

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
_____ системного анализа и управления
наименование кафедры, отвечающей за реализацию дисциплины
 _____ **Задорожний В.Г.**
подпись, расшифровка подписи
_____.____.2022г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.23 Методы оптимизации

_____ *Код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом*

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

01.03.03 Механика и математическое моделирование

2. Профиль подготовки/специализация:

Компьютерный инжиниринг в механике сплошных сред

3. Квалификация выпускника: бакалавр

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: системного анализа и управления

6. Составители программы: Е.П. Белоусова, к.ф.-м.н., доцент

_____ *(ФИО, ученая степень, ученое звание)*

7. Рекомендована: *Научно-методическим советом факультета прикладной математики, информатики и механики (протокол № 8 от 15.04.2022)*

_____ *(наименование рекомендующей структуры, дата, номер протокола,*

_____ *отметки о продлении вносятся вручную)*

8. Учебный год: 2022/2023

Семестр(ы): 6

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины являются:

- изучение основ теории экстремальных задач, получение необходимых концептуальных представлений, достаточных для понимания, оценки существующих алгоритмов решения оптимизационных задач и, если необходимо, разработки новых методов и подходов решения новых типов таких задач для формирования умений и навыков по использованию фундаментальных знаний, полученных в области математических и естественных наук, в профессиональной деятельности; по использованию и адаптации существующих математических методов и систем программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач; по разработке алгоритмов и компьютерных программ, пригодных для практического применения.

Задачи учебной дисциплины:

- дать студентам общее представление о прикладных задачах оптимизации;
- ознакомить с основными теоретическими фактами;
- изучить основные классы методов;
- обучить использованию методов решения прикладных задач оптимизации;
- расширить и систематизировать знания по формализации поставленной задачи и выбору математических методов для ее решения;
- сформировать практические навыки по адаптации методов решения прикладной задачи; реализации математических методов и алгоритмов в форме компьютерных программ для проведения вычислительного эксперимента, по осуществлению сравнения точности, сходимости и других характеристик вычислительных алгоритмов.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина относится к базовому циклу. Для её успешного освоения требуется знание основных разделов курса математического анализа, линейной алгебры, аналитической геометрии.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

| Код | Название компетенции | Код(ы) | Индикатор(ы) | Планируемые результаты обучения |
|-------|--|---------|---|---|
| ОПК-1 | Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики | ОПК-1.1 | Решает типовые задачи с учетом основных понятий и общих закономерностей, сформулированные в рамках базовых дисциплин математики, информатики и естественных наук. | Знать: типовые задачи. Уметь: решать типовые задачи с учетом основных понятий и общих закономерностей. Владеть: способами решения типовых задач в рамках базовых дисциплин математики, информатики. |
| ОПК-2 | Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения при- | ОПК-2.1 | Совершенствует и реализует новые математические методы анализа, визуализации и обработки различ- | Знать: новые математические методы анализа. Уметь: визуализировать и обрабатывать различные типы информации. |

| | | | | |
|--|---------------|--|-----------------------|---|
| | кладных задач | | ных типов информации. | Владеть: математическими методами обработки различных типов информации. |
|--|---------------|--|-----------------------|---|

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.(в соответствии с учебным планом) — 108 / 3.

Форма промежуточной аттестации(зачет/экзамен) зачет

13. Трудоемкость по видам учебной работы

| Вид учебной работы | | Трудоемкость | | |
|--|--------------|--------------|--------------|--|
| | | Всего | По семестрам | |
| | | | 6 семестра | |
| Аудиторные занятия | | 64 | 64 | |
| в том числе: | лекции | 32 | 32 | |
| | практические | 32 | 32 | |
| | лабораторные | | | |
| Самостоятельная работа | | 44 | 44 | |
| в том числе: курсовая работа (проект) | | | | |
| Форма промежуточной аттестации (зачет – __ час.) | | | | |
| Итого: | | 108 | 108 | |

13.1. Содержание дисциплины

| п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела дисциплины | Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК * |
|--------------------------------|--|---|--|
| 1. Лекции | | | |
| 1.1 | Формализация задач и классический метод их решения | Формализация задач и классический метод их решения | Методы оптимизации 01.03.03 |
| 1.2 | Элементы линейного программирования | Симплексный метод. Графический метод решения задач линейного программирования | Методы оптимизации 01.03.03 |
| 1.3 | Элементы нелинейного программирования | Минимизация функций одной или нескольких переменных в задачах с ограничениями и без ограничений. Метод множителей Лагранжа. | Методы оптимизации 01.03.03 |
| 1.4 | Элементы выпуклого программирования | Выпуклые множества и выпуклые функции. Решение задач выпуклого программирования. | Методы оптимизации 01.03.03 |
| 1.5 | Вариационное исчисление | Простейшая задача вариационного исчисления первого и высших порядков. | Методы оптимизации 01.03.03 |
| 2. Практические занятия | | | |
| 2.1 | Формализация задач и классический метод их решения | Формализация задач и классический метод их решения | Методы оптимизации 01.03.03 |
| 2.2 | Элементы линейного программирования | Симплексный метод. Графический метод решения задач линейного программирования | Методы оптимизации 01.03.03 |
| 2.3 | Элементы нелинейного программирования | Минимизация функций одной или нескольких переменных в задачах с ограничениями и без ограничений. Метод множителей Лагранжа. | Методы оптимизации 01.03.03 |
| 2.4 | Элементы выпуклого про- | Выпуклые множества и выпуклые функции. Реше- | Методы оп- |

| | | | |
|-----|-------------------------|---|--------------------------------|
| | граммирования | ние задач выпуклого программирования. | тимизации 01.03.03 |
| 2.5 | Вариационное исчисление | Простейшая задача вариационного исчисления первого и высших порядков. | Методы оптимизации 01.03.03 |

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

| № п/п | Наименование темы (раздела) дисциплины | Виды занятий (количество часов) | | | | |
|-------|--|---------------------------------|--------------|--------------|------------------------|-------|
| | | Лекции | Практические | Лабораторные | Самостоятельная работа | Всего |
| 1. | Формализация задач и классический метод их решения | 4 | 4 | | 4 | 12 |
| 2. | Элементы линейного программирования | 7 | 7 | | 10 | 24 |
| 3. | Элементы нелинейного программирования | 7 | 7 | | 10 | 24 |
| 4. | Элементы выпуклого программирования | 7 | 7 | | 10 | 24 |
| 5. | Вариационное исчисление | 7 | 7 | | 10 | 24 |
| | Итого: | 32 | 32 | | 44 | 108 |

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Курс предполагает отведение большого числа разделов на самостоятельную работу студентов. Приведенные источники позволяют в полной мере самостоятельно изучить студентами данные разделы. Материал по каждой теме излагается последовательно с использованием ранее введенных определений, обозначений и доказательств. Необходима постоянная самостоятельная проработка и усвоение изложенного на занятиях материала.

Желателен просмотр материала по данной учебной дисциплине с опережением лекций с использованием рекомендуемой в данной учебной программе литературы.

Приветствуются вопросы студентов по теме учебной дисциплины и смежным вопросам в ходе аудиторных занятий.

При использовании дистанционных образовательных технологий и электронного обучения выполнять все указания преподавателей по работе на LMS-платформе, своевременно подключаться к online-занятиям, соблюдать рекомендации по организации самостоятельной работы.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

| № п/п | Источник |
|-------|--|
| 1. | <i>Пантелеев, А. В. Методы оптимизации в примерах и задачах : учебное пособие / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. — 4-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 512 с. — ISBN 978-5-8114-1887-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/67460 (дата обращения: 22.01.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.</i> |
| 2. | <i><u>Васильев, Федор Павлович</u>. Методы оптимизации : [учебник для студ. вузов, обуч. по специальности ВПО 010501 "Прикладная математика и информатика"] : [в 2 ч.] / Ф.П. Васильев. — Москва : Изд-во МЦНМО, 2011. — ISBN 978-5-94057-706-5. Ч. 1: Конечномерные задачи оптимизации. Принцип максимума. Динамическое программирование. — Изд. новое, перераб. и доп. — 2011. — 619 с. : ил. — Библиогр.: с. 570-610. — Предм. указ.: с. 611-614. — ISBN 978-5-94057-707-2.</i> |

б) дополнительная литература:

| № п/п | Источник |
|-------|---|
| 1. | Люстерник Л.А. Краткий курс функционального анализа/Л.А. Люстерник, В.И. Соболев. – М.: Лань, 2009- 272с. |
| 2. | Галеев Э.М. Оптимизация: Теория. Примеры. Задачи/ Э.М. Галеев, В.М. Тихомиров. – М., Эдиториал УРСС, 2010. – 336 с. |

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

| № п/п | Ресурс |
|-------|---|
| 1. | Электронный каталог Научной библиотеки Воронежского государственного университета. – Режим доступа: http://www.lib.vsu.ru |
| 2. | Веб-ресурс с подробным описанием функций библиотеки Matplotlib: https://matplotlib.org/users/beginner.html . |
| 3. | Методы оптимизации 01.03.03 / Е.П. Белоусова — Образовательный портал «Электронный университет ВГУ». — Режим доступа: https://edu.moodle.ru . |

* Вначале указываются ЭБС, с которыми имеются договора у ВГУ, затем открытые электронно-образовательные ресурсы, онлайн-курсы, ЭУМК

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных), курсовых работ и др.)

| № п/п | Источник |
|-------|---|
| 1 | Методы оптимизации 01.03.03 / Е.П. Белоусова — Образовательный портал «Электронный университет ВГУ». — Режим доступа: https://edu.moodle.ru . |
| 2 | Люстерник Л.А. Краткий курс функционального анализа. Учебное пособие/ Л.А. Люстерник, В.И. Соболев. – Изд. 2-е, стер. – СПб., М.; Краснодар: Лань, 2009.- 270. |
| 3. | Белоусова Е.П., Смагина Т.И. Методические рекомендации к решению задач по функциональному анализу и методам оптимизации. Изд-во Воронежского государственного университета, 2016, 25 с. |

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

Дисциплина реализуется с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. Для организации занятий рекомендован онлайн-курс «Функциональный анализ и методы оптимизации 01.03.03», размещенный на платформе Электронного университета ВГУ (LMS moodle), а также Интернет-ресурсы, приведенные в п.15в.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебная аудитория для проведения практических занятий (394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, пом. 226, 227, 319, 321, 323, 329, 428, 430, 433, 435): специализированная мебель, доска (маркерная или меловая).

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

| № п/п | Наименование раздела дисциплины (модуля) | Компетенция(и) | Индикатор(ы) достижения компетенции | Оценочные средства |
|-------|--|----------------|-------------------------------------|--------------------|
| 1. | Формализация задач и классический метод их | ОПК-1 | ОПК-1.1 | Контрольная работа |

| № п/п | Наименование раздела дисциплины (модуля) | Компетенция(и) | Индикатор(ы) достижения компетенции | Оценочные средства |
|--|--|----------------|-------------------------------------|---|
| | решения | | | |
| 2. | Элементы линейного программирования | ОПК-1 | ОПК-1.1 | Контрольная работа |
| 3. | Элементы нелинейного программирования | ОПК-1 | ОПК-1.1 | Контрольная работа |
| 4. | Элементы выпуклого программирования | ОПК-2 | ОПК-2.1 | Контрольная работа |
| 5. | Вариационное исчисление | ОПК-2 | ОПК-2.1 | Контрольная работа |
| Промежуточная аттестация форма контроля - зачет | | | | <i>Перечень вопросов Практическое задание</i> |

20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Перечень заданий для контрольной работы

1. Фирма выпускает два вида мороженого: сливочное и шоколадное. Для изготовления мороженого используется два исходных продукта: молоко и наполнители, расходы которых на 1 кг мороженого и суточные запасы даны в таблице.

| Исходный продукт | Расход на 1 кг сливочного мороженого | Расход на 1 кг шоколадного мороженого | Запас, кг |
|------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------|
| Молоко | 0,8 | 0,5 | 400 |
| Наполнители | 0,4 | 0,8 | 365 |

2. Задача продавца газет.
3. Задача управления запасами.
4. Задача теории расписаний.
5. Задача замены автомобильного парка.

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Перечень вопросов к зачету:

1. Формализация задач.
2. Классический метод минимизации.
3. Симплексный метод.
4. Графический метод решения задач линейного программирования.
5. Графический метод решения задач нелинейного программирования.
6. Минимизация функций нескольких переменных без ограничений.
7. Задача на условный экстремум.
8. Выпуклые множества и выпуклые функции.

9. Задачи выпуклого программирования.
10. Простейшая задача вариационного исчисления.
11. Простейшая задача вариационного исчисления высших порядков.

Перечень практических заданий

Контрольно-измерительные материалы № 1

1. В данный треугольник вписать параллелограмм наибольшей площади.
2. В данный шар вписать конус с наибольшим объемом.
3. В данный шар вписать прямой конус с наибольшей боковой поверхностью.

Контрольно-измерительные материалы № 2

1. Предприятие располагает тремя производственными ресурсами (сырьем, оборудованием, электроэнергией) и может организовать производство продукции двумя различными способами. При первом способе производства предприятие выпускает за один месяц 3000 изделий, при втором – 4000 изделий. Сколько месяцев должно работать предприятие каждым из этих способов, чтобы при наличных ресурсах обеспечить максимальный выпуск продукции?
2. Две фабрики производят продукцию из сырья трех типов. Запасы сырья для готового производства составляют соответственно 11, 7 и 10 единиц. Первая фабрика для изготовления условной единицы продукции, цена которой равна 1, потребляет сырья указанных типов 2,1 и 2 единицы соответственно. Для второй фабрики цена продукции равна 2, а удельные потребности в сырье составляют 4, 3 и 1 единицу. В прошедшем году плановое задание первой фабрики составляло 3, а второй – 1 единицу продукции. Определить задание на предстоящий год, которое обеспечивало бы максимальную суммарную продукцию фабрик

Для оценивания результатов обучения на зачете используется шкала: «зачет», «незачет».

| Критерии оценивания компетенций | Уровень сформированности компетенций | Шкала оценок |
|---|--------------------------------------|----------------|
| <i>Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), применять теоретические знания для решения практических задач в области.</i> | <i>Повышенный уровень</i> | <i>Зачет</i> |
| <i>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует одному (двум) из перечисленных показателей, но обучающийся дает правильные ответы на дополнительные вопросы.</i> | <i>Базовый уровень</i> | <i>Зачет</i> |
| <i>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым двум(трем) из перечисленных показателей, обучающийся дает неполные ответы на дополнительные вопросы. Демонстрирует частичные знания.</i> | <i>Пороговый уровень</i> | <i>Зачет</i> |
| <i>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым трем(четырем) из перечисленных показателей. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки.....</i> | – | <i>Незачет</i> |