоритмов решения задач. Соревнование полученных студентами реализаций по быстродействию.                                                                                                 | 4            |
| 8         | 3         | Теория двойственности. Решение задач по теме занятия. Программирование рассмотренных на занятии алгоритмов. Обсуждение полученных результатов реализации.                                                                                                                                                                   | 2            |
| 9         | 4         | Метод Свенна. Метод равномерного поиска. Метод золотого сечения. Программная реализация рассмотренных алгоритмов. Сравнение методов и обсуждение полученных результатов.                                                                                                                                                    | 2            |
| 10        | 4         | Метод Ньютона-Рафсона для функции 1 переменной. Метод средней точки. Программная реализация рассмотренных алгоритмов. Сравнение методов и обсуждение полученных результатов. Обсуждение научных публикаций, посвященных современным подходам для решения задач рассмотренными методами.                                     | 2            |
| 11        | 4         | Метод покоординатного спуска, наискорейшего градиентного спуска, градиентного спуска с постоянным шагом. Программная реализация рассмотренных алгоритмов. Сравнение методов и обсуждение полученных результатов. Обсуждение научных публикаций, посвященных современным подходам для решения задач рассмотренными методами. | 2            |
| 12        | 4         | Методы второго порядка: Ньютона, Ньютона-Рафсона, Макгвардта. Программная реализация рассмотренных алгоритмов. Сравнение методов и обсуждение полученных результатов. Обсуждение научных публикаций, посвященных современным подходам для решения задач рассмотренными методами.                                            | 2            |
| 13        | 5         | Общая постановка задачи вариационного исчисления. Решение задач по теме занятия.                                                                                                                                                                                                                                            | 2            |
| 14-15     | 5         | Метод вариаций в задачах с неподвижными границами. Решение задач по теме занятия. Программная реализация рассмотренных алгоритмов.                                                                                                                                                                                          | 4            |

|    |   |                                                                                                                                                                   |   |
|----|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|    |   | Сравнение методов и обсуждение полученных результатов. Обсуждение научных публикаций, посвященных современным подходам для решения задач рассмотренными методами. |   |
| 16 | 5 | Метод вариаций в задачах с подвижными границами. Решение задач по теме занятия.                                                                                   | 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                        | Пантелеев, А.В. Методы оптимизации в примерах и задачах [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Пантелеев, Т.А. Летова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 512 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/67460">https://e.lanbook.com/book/67460</a> . — Загл. с экрана. (главы 2,3,6) Акулич, И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.Л. Акулич. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 352 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/2027">https://e.lanbook.com/book/2027</a> . — Загл. с экрана. (глава 1) Алексеев, В.М. Сборник задач по оптимизации. Теория. Примеры. Задачи [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.М. Алексеев, Э.М. Галеев, В.М. Тихомиров. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2011. — 256 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/2097">https://e.lanbook.com/book/2097</a> . — Загл. с экрана. (главы 2-4) | 6       | 11,5         |
| Выполнение индивидуального домашнего задания | Пантелеев, А.В. Методы оптимизации в примерах и задачах [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Пантелеев, Т.А. Летова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 512 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/67460">https://e.lanbook.com/book/67460</a> . — Загл. с экрана. (главы 2,3,6) Акулич, И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.Л. Акулич. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 352 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/2027">https://e.lanbook.com/book/2027</a> . — Загл. с экрана. (глава 1) Алексеев, В.М. Сборник задач по оптимизации. Теория. Примеры.                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 6       | 24           |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |  |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  | <p>Задачи [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.М. Алексеев, Э.М. Галеев, В.М. Тихомиров. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2011. — 256 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/2097">https://e.lanbook.com/book/2097</a>. — Загл. с экрана. (главы 2-4) Аботалеб М. С. А. Установление значимости коэффициентов квазилинейного уравнения N-факторной авторегрессии / М. С. А. Аботалеб // Проблемы информатики , 2024, № 3, с.5-28. DOI:10.24412/2073-0667-2024-3-5-28. Аботалеб М. С. А., Макаровских Т. А., Панюков А. В. Возможности параллелизма при идентификации квазилинейного рекуррентного уравнения / М. С. А. Аботалеб , Т. А. Макаровских , А. В. Панюков //Вестник ЮУргу. Серия: Вычислительная математика и информатика. – 2023. – Т. 12. – №. 4. – С. 94-109. DOI:10.14529/cmse230404.</p> |  |  |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|

## 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    | 6        | Текущий контроль | Индивидуальное задание 1          | 5   | 5          | <p>Задание выдается в первую неделю семестра. Через неделю после окончания разделов, покрываемых заданием, работа сдается преподавателю. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий. Каждая задача оценивается в 1 балл:</p> <p>1 балл - решение полное, правильное, комментарии исчерпывающие</p> <p>0,75 балла - решение полное, комментарии исчерпывающие, но присутствует ряд арифметических недочетов; либо ряд комментариев отсутствует</p> <p>0,50 балла - решение достаточно полное, комментарии недостаточно</p> | экзамен          |

|   |   |                  |                            |   |                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |         |
|---|---|------------------|----------------------------|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|   |   |                  |                            |   | исчерпывающие, могут присутствовать арифметические недочеты, либо задача решена не до конца<br>0,25 балла - в решении присутствуют серьезные смысловые ошибки<br>0 баллов - решение отсутствует либо изначально неверно. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |         |
| 2 | 6 | Текущий контроль | Индивидуальное задание - 2 | 4 | 4                                                                                                                                                                                                                        | <p>Решить предложенные задания в соответствии с вариантом.</p> <p>Решение гладкой конечномерной задачи оформить рукописным текстом на листах формата А4 с одной стороны (решения, набранные на компьютере, не принимаются и не оцениваются).</p> <p>Просьба писать разборчиво и с полями примерно 2 см с каждой стороны.</p> <p>Решения ЗЛП следует выполнять на компьютере с помощью любого понятного и доступного программного обеспечения (Excel и его аналоги, MATLAB,...). Пояснительную записку с ходом решения следует подготовить с использованием Word (либо любого другого текстового редактора, позволяющего работать с формулами: OpenOffice, LaTeX и т.д.). Решение должно быть полным, изложенным связным текстом, с приведением соответствующих графиков и рисунков по ходу изложения, формулы набираются во встроенном редакторе формул, либо в MathType, вставка формул картинками не допускается. Графический материал допускается получать при помощи специального прикладного программного обеспечения (Excel, MATLAB, Maple, MathCAD и пр.).</p> <p>Решение, оформленное на компьютере, распечатывается на листах формата А4 с одной стороны, поля – 2 см с каждого края, шрифт – любой адекватный адекватного размера, просьба включить автоматическую нумерацию страниц, в колонтитуле каждой страницы добавить подпись: «Фамилия, Имя, номер группы».</p> <p>Все листы с решениями скрепляются вместе либо помещаются в прозрачный файл.</p> <p>Каждое задание оценивается в 1 балл :<br/>1 – решение полное,<br/>0.75 – решение записано не достаточно полно либо имеются незначительные ошибки,<br/>0.5 – в решении присутствуют</p> | экзамен |

|   |   |                  |                            |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |         |
|---|---|------------------|----------------------------|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|   |   |                  |                            |   | серьезные недочеты либо решение изложено поверхностно, с пробелами в рассуждениях,<br>0.25 – приведены верные мысли, но решение изложено в общих чертах, не до конца, либо имеются грубые ошибки в логике рассуждений,<br>0 – решение не приведено либо не соответствует поставленной задаче).<br>Выполненное задание должно быть сдано не позднее, чем через 2 недели после его получения (в случае невозможности сдать в срок по уважительной причине просьба предоставить подтверждающие документы либо связаться с преподавателем). В случае сдачи задания после указанного срока за каждую неделю просрочки вычитается по 0.1 балла из общей суммы баллов. |         |
| 3 | 6 | Текущий контроль | Индивидуальное задание - 3 | 3 | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | экзамен |

|   |   |                  |                            |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |         |
|---|---|------------------|----------------------------|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|   |   |                  |                            |   | <p>вместе либо помещаются в прозрачный файл.</p> <p>Каждое задание оценивается в 1 балл :</p> <p>1 – решение полное,</p> <p>0.75 – решение записано не достаточно полно либо имеются незначительные ошибки,</p> <p>0.5 – в решении присутствуют серьезные недочеты либо решение изложено поверхностно, с пробелами в рассуждениях,</p> <p>0.25 – приведены верные мысли, но решение изложено в общих чертах, не до конца, либо имеются грубые ошибки в логике рассуждений,</p> <p>0 – решение не приведено либо не соответствует поставленной задаче).</p> <p>Выполненное задание должно быть сдано не позднее, чем через 2 недели после его получения (в случае невозможности сдать в срок по уважительной причине просьба предоставить подтверждающие документы либо связаться с преподавателем). В случае сдачи задания после указанного срока за каждую неделю просрочки вычитается по 0.2 балла из общей суммы баллов.</p>          |         |
| 4 | 6 | Текущий контроль | Индивидуальное задание - 4 | 3 | <p>3</p> <p>Решить предложенные задания в соответствии с вариантом. Решение задач необходимо оформить рукописным текстом на листах формата А4. Просьба писать разборчиво и с полями примерно 2 см с каждой стороны. Решение должно быть полным, изложенным связным текстом. Если есть необходимость, то следует привести соответствующие графики и рисунки по ходу изложения. Графический материал допускается получать при помощи специального прикладного программного обеспечения (Excel, MATLAB, Maple, MathCAD и пр.). Все листы с решением сканируются/фотографируются и помещаются в один файл с именем "КР4-Ваша_Фамилия.PDF".</p> <p>Внимание! На проверку принимаются только файлы PDF.</p> <p>Каждое задание оценивается в 1 балл :</p> <p>1 – решение полное,</p> <p>0.75 – решение записано не достаточно полно либо имеются незначительные ошибки,</p> <p>0.5 – в решении присутствуют серьезные недочеты либо решение</p> | экзамен |

|   |   |                          |                         |   |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |         |
|---|---|--------------------------|-------------------------|---|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|   |   |                          |                         |   |    | изложено поверхностно, с пробелами в рассуждениях,<br>0.25 – приведены верные мысли, но решение изложено в общих чертах, не до конца, либо имеются грубые ошибки в логике рассуждений,<br>0 – решение не приведено либо не соответствует поставленной задаче).<br>Выполненное задание должно быть сдано не позднее, чем через 2 недели после его получения (в случае невозможности сдать в срок по уважительной причине просьба предоставить подтверждающие документы либо связаться с преподавателем). В случае сдачи задания после указанного срока за каждую неделю просрочки вычитается по 0.2 балла из общей суммы баллов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |         |
| 5 | 6 | Промежуточная аттестация | Экзаменационное задание | - | 40 | Студенту выдается задание, состоящее из 4 случайно подобранных задач по разным разделам курса. Необходимо предоставить подробное верное решение. Каждая задача оценивается до 10 баллов пропорционально качеству выполненного задания и количеству решенных вопросов. Время решения 1 час 30 минут.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | экзамен |
| 6 | 6 | Бонус                    | Бонусное задание        | - | 15 | Студент реализует на одном из языков программирования (либо в эл.таблицах) решение задачи оптимизации, заранее согласованной с преподавателем: это может быть часть проектной работы студента либо реальная задача от партнеров. В качестве бонусного задания не принимаются реализации известных методов без приложения к реальным задачам. Студент может выполнить задание и набрать в общей сложности до 15 баллов.<br>1. Решение задачи с помощью MS Excel и ей подобных средств для фиксированной задачи - до 5 баллов (5 - решение полное, ход решения полностью приведен на листе, 4 - решение полное, но ход решения приведен не полностью, 3 - решение получено, но ход решения приводится в общих чертах, 2 - приводится правильный ответ, ход решения приведен с ошибками, 1 - приведен только верный ответ)<br>2. Решение задачи с помощью MS Excel и ей подобных средств для произвольной задачи (исходные данные задает пользователь) - +5 баллов к п.1 (5 | экзамен |

|  |  |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |
|--|--|--|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  |  |  |  | <p>- пользователь может ввести условие произвольной задачи и моментально получить развернутое подробное решение, 4 - пользователь может ввести условие задачи для многочлена определенной степени и моментально получить развернутое подробное решение, 3 - пользователь может ввести условие задачи и получить решение в общих чертах, 2 - возможность для ввода значений необоснованно ограничена определенными значениями либо получаемое решение записано необоснованно кратко, 1 - выдается только верный ответ для введенных значений)</p> <p>3. Создание программного модуля на языке программирования для решения поставленной задачи (5 баллов - те же критерии, что в п.1 + 5 баллов - те же критерии, что и в п.2 + 5 баллов:</p> <p>1 балл - пояснительная записка к решенной задаче;</p> <p>1 балл - использование эффективных структур данных;</p> <p>1 балл - подробное описание эксперимента и анализ полученных результатов;</p> <p>1 балл - удобный интерфейс для пользователя;</p> <p>1 балл - возможность работы с большими объемами данных)</p> |  |
|--|--|--|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Критерии оценивания                     |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| экзамен                      | <p>При оценивании результатов учебной деятельности обучающегося по дисциплине используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (Положение о БРС утверждено приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179, в редакции приказа ректора от 10.03.2022 г. № 25-13/09). Процедура прохождения промежуточной аттестации осуществляется согласно Положению о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации (приказ ректора от 27.02.2024 № 33-13/09). Оценка за дисциплину формируется на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля следующим образом: • Отлично: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85...100 %. • Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75...84 %. • Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74 %. • Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %. Если студент согласен с оценкой, полученной по результатам текущего</p> | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  | <p>контроля, то он может в день, предшествующий промежуточной аттестации дать свое согласие на автомат в личном кабинете. В случае явки студента на промежуточную аттестацию, давшего свое согласие на автомат в личном кабинете, студент имеет право пройти мероприятия текущего контроля по дисциплине на промежуточной аттестации для улучшения своего рейтинга в день ее проведения. Снижение оценки в этом случае запрещено. Если студент не дал согласия в личном кабинете, то он может согласиться с оценкой лично на промежуточной аттестации в день ее проведения. Если студент не согласен с оценкой, то он имеет право пройти контрольно-рейтинговые мероприятия на промежуточной аттестации для улучшения своего рейтинга в день ее проведения. Фиксация результатов учебной деятельности по дисциплине проводится в день промежуточной аттестации на основе согласия студента, данного им в личном кабинете. При отсутствии согласия в журнале дисциплины фиксация результатов происходит при личном присутствии студента. Если студент не дал согласие в личном кабинете и не явился на промежуточную аттестацию – ему выставляется «неявка».</p> <p>Промежуточная аттестация проводится очно, студенту предлагается решить 4 задачи по разным разделам курса. Генерация заданий проводится в системе edu.susu.ru. Задание состоит из 4 задач, решение которых приводится в письменном виде. Время, отведенное на решение, 1 час 30 минут. В этом случае оценка за дисциплину рассчитывается на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации.</p> |  |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения                                                                                                                | № KM |   |   |   |    |   |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|---|---|----|---|
|             |                                                                                                                                    | 1    | 2 | 3 | 4 | 5  | 6 |
| УК-2        | Знает: методы оптимизации решений конкретных задач, с учётом имеющихся ограничений                                                 | +    | + | + | + | +  | + |
| УК-2        | Умеет: проектировать решение задачи, выбирая оптимальный способ её решения                                                         | +    | + | + | + | +  | + |
| УК-2        | Имеет практический опыт: анализа альтернативных вариантов решений для достижения оптимальных результатов                           | +    | + | + | + | +  | + |
| ОПК-3       | Знает: принципы моделирования экономических, экологических, социальных, технических задач в форме задач оптимизации                |      | + |   |   | ++ |   |
| ОПК-3       | Умеет: применять методы оптимизации в математическом моделировании                                                                 |      | + |   |   | ++ |   |
| ОПК-3       | Имеет практический опыт: моделирования социальных задач и производственных процессов                                               |      | + |   |   | ++ |   |
| ПК-12       | Знает: - [И-1, БУ] основные градиентные алгоритмы используемые в задачах оптимизации и обучения                                    |      |   | + |   | +  |   |
| ПК-12       | Имеет практический опыт: - [И-1, БУ] использования типовых градиентных алгоритмов для решения типовых задач оптимизации и обучения |      |   | + |   | +  |   |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

## Печатная учебно-методическая документация

### *а) основная литература:*

Не предусмотрена

### *б) дополнительная литература:*

1. Васильев, Ф. П. Численные методы решения экстремальных задач Текст Учеб. пособие для вузов по спец. "Прикл. математика" Ф. П. Васильев. - М.: Наука, 1980. - 518 с. ил.
2. Вся высшая математика Т. 6 Учеб. для вузов М. Л. Краснов, А. И. Киселев, Г. И. Макаренко и др. - М.: УРСС, 2003. - 254 с. ил.
3. Галеев, Э. М. Оптимизация : Теория. Примеры. Задачи Текст учеб. пособие для ун-тов Э. М. Галеев. - 4-е изд. - М.: URSS : ЛИБРОКОМ, 2012. - 335 с. ил.
4. Карманов, В. Г. Математическое программирование Учеб. пособие для вузов по спец. "Прикл. математика" В. Г. Карманов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Наука, 1986. - 286 с. граф.
5. Панюков, А. В. Математическое моделирование экономических процессов Текст учеб. пособие для экон. и матем. специальностей вузов А. В. Панюков ; ЮУрГУ. - М.: URSS : ЛИБРОКОМ, 2010. - 191 с.
6. Ширяев, В. И. Исследование операций и численные методы оптимизации Текст учеб. пособие для экон. специальностей ун-тов В. И. Ширяев. - Изд. 3-е, стер. - М.: КомКнига, 2007. - 210, [1] с.

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

1. Дискретный анализ и исследование операций : науч. журн. / Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т математики им. С. Л. Соболева СО РАН. - Новосибирск, 2008-. - URL: [http://www.mathnet.ru/php/journal.phtml?jrnid=da&option\\_lang=rus](http://www.mathnet.ru/php/journal.phtml?jrnid=da&option_lang=rus)
2. Вестник Южно-Уральского государственного университета / Юж.-Урал. гос. ун-т; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательство ЮУрГУ, 2001-. - URL: <http://vestnik.susu.ac.ru/>
3. Автоматика и телемеханика : ежемес. журн. / Рос. акад. наук, Отд-ние энергетики машиностроения, механики и процессов управления, Ин-т пробл. управления РАН, Ин-т пробл. передачи инф-ции РАН. - М. : Наука, 1937-. -

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

1. Методы одномерной оптимизации : методические указания и задания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Методы оптимизации»/ сост. Т. М. Попова. – Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2011. – 26 с.

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

1. Методы одномерной оптимизации : методические указания и задания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Методы оптимизации»/ сост. Т. М. Попова. – Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2011. – 26 с.

## Электронная учебно-методическая документация

| № | Вид литературы                                           | Наименование ресурса в электронной форме | Библиографическое описание                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---|----------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Основная литература                                      | ЭБС<br>издательства<br>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> — Загл. с экрана.                                                         |
| 2 | Основная литература                                      | ЭБС<br>издательства<br>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> — Загл. с экрана.                                                                               |
| 3 | Основная литература                                      | ЭБС<br>издательства<br>Лань              | Пантелеев, А.В. Методы оптимизации в примерах и задачах. [Электронный ресурс] / А.В. Пантелеев, Т.А. Летова. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 512 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/67460">http://e.lanbook.com/book/67460</a> — Загл. с экрана.                                                      |
| 4 | Дополнительная литература                                | ЭБС<br>издательства<br>Лань              | Аттетков, А.В. Введение в методы оптимизации. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Финансы и статистика, 2011. — 272 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/53756">http://e.lanbook.com/book/53756</a> — Загл. с экрана.                                                                                  |
| 5 | Методические пособия для самостоятельной работы студента | ЭБС<br>издательства<br>Лань              | Власов, В.А. Методы оптимизации и оптимального управления: учебное пособие для вузов. [Электронный ресурс] / В.А. Власов, А.О. Толоконский. — Электрон. дан. — М. : НИЯУ МИФИ, 2013. — 88 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/75855">http://e.lanbook.com/book/75855</a> — Загл. с экрана.                     |
| 6 | Основная литература                                      | ЭБС<br>издательства<br>Лань              | Акулич, И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.Л. Акулич. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 352 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/2027">https://e.lanbook.com/book/2027</a> . — Загл. с экрана.                              |
| 7 | Основная литература                                      | ЭБС<br>издательства<br>Лань              | Алексеев, В.М. Сборник задач по оптимизации. Теория. Примеры. Задачи [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.М. Алексеев, Э.М. Галеев, В.М. Тихомиров. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2011. — 256 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/2097">https://e.lanbook.com/book/2097</a> . — Загл. с экрана |
| 8 | Методические пособия для самостоятельной работы студента | ЭБС<br>издательства<br>Лань              | Пантелеев, А.В. Методы оптимизации в примерах и задачах [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Пантелеев, Т.А. Летова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 512 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/67460">https://e.lanbook.com/book/67460</a> . — Загл. с экрана.                      |

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Вид занятий                     | № ауд.      | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий |
|---------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Практические занятия и семинары | 276а<br>(3) | Доска                                                                                                                                            |
| Лекции                          | 204<br>(3г) | Проектор, экран, документ-камера.                                                                                                                |