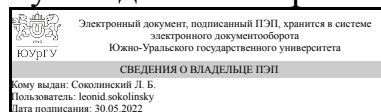


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



Л. Б. Соколинский

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.13 Методы оптимизации и исследование операций  
для направления 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

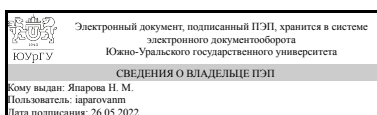
уровень Бакалавриат

форма обучения очная

кафедра-разработчик Математическое обеспечение информационных технологий

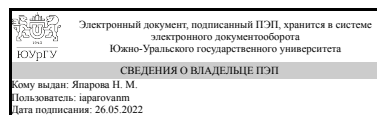
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, утверждённым приказом Минобрнауки от 23.08.2017 № 808

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



Н. М. Япарова

Разработчик программы,  
д.техн.н., доц., профессор



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. Основы теории игр: платежная матрица, нижняя и верхняя цена игры, принцип минимакса, смешанные стратегии, матричные игры, биматричные игры.

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

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)                                                                                                               | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности | Знает: основы построения нелинейных оптимизационных моделей, постановки задач математического программирования, выпуклого программирования, линейного программирования, вариационного исчисления, теории игр<br>Умеет: применять методы оптимизации при решении задач, связанных с разработкой и использованием информационных технологий<br>Имеет практический опыт: решения задач оптимизации численными методами, реализации используемых алгоритмов с привлечением вычислительной техники |

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ  |
|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 1.О.18 Дискретная математика,<br>1.О.19 Комплексный анализ,   | 1.О.24 Прикладные задачи теории вероятностей |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 1.О.05.01 Алгебра и геометрия,<br>1.О.22 Функциональный анализ,<br>1.О.05.02 Математический анализ,<br>1.О.06 Физика,<br>1.О.09 Дифференциальные и разностные уравнения,<br>1.О.05.03 Специальные главы математики,<br>1.О.08 Теория автоматов и формальных языков,<br>1.О.10 Вычислительные методы,<br>1.О.14 Теория вероятностей и математическая статистика |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

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

| Дисциплина                   | Требования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.О.19 Комплексный анализ    | <p>Знает: комплексные числа, комплекснозначные функции, конформные отображения, контурные интегралы по комплексной области, вычеты, основные правила интегрирования, признаки сходимости функциональных рядов, свойства аналитических функций</p> <p>Умеет: исследовать функции комплексного переменного на дифференцируемость, вычислять интегралы по контуру в комплексной плоскости, исследовать на сходимость функциональные ряды, применять основные методы комплексного анализа для решения прикладных задач, связанных с фундаментальной информатикой</p> <p>Имеет практический опыт: применения методов теории аналитических функций и теории конформных отображений для решения задач, связанных с профессиональной деятельностью</p>                                                                                                                             |
| 1.О.10 Вычислительные методы | <p>Знает: 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, теоретические основы построения методов численного решения алгебраических и трансцендентных уравнений, методов решения систем линейных и нелинейных уравнений, построения алгоритмов интерполяции, численного дифференцирования и интегрирования</p> <p>Умеет: находить число итераций, необходимое для достижения заданной точности, давать оценку погрешности приближенных формул, строить формулы численного дифференцирования и</p> |

|                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                        | <p>интегрирования исходя из соображений точности, писать компьютерные программы, реализующие основные алгоритмы численных методов, анализировать поставленную задачу и выбирать пути её решения, оптимизировать используемые вычислительные алгоритмы</p> <p>Имеет практический опыт: применения основных методов численного анализа; владения навыками использования методов численного моделирования при решении прикладных задач, их реализации с помощью информационных технологий, решения прикладных задач с использованием соответствующих вычислительных алгоритмов, самостоятельной работы по пополнению знаний в области вычислительных методов</p>                                                                                                                                                     |
| 1.О.14 Теория вероятностей и математическая статистика | <p>Знает: основные математические положения, законы, основные формулы и методы решения задач теории вероятностей и математической статистики</p> <p>Умеет: решать классические ( типовые) задачи теории вероятностей и математической статистики, применять математические методы для решения типовых профессиональных задач, ориентироваться в справочной литературе</p> <p>Имеет практический опыт: использования основных методов теории вероятностей и математической статистики для решения задач, связанных с профессиональной деятельностью</p>                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 1.О.05.01 Алгебра и геометрия                          | <p>Знает: классические методы решения систем линейных алгебраических уравнений, основные понятия теории матриц и определителей, основы векторной алгебры, основы аналитической геометрии на плоскости и в пространстве</p> <p>Умеет: определять условия применения того или иного теоретического аспекта при решении практических задач, применять методы линейной алгебры и аналитической геометрии в теоретических и экспериментальных исследованиях для решения профессиональных задач</p> <p>Имеет практический опыт: применения современного математического инструментария для решения профессиональных задач, математического моделирования в соответствующей области знаний, использования фундаментальных знаний в области алгебры и аналитической геометрии в будущей профессиональной деятельности</p> |
| 1.О.05.02 Математический анализ                        | <p>Знает: основы дифференциального и интегрального исчисления, основы теории функций нескольких переменных, необходимые для решения задач, связанных с профессиональной деятельностью</p> <p>Умеет: применять методы дифференциального и интегрального исчисления, основы теории функций нескольких переменных для решения</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                | стандартных задач, связанных с фундаментальной информатикой, использовать математический аппарат для аналитического описания процессов и явлений, возникающих в учебно-профессиональной деятельности Имеет практический опыт: применения дифференциального и интегрального исчисления, теории функций нескольких переменных в дисциплинах, связанных с фундаментальной информатикой; решения профессиональных задач с использованием методов математического анализа                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 1.О.08 Теория автоматов и формальных языков    | Знает: основные понятия теории автоматов и формальных (контекстно-свободных) грамматик, формальных языков и их взаимосвязь Умеет: строить и минимизировать конечный автомат по условиям предлагаемой задачи, строить контекстно-свободные грамматики, а также их языки соответственно заданию Имеет практический опыт: применения различных методов построения, анализа и минимизации конечных автоматов и их грамматик                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 1.О.18 Дискретная математика                   | Знает: основные понятия комбинаторики и теории графов, алгоритмы решения простейших задач оптимизации с использованием теории графов, основные методы решения комбинаторных задач Умеет: решать комбинаторные задачи, задавать граф в различных представлениях, решать классические задачи комбинаторики и теории графов, использовать алгоритмы для решения задач на графах Имеет практический опыт: владения методами решения комбинаторных задач и задач на графах, основными принципами комбинаторики, основными принципами доказательства утверждений комбинаторики и теории графов, основным понятийным аппаратом комбинаторики и теории графов                                                                                       |
| 1.О.09 Дифференциальные и разностные уравнения | Знает: теоретические основания и основные методы теории дифференциальных и разностных уравнений, существующие междисциплинарные взаимосвязи и возможности использования изучаемых методов теории дифференциальных уравнений при проведении исследований Умеет: осуществлять поиск необходимых методов и средств теории дифференциальных уравнений в зависимости от требуемых целей, возникающих в процессе познания или в процессе решения формализованных задач в области предметно-практической деятельности Имеет практический опыт: применения основных методов и средств решения дифференциальных уравнений, владения навыками использования соответствующего математического аппарата при решении задач профессиональной деятельности |
| 1.О.22 Функциональный анализ                   | Знает: основные результаты теории линейных                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|               | <p>нормированных пространств и теории линейных операторов Умеет: применять методы функционального анализа для решения математических задач, возникающих в естествознании и технических дисциплинах и для обоснования численных методов Имеет практический опыт: исследования свойств линейных операторов и применения их к решению прикладных задач</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 1.О.06 Физика | <p>Знает: структуру курса дисциплины, рекомендуемую литературу, фундаментальные разделы физики, методы и средства измерения физических величин, методы обработки экспериментальных данных Умеет: применять основные законы физики для успешного решения задач, направленных на саморазвитие обучающегося и подготовку к профессиональной деятельности, использовать знания фундаментальных основ, подходы и методы математики, физики в обучении и профессиональной деятельности, в интегрировании имеющихся знаний, наращивании накопленных знаний, применять математические методы, физические законы и вычислительную технику для решения практических задач, работать с измерительными приборами, выполнять физический эксперимент, обрабатывать результаты измерений, строить графики и проводить графический анализ опытных данных, считать систематические и случайные ошибки прямых и косвенных измерений, приборные ошибки, применять современное физическое оборудование и приборы при решении практических задач Имеет практический опыт: самостоятельного решения учебных и профессиональных задач с применением методов и подходов, развиваемых и используемых в физике, в том числе задач, которые требуют применения измерительной аппаратуры, навыками правильного представления и анализа полученных результатов, владения фундаментальными понятиями и основными законами классической и современной физики и методами их использования, методологией организации, планирования, проведения и обработки результатов экспериментов и экспериментальных исследований, навыками физического эксперимента и умения применять конкретное физическое содержание в прикладных задачах будущей специальности, навыками проведения расчетов, как при решении задач, так и при научном эксперименте, навыками оформления отчетов по результатам исследований; навыками работы с измерительной аппаратурой, в том числе с цифровой измерительной техникой,</p> |

|                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                        | навыками обработки экспериментальных данных и оценки точности измерений, навыками анализа полученных результатов, как решения задач, так эксперимента и измерений                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 1.О.05.03 Специальные главы математики | <p>Знает: основные понятия и результаты теории рядов, многомерных, криволинейных и поверхностных интегралов, теории вероятностей и математической статистики, основные способы применения математики в информатике, влияние математики на информационные технологии</p> <p>Умеет: решать основные задачи из теории рядов, многомерных, криволинейных и поверхностных интегралов, теории вероятностей и математической статистики, применять математические методы в информатике, применять математические результаты в информационных технологиях</p> <p>Имеет практический опыт: владения приёмами применения теории рядов, многомерных, криволинейных и поверхностных интегралов, теории вероятностей и математической статистики, основными результатами дисциплины для применения математики в информатике, приёмами использования математических методов в информационных технологиях</p> |

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 74,5 ч. контактной работы

| Вид учебной работы                                                         | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------|
|                                                                            |             | Номер семестра                     |
|                                                                            |             | 7                                  |
| Общая трудоёмкость дисциплины                                              | 144         | 144                                |
| <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>                                        | 69,5        | 69,5                               |
| Подготовка к экзамену                                                      | 26,5        | 26,5                               |
| подготовка к контрольной работе                                            | 17          | 17                                 |
| выполнение домашних работ                                                  | 26          | 26                                 |
| Консультации и промежуточная аттестация                                    | 10,5        | 10,5                               |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)                                   | -           | экзамен                            |

#### 5. Содержание дисциплины

| №<br>раздела | Наименование разделов дисциплины                            | Объем аудиторных занятий по видам<br>в часах |    |    |    |
|--------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|----|----|----|
|              |                                                             | Всего                                        | Л  | ПЗ | ЛР |
| 1            | Элементы выпуклого анализа. Математическое программирование | 12                                           | 6  | 6  | 0  |
| 2            | Линейное программирование                                   | 22                                           | 10 | 12 | 0  |
| 3            | Методы оптимизации                                          | 20                                           | 10 | 10 | 0  |
| 4            | Основы теории игр                                           | 10                                           | 6  | 4  | 0  |

## 5.1. Лекции

| №<br>лекции | №<br>раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Кол-<br>во<br>часов |
|-------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 1           | 1            | 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. | 2                   |
| 2-3         | 1            | Основная задача математического программирования. Основная задача выпуклого программирования. Возможные направления. Возможные направления. Условие регулярности Слейтера. Функция Лагранжа. Условия оптимальности. Теорема Куна-Таккера.                                                                                                                                                     | 4                   |
| 4-5         | 2            | Постановка задачи линейного программирования. Свойства задачи. Графическое решение. Метод последовательного улучшения планов. Метод искусственных переменных Контрольная точка Т1                                                                                                                                                                                                             | 4                   |
| 6           | 2            | Метод последовательного улучшения оценок. Теория двойственности и анализ моделей на чувствительность. Задачи с параметрами.                                                                                                                                                                                                                                                                   | 2                   |
| 7-8         | 2            | Транспортные задачи ЛП. Задачи целочисленного линейного программирования. Метод Гомори. Метод ветвей и границ.                                                                                                                                                                                                                                                                                | 4                   |
| 9-10        | 3            | Методы безусловной оптимизации. Градиентные и квазиньютоновские методы в $R^n$ . Контрольная точка Т2                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 4                   |
| 11-13       | 3            | Многомерная оптимизация с ограничениями. Метод проекции градиента. Метод условного градиента. Метод возможных направлений.                                                                                                                                                                                                                                                                    | 6                   |
| 14-16       | 4            | Основы теории игр: платежная матрица, нижняя и верхняя цена игры, принцип минимакса, смешанные стратегии, матричные игры. Биматричные игры.                                                                                                                                                                                                                                                   | 6                   |

## 5.2. Практические занятия, семинары

| №<br>занятия | №<br>раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Кол-<br>во<br>часов |
|--------------|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 1-3          | 1            | Математическое моделирование явлений и процессов Понятие отрезка в n-мерном пространстве. Понятие выпуклого множества. Выпуклость гиперплоскости и полупространства. Теорема о пересечении выпуклых множеств. Проекция точки на множество. Понятие край-ней точки выпуклого множества. Теоремы отделимости. Выпуклые и вогнутые множества. Дифференцируемость по направлению. Задачи математического программирования. Контрольная точка 1 | 6                   |
| 4-6          | 2            | Задачи линейного программирования. Приведение задачи линейного программирования к канонической форме. Опорные решения. Метод                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 6                   |

|       |   |                                                                                                                                                                                                                                |   |
|-------|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|       |   | перебора. Графическое решение задач ЛП. Контрольная точка 2 Симплекс-метод.                                                                                                                                                    |   |
| 7-8   | 2 | М-метод. Двухэтапный метод. Метод последовательного улучшения оценок. Вырожденные задачи ЛП. Применение теории двойственности и анализ моделей на чувствительность. Приложения линейного программирования. Контрольная точка 3 | 4 |
| 9     | 2 | Транспортные задачи ЛП. Задачи целочисленного линейного программирования. Метод Гомори. Метод ветвей и границ. Контрольная точка 4                                                                                             | 2 |
| 10-11 | 3 | Методы безусловной оптимизации. Градиентные методы. Метод Ньютона. Метод сопряженных направлений.                                                                                                                              | 4 |
| 12-14 | 3 | Метод условного градиента. Метод штрафных функций. Методы условной оптимизации Контрольная точка 5                                                                                                                             | 6 |
| 15-16 | 4 | Решение матричных игр сведением к задаче линейного программирования. Алгоритм Лемке-Хаусона.                                                                                                                                   | 4 |

### 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           | 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. | 7       | 26,5         |
| подготовка к контрольной работе | 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. | 7       | 17           |
| выполнение домашних работ       | 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. | 7       | 26           |

## 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    | 7        | Текущий контроль | Контрольная точка 1               | 2   | 5          | Контрольная точка проводится в форме решения задач. Включает 5 заданий. Каждое оценивается в 1 балл. Работа 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 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 | экзамен          |
| 2    | 7        | Текущий контроль | Контрольная точка 2               | 2   | 5          | Контрольная точка проводится в форме решения задач. Включает 8 заданий. Первые 6 заданий оцениваются в 0,5 балла. Последние 2 оцениваются по 1 баллу. В случае дробной оценки баллы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | экзамен          |

|   |   |                  |                      |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |         |
|---|---|------------------|----------------------|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|   |   |                  |                      |   | <p>начисляются по правилу округления. Работа 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> |         |
| 3 | 7 | Текущий контроль | Контрольная точка Т1 | 1 | 3 <p>Контрольная точка проводится в форме решения задач. Включает 1 задание оценивается в 3 балла. Работа проверяется во внеаудиторное время.</p> <p>3: 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>2: Студент продемонстрировал, что содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | экзамен |

|   |   |                  |                     |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |         |
|---|---|------------------|---------------------|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|   |   |                  |                     |   | сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.<br>1: Студент приводил неправильные формулировки при изложении материала, или ответ содержал грубые ошибки, допущенные при изложении материала<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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |         |
| 4 | 7 | Текущий контроль | Контрольная точка 3 | 2 | 5<br>Контрольная точка проводится в форме решения задач. Включает 7 заданий. Первые 4 оцениваются в 0,5 балла. Следующие 3 задания оцениваются в 1 балл. В случае дробной оценки баллы начисляются по правилу округления. Работа проверяется во внеаудиторное время.<br>6:<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 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 | экзамен |

|   |   |                  |                      |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |         |
|---|---|------------------|----------------------|---|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|   |   |                  |                      |   |   | существо вопроса или продемонстрировал отсутствие навыков владения основными методами и приемами решения задач,изучаемых в курсе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |         |
| 5 | 7 | Текущий контроль | Контрольная точка 4  | 2 | 5 | <p>Контрольная точка проводится в форме решения задач.. Включает 2 задания. Каждое задание содержит 10 вариантов. Студент выполняет только один вариант из каждого задания. Номер выполняемого варианта определяется преподавателем индивидуально для каждого студента. Первое задание оценивается в 3 балла. Второе оценивается в 2 балла. Работа 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> | экзамен |
| 6 | 7 | Текущий контроль | Контрольная точка T2 | 1 | 3 | Контрольная точка проводится в форме решения задач. Включает 1 задание оценивается в 3 балла. Работа проверяется во внеаудиторное время.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | экзамен |

|   |   |                  |                     |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |         |
|---|---|------------------|---------------------|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|   |   |                  |                     |   | <p>3: 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>2: Студент 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>1: Студент приводил неправильные формулировки при изложении материала, или ответ содержал грубые ошибки, допущенные при изложении материала</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> |         |
| 7 | 7 | Текущий контроль | Контрольная точка 5 | 2 | <p>5</p> <p>Контрольная точка проводится в форме решения задач. Включает 5 заданий. Каждое оценивается в 1 балл. В случае дробной оценки баллы начисляются по правилу округления. Работа 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</p>                                       | экзамен |

|   |   |                          |                          |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |         |
|---|---|--------------------------|--------------------------|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|   |   |                          |                          |   | 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |         |
| 8 | 7 | Промежуточная аттестация | Промежуточная аттестация | - | 5<br>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). Оценка за дисциплину формируется на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. 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 не согласен с оценкой, полученной по результатам текущего контроля, студент проходит мероприятие промежуточной аттестации в письменном виде в форме решения задач. Билет включает 5 заданий. Каждое оценивается в 1 балл. На подготовку дается 1,5 ак. часа. Работа проверяется во внеаудиторное время. Критерии оценки: 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 | экзамен |

|  |  |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |
|--|--|--|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  |  |  |  | <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> <p>В этом случае оценка за дисциплину рассчитывается на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации. Фиксация результатов учебной деятельности по дисциплине проводится в день экзамена при личном присутствии студента.</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). Оценка за дисциплину формируется на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. 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 %.</p> <p>Если студент не согласен с оценкой, полученной по результатам текущего контроля, студент проходит мероприятие промежуточной аттестации в письменном виде в форме решения задач. Билет включает 5 заданий. Каждое оценивается в 1 балл. На подготовку дается 1,5 ак. часа. Работа проверяется</p> | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  | <p>во внеаудиторное время. Критерии оценки: 5: Студент продемонстрировал, что содержание курса освоено, необходимые навыки работы с освоенным материалом сформированы, 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 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. 2: Студент приводил неправильные формулировки при изложении материала, или ответ содержал грубые ошибки, допущенные при изложении материала 1: Студент отсутствие знаний основных понятий и базовых методов, изучаемых в курсе 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 В этом случае оценка за дисциплину рассчитывается на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации. Фиксация результатов учебной деятельности по дисциплине проводится в день экзамена при личном присутствии студента.</p> |  |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения                                                                                                                                                                                          | № КМ |   |   |   |   |   |   |   |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|---|---|---|---|---|---|
|             |                                                                                                                                                                                                              | 1    | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| ОПК-1       | Знает: основы построения нелинейных оптимизационных моделей, постановки задач математического программирования, выпуклого программирования, линейного программирования, вариационного исчисления, теории игр | +    | + | + | + | + | + | + | + |
| ОПК-1       | Умеет: применять методы оптимизации при решении задач, связанных с разработкой и использованием информационных технологий                                                                                    |      |   |   | + | + |   | + | + |
| ОПК-1       | Имеет практический опыт: решения задач оптимизации численными методами, реализации используемых алгоритмов с привлечением вычислительной техники                                                             | +    |   |   |   | + |   | + | + |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. 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.
2. 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.

3. Вся высшая математика [Текст] Т. 5 Теория вероятностей.

Математическая статистика. Теория игр учеб. для вузов : в 6 т. М. Л. Краснов, А. И. Киселев, Г. И. Макаренко и др. - Изд. 5-е. - М.: URSS : Издательство ЛКИ, 2011. - 293, [1] с.

*б) дополнительная литература:*

1. Васильев, Ф. П. Численные методы решения экстремальных задач [Текст] Учеб. пособие для вузов по спец. "Прикл. математика" Ф. П. Васильев. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Наука, 1988. - 549 с. ил.

2. Ширяев, В. И. Исследование операций и численные методы оптимизации [Текст] учеб. пособие для экон. специальностей ун-тов В. И. Ширяев. - 5-е изд., доп. - М.: ЛЕНАНД : URSS, 2017. - 219, [1] с.

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

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

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ И ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ

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

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ И ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ

### **Электронная учебно-методическая документация**

Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

1. -Maple 13(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -Информационные ресурсы ФИПС(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 | 434<br>(36) | мультимедийная аудитория                                                                                                                         |
| Лекции                          | 434<br>(36) | мультимедийная аудитория                                                                                                                         |

