

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: **02.03.02** Фундаментальная информатика и информационные технологии
направленность Открытые информационные системы

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

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

02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии (направленность : Открытые информационные системы)

ОПК.2 способность создавать, анализировать, реализовывать математические и информационные модели с применением современных вычислительных систем

ПК.7 способность применять методологии компьютерного математического, информационного и имитационного моделирования, электронные библиотеки и коллекции, библиотеки и пакеты программ

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии (направленность: Открытые информационные системы)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	8
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	42
Проведение лекционных занятий	14
Проведение практических занятий, семинаров	28
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	0
Самостоятельная работа (ак.час.)	66
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (8 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Методы оптимизации и исследование операций. Первый семестр

Введение в дисциплину

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 аудиторские 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. - М.: 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).

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (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 и
критерии их оценивания**

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.7 способность применять методологии компьютерного математического, информационного и имитационного моделирования, электронные библиотеки и коллекции, библиотеки и пакеты программ</p>	<p>ЗНАТЬ: основные понятия и утверждения методов оптимизации и исследования операций; УМЕТЬ: применять методы задач оптимизации и исследования операций в стандартных постановках, давать содержательную интерпретацию результатов вычислений, контролировать правильность вычислений, самостоятельно приобретать новые знания; ВЛАДЕТЬ: основным понятийным аппаратом теории оптимизации и исследования операций, навыками применения современных методов решения задач линейного и целочисленного программирования в исследовательской и прикладной деятельности.</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не знает основные понятия и утверждения методов оптимизации и исследования операций. Демонстрирует отсутствие навыков решения задач линейного и целочисленного программирования.</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Общие, но не структурированные знания основных методов оптимизации и исследования операций. Демонстрирует частично сформированное умение решать задачи линейного и целочисленного программирования в стандартных постановках, давать содержательную интерпретацию результатов вычислений.</p> <p align="center">Хорошо</p> <p>Сформированные, но содержащие некоторые пробелы знания основных понятий теории оптимизации и исследования операций. В целом успешные, но содержащие некоторые пробелы умения решать задачи линейного и целочисленного программирования в стандартных постановках, давать содержательную интерпретацию результатов вычислений. Умеет контролировать правильность вычислений, самостоятельно приобретать новые знания. Владеет основным понятийным аппаратом теории оптимизации и исследования операций.</p> <p align="center">Отлично</p> <p>Сформированные систематические знания основных понятий теории оптимизации и исследования операций. Сформированное умение решать задачи линейного программирования и целочисленного программирования. Сформированное умение давать содержательную интерпретацию</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>результатов вычислений, контролировать правильность вычислений, самостоятельно приобретать новые знания.</p>
<p>ОПК.2 способность создавать, анализировать, реализовывать математические и информационные модели с применением современных вычислительных систем</p>	<p>ЗНАТЬ: постановки, основные понятия и утверждения задач оптимизации и исследования операций; УМЕТЬ: математически корректно ставить задачи оптимизации и исследования операций, применять методы решения задач 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 вычислений, контролировать правильность вычислений, самостоятельно приобретать новые знания; ВЛАДЕТЬ: основным понятийным аппаратом теории оптимизации и исследования операций, методами решения задач оптимизации и исследования операций, навыками теоретического анализа полученных результатов.</p>	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Не знает основные понятия и утверждения теории оптимизации и исследования операций. Демонстрирует отсутствие навыков решения задач оптимизации и исследования операций.</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>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.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Сформированные, но содержащие некоторые 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 style="text-align: center;">Отлично</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</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		Отлично с применением современных вычислительных систем, давать содержательную интерпретацию результатов исследования задач оптимизации и исследования операций, контролировать правильность вычислений, самостоятельно приобретать новые знания.

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	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
Входной контроль	Введение в дисциплину Входное тестирование	Проверка знаний базовых понятий и методов, необходимых для изучения курса «Методы оптимизации и исследование операций».
ПК.7 способность применять методологии компьютерного математического, информационного и имитационного моделирования, электронные библиотеки и коллекции, библиотеки и пакеты программ	Контрольная работа 1 Письменное контрольное мероприятие	Знать общую теорию и основные методы решения задач линейного и целочисленного программирования. Уметь находить оптимальное решение транспортной задачи, задач линейного и целочисленного программирования.
ОПК.2 способность создавать, анализировать, реализовывать математические и информационные модели с применением современных вычислительных систем	Контрольная работа 2 Письменное контрольное мероприятие	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	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ОПК.2 способность создавать, анализировать, реализовывать математические и информационные модели с применением современных вычислительных систем	Итоговое контрольное мероприятие Итоговое контрольное мероприятие	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 контроль	0

Контрольная работа 1

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 первоначального распределения поставок.	2

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 задач линейного программирования.	6
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