

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра вычислительной и экспериментальной механики**

**Авторы-составители: Стрелкова Нина Александровна  
Остапенко Елена Николаевна**

**Рабочая программа дисциплины**

**МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ И ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ**

**Код УМК 67642**

**Утверждено  
Протокол №6  
от «16» июня 2020 г.**

**Пермь, 2020**

## **1. Наименование дисциплины**

Методы оптимизации и исследование операций

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление подготовки: **01.03.02** Прикладная математика и информатика  
направленность Системное программирование и компьютерные технологии

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Методы оптимизации и исследование операций** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**01.03.02** Прикладная математика и информатика (направленность : Системное программирование и компьютерные технологии)

**ОПК.1** Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности

#### **Индикаторы**

**ОПК.1.1** Применяет базовые понятия, основную терминологию и знания основных положений и концепций в области математических и естественных наук

**ОПК.1.3** Использует практический опыт решения стандартных задач математических и (или) естественных наук

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направление подготовки</b>	01.03.02 Прикладная математика и информатика (направленность: Системное программирование и компьютерные технологии)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	11
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	3
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	108
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	42
<b>Проведение лекционных занятий</b>	14
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	28
<b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b>	0
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	66
<b>Формы текущего контроля</b>	Входное тестирование (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Зачет (11 триместр)

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Методы оптимизации и исследование операций**

#### **Введение в дисциплину**

Проверяются знания основных операций векторной алгебры, математического анализа и дифференциальных уравнений.

#### **Линейное программирование**

Постановка и формы записи задачи задач линейного программирования. Графический метод решения задач линейного программирования.

#### **Симплекс-метод**

Постановка задачи. Алгоритм симплекс-метода. Примеры использования симплекс-метода для построения оптимального решения задач ЛП.

#### **Метод искусственного базиса**

Алгоритм выбора начального базиса. Примеры использования метода искусственного базиса для построения оптимального решения задач ЛП.

#### **Двойственные задачи линейного программирования**

Двойственные задачи линейного программирования. Основное неравенство и теоремы теории двойственности.

#### **Транспортная задача**

Общая постановка транспортной задачи линейного программирования. Открытая и закрытая ТЗ. Метод северо-западного угла. Метод наименьшей стоимости. Проверка оптимальности базисного распределения поставок. Улучшение неоптимального плана перевозок. Алгоритм распределительного метода.

#### **Целочисленное программирование**

Целочисленное линейное программирование. Алгоритм Гомори.

#### **Динамическое программирование**

Общая постановка задачи динамического программирования. Принцип оптимальности Р. Беллмана. Рекуррентные соотношения Беллмана. Задачи распределения ресурсов.

#### **Задача выпуклого программирования**

Выпуклые множества и функции. Постановка задачи выпуклого программирования. Теорема Куна-Таккера.

#### **Гладкие конечномерные задачи оптимизации с ограничениями типа равенств и неравенств**

Постановка задачи. Принцип Лагранжа для гладких конечномерных задач с ограничениями типа равенств и неравенств.

#### **Игровые методы обоснования решений**

Предмет и основные понятия теории игр. Антагонистические матричные игры. Чистые и смешанные стратегии. Теорема Неймана. Теорема об оптимальных смешанных стратегиях.

#### **Методы решения антагонистических игр**

Решение и геометрическая интерпретация игр  $2 \times n$  и  $m \times 2$ . Исключение доминируемых и дублирующих стратегий. Метод итераций Брауна-Робинсон. Связь с прямой и двойственной задачами линейного программирования.

**Итоговое контрольное мероприятие**  
Проверка знаний по всему курсу.

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторные занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

### **Основная:**

1. Бабенышев, С. В. Методы оптимизации : учебное пособие / С. В. Бабенышев, Е. Н. Матеров. — Железногорск : Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2019. — 135 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/90184>
2. Гадельшина, Г. А. Введение в теорию игр : учебное пособие / Г. А. Гадельшина, А. Е. Упшинская, И. С. Владимирова. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2014. — 112 с. — ISBN 978-5-7882-1709-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/61829.html>
3. Васин А. А., Краснощеков П. С., Морозов В. В. Исследование операций: учебное пособие для студентов вузов / А. А. Васин, П. С. Краснощеков, В. В. Морозов. — Москва: Академия, 2008, ISBN 978-5-7695-4190-2. — 464. — Библиогр.: с. 454-457

### **Дополнительная:**

1. Исследование операций в экономике: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по экономическим специальностям / Н. Ш. Кремер [и др.] ; ред. Н. Ш. Кремер. — Москва: ЮНИТИ, 2006, ISBN 5-238-00636-5. — 407. — Библиогр.: с. 393-394
2. Аттетков А. В., Зарубин В. С., Канатников А. Н. Введение в методы оптимизации: учебное пособие / А. В. Аттетков, В. С. Зарубин, А. Н. Канатников. — Москва: Финансы и статистика, 2008, ISBN 978-5-279-03251-8. — 269. — Библиогр.: с. 260-265. — Предм. указ.: с. 266-269
3. Протасов И. Д. Теория игр и исследование операций: учебное пособие / И. Д. Протасов. — Москва: Гелиос АРВ, 2006, ISBN 5-85438-133-8. — 368. — Библиогр.: с. 365-366
4. Гончаров, В. А. Методы оптимизации : учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / В. А. Гончаров. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 191 с. — (Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-3642-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/425157>
5. Ширяев В. И. Исследование операций и численные методы оптимизации: учебное пособие для вузов / В. И. Ширяев. — Москва: КомКнига, 2006, ISBN 5-484-00703-8. — 216. — Библиогр.: с. 207-211



## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

<http://www.psu.ru/elektronnye-resursy-dlya-psu> Электронные ресурсы для ПГНИУ

<http://www.mathnet.ru/> Общероссийский математический портал

<http://window.edu.ru/> Единое окно доступа к образовательным ресурсам

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **Методы оптимизации и исследование операций** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

Образовательный процесс по дисциплине предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Необходимое лицензионное и (или) свободно распространяемое программное обеспечение:

- приложение позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов «Adobe Acrobat Reader DC»;
- офисный пакет приложений «LibreOffice»;

Специализированное программное обеспечение не требуется.

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ ([student.psu.ru](http://student.psu.ru)).

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ ([student.psu.ru](http://student.psu.ru)).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для лекционных занятий требуется аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения практических занятий - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для групповых (индивидуальных) консультаций - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения текущего контроля - аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

Самостоятельная работа студентов: аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», с обеспеченным доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Методы оптимизации и исследование операций**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.  
Индикаторы и критерии их оценивания**

**ОПК.1**

**Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности**

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<b>ОПК.1.3</b> Использует практический опыт решения стандартных задач математических и (или) естественных наук	ЗНАТЬ: основные понятия и утверждения методов оптимизации и исследования операций; УМЕТЬ: применять методы задач оптимизации и исследования операций в стандартных постановках для решения стандартных математических задач; ВЛАДЕТЬ: основным понятийным аппаратом теории оптимизации и исследования операций, навыками применения современных методов решения стандартных математических задач в исследовательской и прикладной деятельности.	<b>Неудовлетворител</b> Практически не умеет решать даже ограниченный круг стандартных математических задач <b>Удовлетворительн</b> Умеет решать достаточно ограниченный круг стандартных математических задач <b>Хорошо</b> Умеет решать достаточно большой набор стандартных математических задач <b>Отлично</b> Способен использовать практический опыт решения широкого круга стандартных математических наук
<b>ОПК.1.1</b> Применяет базовые понятия, основную терминологию и знания основных положений и концепций в области математических и естественных наук	ЗНАТЬ: постановки, основные понятия и утверждения задач оптимизации и исследования операций; УМЕТЬ: применять базовые понятия, основную терминологию и знания основных положений и концепций в области математических и естественных наук для решения задач оптимизации и исследования операций; ВЛАДЕТЬ: основным понятийным аппаратом теории оптимизации и исследования операций, методами решения	<b>Неудовлетворител</b> Не знает основные понятия и утверждения теории оптимизации и исследования операций. Демонстрирует отсутствие навыков решения задач оптимизации и исследования операций. <b>Удовлетворительн</b> Общие, но не структурированные знания основных понятий теории оптимизации и исследования операций. Демонстрирует частично сформированное умение решать конечномерные задачи оптимизации и исследования операций, давать содержательную интерпретацию результатов исследования экстремальных задач. <b>Хорошо</b> Сформированные, но содержащие некоторые

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
	задач оптимизации и исследования операций, навыками теоретического анализа полученных результатов.	<p><b>Хорошо</b></p> <p>пробелы знания основных понятий теории оптимизации и исследования операций. В целом успешные, но содержащие некоторые пробелы умения решать задачи оптимизации и исследования операций, создавать, анализировать, реализовывать математические модели линейного и нелинейного программирования с применением современных вычислительных систем, давать содержательную интерпретацию результатов исследования экстремальных задач. Умеет самостоятельно приобретать новые знания. Владеет основным понятийным аппаратом теории оптимизации и исследования операций.</p> <p><b>Отлично</b></p> <p>Сформированные систематические знания основных понятий методов оптимизации и исследования операций. Сформированное умение решать задачи оптимизации и исследования операций в стандартных постановках, создавать, анализировать, реализовывать математические модели линейного и нелинейного программирования с применением современных вычислительных систем, давать содержательную интерпретацию результатов исследования задач оптимизации и исследования операций, контролировать правильность вычислений, самостоятельно приобретать новые знания.</p>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Зачет

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 41 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 41 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>Входной контроль</b>	Введение в дисциплину <b>Входное тестирование</b>	Проверка знаний базовых понятий и методов, необходимых для изучения курса «Методы оптимизации и исследование операций».
<b>ОПК.1.3</b> Использует практический опыт решения стандартных задач математических и (или) естественных наук	Контрольная работа 1 (для очной формы) <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Знать общую теорию и основные методы решения задач линейного и целочисленного программирования. Уметь находить оптимальное решение транспортной задачи, задач линейного и целочисленного программирования.
<b>ОПК.1.3</b> Использует практический опыт решения стандартных задач математических и (или) естественных наук <b>ОПК.1.1</b> Применяет базовые понятия, основную терминологию и знания основных положений и концепций в области математических и естественных наук	Контрольная работа 2 <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Знать основные методы решения задач динамического и выпуклого программирования, конечномерных задач оптимизации с ограничениями типа равенств и неравенств, методы решения антагонистических игр. Уметь применять основные формулы и изученные методы для решения конкретных задач оптимизации и исследования операций.

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>ОПК.1.3</b> Использует практический опыт решения стандартных задач математических и (или) естественных наук <b>ОПК.1.1</b> Применяет базовые понятия, основную терминологию и знания основных положений и концепций в области математических и естественных наук	Итоговое контрольное мероприятие <b>Итоговое контрольное мероприятие</b>	Знать общую теорию и основные методы решения задач оптимизации и исследования операций. Уметь применять основные формулы и изученные методы для решения типовых задач оптимизации и исследования операций. Владеть основным понятийным аппаратом теории оптимизации и исследования операций, навыками теоретического анализа полученных результатов.

### Спецификация мероприятий текущего контроля

#### Введение в дисциплину

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Входной тест состоит из 10 заданий. Каждое задание оценивается от 0,5 до 2 баллов при правильном решении. Отсутствие решения или неверно решенное задание оценивается в 0 баллов.	10

#### Контрольная работа 1 (для очной формы)

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **12**

Показатели оценивания	Баллы
Знает методы решения транспортных задач и умеет применять их для определения оптимального плана перевозок.	5
Умеет решать задачи целочисленного программирования.	5
Умеет решать, с использованием графического метода, задачи линейного программирования.	5
Умеет применять симплекс-метод для решения задач линейного программирования.	5
Умеет применять метод искусственного базиса для решения задач линейного программирования.	5
Знает основные утверждения теории двойственности, умеет построить задачу линейного программирования, двойственную к рассматриваемой задаче.	3
Знает методы решения транспортных задач и умеет применять их для определения	2

первоначального распределения поставок.	

## Контрольная работа 2

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **12**

Показатели оценивания	Баллы
Умеет найти приближенное решение игры с использованием метода Брауна-Робинсон.	4
Знает основные методы решения антагонистических игр, умеет найти оптимальное решение игры с использованием графического метода.	4
Знает основные методы решения антагонистических игр, умеет найти оптимальное решение игры с использованием правила доминирования.	4
Умеет решать, с использованием метода множителей Лагранжа, гладкие экстремальные задачи с ограничениями типа равенств и неравенств.	4
Знает основные методы решения антагонистических игр, умеет найти оптимальное решение игры с использованием симплекс-метода.	4
Умеет решать задачи оптимизации с использованием метода динамического программирования Беллмана.	4
Умеет решать, с использованием метода множителей Лагранжа, гладкие экстремальные задачи с ограничениями типа равенств.	4
Знает основные методы решения антагонистических игр, умеет найти цену игры, максиминную и минимаксную стратегии.	2

## Итоговое контрольное мероприятие

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Знает определения выпуклого множества и выпуклой функции, формулировку задачи выпуклого программирования, теорему Куна–Таккера, принцип Лагранжа для гладких экстремальных задач с ограничениями типа равенств и неравенств. Умеет использовать теоретические результаты для обоснования правильности решения конкретных задач.	6
Знает основные понятия теории игр. Уметь применять основные формулы и изученные методы для решения конкретных задач теории игр.	6
Знает связь теории игр с прямой и двойственной задачами линейного программирования. Умеет применять теоретические результаты для определения оптимального решения антагонистических матричных игр.	6
Знает постановку и формы записи задач линейного программирования. Умеет привести общую задачу линейного программирования к канонической форме. Знает основные методы решения задач линейного программирования. Знает теоремы теории двойственности. Умеет применять теоретические результаты для решения конкретных	6

задач линейного программирования.	
Знает методы решения задач целочисленного линейного программирования.	4
Умеет находить оптимальное решение транспортной задачи.	4
Знает метод динамического программирования Беллмана. Умет применять метод динамического программирования для решения конкретных задач оптимизации.	4
Владеет навыками применения метода итераций Брауна-Робинсон к приближенному вычислению оптимального решения игры.	4