

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
естественнонаучных и
общеобразовательных дисциплин

 С.Е. Зюзин

01.09.2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.09 Исследование операций

1. Код и наименование направления подготовки:

44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)

2. Профили подготовки:

Математика. Информатика и информационные технологии в образовании

3. Квалификация выпускника: бакалавр

4. Форма обучения: очная/заочная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: кафедра естественнонаучных и общеобразовательных дисциплин

6. Составитель программы: Волков В. В., кандидат физико-математических наук, доцент

7. Рекомендована: научно-методическим советом Филиала от 04.07.2022 протокол № 9

8. Учебный год: ОФО – 2025-2026 **Семестр:** 8

ЗФО – 2027-2028 **Семестр:** 11

9. Цель и задачи учебной дисциплины:

Целью освоения учебной дисциплины является: сформировать у обучающихся систему понятий о принципах и методах математического моделирования операций, познакомить с основными типами задач исследования операций, методами их решения и возможностями практического применения.

Задачи учебной дисциплины:

- классифицировать задачи оптимизации;
- рассмотреть методологию исследования операций для принятия наилучших решений;
- научить выполнять все этапы операционного исследования.

При проведении учебных занятий по дисциплине обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации.

10. Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы:

Дисциплина «Исследование операций» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений (вариативную) блока Б1.

Для освоения дисциплины «Исследование операций» студенты используют знания, умения, навыки, сформированные в ходе изучения дисциплин: «Математический анализ», «Численные методы». Изучение данной дисциплины является необходимой основой для изучения дисциплины «Методика обучения информатике» и написания ВКР.

Условия реализации дисциплины для лиц с ОВЗ определяются особенностями восприятия учебной информации и с учетом индивидуальных психофизических особенностей.

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
ПК-3	Способен осваивать и использовать базовые научно-теоретические знания и практические умения по предмету в профессиональной деятельности	ПК-3.1	Демонстрирует знание основ общетеоретических и профильных дисциплин в объеме, необходимом для решения педагогических, методических и организационно-управленческих задач	Знать: - основы общетеоретических и профильных дисциплин в объеме, необходимом для решения педагогических, методических и организационно-управленческих задач; связь теоретических основ и технологических приёмов учебной дисциплины с содержанием предметной области «Математика и информатика» Уметь: - использовать знание основ учебных дисциплин предметной области «Математика и информатика» для перевода информации с естественного языка на язык предметной области «Математика и информатика» и обратно; применять теоретические знания в описании процессов и явлений в различных областях знания; использовать преимущества технологических приемов учебных дисциплин предметной области «Математика и информатика» при решении задач школьного курса. Владеть: - конструктивными умениями как одним из главных аспектов профессиональной культуры будущего педагога; материалом
		ПК-3.2	Применяет навыки комплексного анализа и систематизации базовых научно-теоретических знаний предметной области «Математика и информатика» для решения профессиональ	

			ных задач (в соответствии с профилем и уровнем обучения)	учебных дисциплин предметной области «Математика и информатика» на уровне, позволяющем формулировать и решать задачи, возникающие в ходе учебной деятельности по преподаваемым предметам, а также в практической деятельности, требующие углубленных профессиональных знаний; навыками формализации теоретических и прикладных практических задач
--	--	--	--	---

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах (в соответствии с учебным планом) — 2/72.

Форма промежуточной аттестации: *зачет*.

13. Трудоемкость по видам учебной работы

ОФО

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			семестр №8
Контактная работа		12	26
в том числе:	лекции	14	12
	практические	46	14
Самостоятельная работа		46	46
Итого:		72	72

ЗФО

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			семестр №11
Контактная работа		12	12
в том числе:	лекции	6	6
	практические	6	6
Самостоятельная работа		56	56
Промежуточная аттестация – зачет		4	4
Итого:		72	72

13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
1. Лекции			
1.1	Исследование операций как наука.	Оптимизационные задачи в науке и технике. Основные понятия и определения. Однокритериальная и многокритериальная оптимизация. Построение моделей операций. Исторические сведения.	–
1.2	Линейное программирование	Основные понятия и определения. Примеры задач ЛП. Формы задач ЛП и их эквивалентность. Геометрическая	–

		интерпретация задач ЛП. Выпуклые множества и конусы. Многогранные выпуклые множества. Структура допустимого множества задачи ЛП. Понятие о симплекс-методе. Отыскание начального базиса. Алгоритм симплекс-метода.	
1.3	Нелинейное программирование	Постановка задачи оптимизации и существование решения. Задача безусловной оптимизации. Задача условной оптимизации. Выпуклая задача оптимизации. Классическая задача условной оптимизации. Задача математического программирования. Задача выпуклого математического программирования.	–
1.4	Теория игр	Теория игр как наука. Основные понятия и определения. Примеры игр. Решение (стратегия). Правила игры. Конфликт. Классификация игр. Содержательные примеры игр. Исторические сведения. Игры с нулевой суммой. Матричные игры. Нижняя и верхняя цена игры. Принцип «минимакса». Игры с чистыми и смешанными стратегиями. Решение игры в смешанных стратегиях. Элементарные методы решения игр.	–
2. Практические занятия			
2.1	Численное интерполирование	Интерполяционные многочлены Лагранжа и Ньютона для произвольных и равноотстоящих узлов.	–
2.2	Численное интегрирование	Квадратурная формула прямоугольников. Формулы Ньютона-Котеса. Формула трапеций. Формула Симпсона.	–
2.3	Решение нелинейных уравнений	Графическое отделение корней. Метод деления пополам. Метод Ньютона. Метод хорд. Метод простых итераций.	–

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий (очная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего
1	Исследование операций как наука.	2	0	0	10	12
2	Линейное программирование	4	4	0	12	20
3	Нелинейное программирование	2	6	0	12	20
4	Теория игр	4	4	0	12	20
	Итого:	12	14	0	46	72

Темы (разделы) дисциплины и виды занятий (заочная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего
1	Исследование операций как наука.	1	0	0	14	15
2	Линейное программирование	2	2	0	14	18
3	Нелинейное программирование	1	2	0	14	17
4	Теория игр	2	2	0	14	18
	Зачет					4
	Итого:	6	6	0	56	72

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Приступая к изучению учебной дисциплины, прежде всего обучающиеся должны ознакомиться с учебной программой дисциплины. Вводная лекция содержит информацию об основных разделах рабочей программы дисциплины; электронный вариант рабочей программы размещён на сайте БФ ВГУ.

Знание основных положений, отраженных в рабочей программе дисциплины, поможет обучающимся ориентироваться в изучаемом курсе, осознавать место и роль изучаемой дисциплины, строить свою работу в соответствии с требованиями, заложенными в программе.

Основными формами контактной работы по дисциплине являются лекции и практические занятия, посещение которых обязательно для всех студентов (кроме студентов, обучающихся по индивидуальному плану).

В ходе лекционных занятий следует не только слушать излагаемый материал и кратко его конспектировать, но очень важно участвовать в анализе примеров, предлагаемых преподавателем, в рассмотрении и решении проблемных вопросов, выносимых на обсуждение. Необходимо критически осмысливать предлагаемый материал, задавать вопросы как уточняющего характера, помогающие уяснить отдельные излагаемые положения, так и вопросы продуктивного типа, направленные на расширение и углубление сведений по изучаемой теме, на выявление недостаточно освещенных вопросов, слабых мест в аргументации и т.п.

При подготовке к практическим занятиям необходимо просмотреть конспекты лекций и методические указания, рекомендованную литературу по данной теме; подготовиться к ответу на контрольные вопросы. В ходе выполнения индивидуального задания практического занятия студент готовит отчет о работе (в программе MS Word или любом другом текстовом редакторе). В отчет заносятся результаты выполнения каждого пункта задания (схемы, диаграммы (графики), таблицы, расчёты, ответы на вопросы пунктов задания, выводы и т.п.). За 10 мин до окончания занятия преподаватель проверяет объём выполненной на занятии работы и отмечает результат в рабочем журнале. Оставшиеся невыполненными пункты задания практического занятия студент обязан доделать самостоятельно. После проверки отчёта преподаватель может проводить устный или письменный опрос студентов для контроля усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия (студенты должны знать смысл полученных ими результатов и ответы на контрольные вопросы). По результатам проверки отчёта и опроса выставляется оценка за практическое занятие. При подготовке к экзамену в дополнение к изучению конспектов лекций и учебных пособий, необходимо пользоваться учебной литературой, рекомендованной к настоящей программе. При подготовке к экзамену нужно изучить теорию: определения всех понятий и подходы к оцениванию до состояния понимания материала и самостоятельно решить несколько типовых задач из каждой темы. При решении задач всегда необходимо уметь качественно интерпретировать итог решения.

При подготовке к промежуточной аттестации необходимо повторить пройденный материал в соответствии с учебной программой, примерным перечнем вопросов, выносящихся на экзамен. Рекомендуется использовать конспекты лекций и источники, перечисленные в списке литературы в рабочей программе дисциплины, а также ресурсы электронно-библиотечных систем. Необходимо обратить особое внимание на темы учебных занятий, пропущенных по разным причинам. При необходимости можно обратиться за консультацией и методической помощью к преподавателю.

Для достижения планируемых результатов обучения используются интерактивные лекции, анализ имитационных моделей.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Вентцель Е.С. Исследование операций: задачи, принципы, методология: учеб. пос. - 5-е изд., стер. - М.: Кнорус, 2010.

2	Донкова, И. А. Исследование операций : учебное пособие : [16+] / И. А. Донкова ; Тюменский государственный университет. – Тюмень : Тюменский государственный университет, 2011. – 163 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=572101 (дата обращения: 04.04.2022). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-400-00428-5. – Текст : электронный.
---	--

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3	Шапкин, А. С. Математические методы и модели исследования операций : учебник / А. С. Шапкин, В. А. Шапкин. – 7-е изд. – Москва : Дашков и К°, 2019. – 398 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=573373 (дата обращения: 04.04.2022). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-394-02736-9. – Текст : электронный.
4	Математические методы и модели исследования операций : учебник / В. А. Колемаев, Т. М. Гатауллин, Н. И. Заичкин [и др.] ; ред. В. А. Колемаев. – Москва : Юнити-Дана, 2017. – 593 с. : ил., табл., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=684910 (дата обращения: 04.04.2022). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-238-01325-1. – Текст : электронный.
5	

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

№ п/п	Источник
6	Горелик, В. А. Теория принятия решений: учебное пособие для магистрантов / В. А. Горелик ; Московский педагогический государственный университет. – Москва : Московский педагогический государственный университет (МПГУ), 2016. – 152 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=472093 (дата обращения: 26.04.2022). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-4263-0428-4. – Текст : электронный.

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Просанов И.Ю. Математические модели в теории управления и исследование операций: Учебное пособие. - http://window.edu.ru/resource/278/79278 (04.04.2022)
2	План лекционных занятий (размещён на сайте филиала)
3	План практических занятий (ресурсный фонд кафедры)

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

При реализации дисциплины используются вводная лекция, обзорные лекции по разделу «Численное интегрирование»; лабораторные работы.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Программное обеспечение:

- SMath Studio
- Win10, Office ProPlus 2010
- браузеры: Yandex, Google, Opera, Mozilla Firefox, Explorer
- STDU Viewer version 1.6.2.0
- 7-Zip

Мультимедийное оборудование (проектор, ноутбук или стационарный компьютер, экран), компьютерный класс (компьютеры, объединенные в сеть с выходом в Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ВГУ и БФ).

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	Исследование операций как наука.	ПК-3	ПК-3.1	Тестовое задание Контрольная работа

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
2	Линейное программирование	ПК-3	ПК-3.1 ПК-3.2	Контрольная работа
3	Нелинейное программирование	ПК-3	ПК-3.1	Контрольная работа
4	Теория игр	ПК-3	ПК-3.2	Тестовое задание Контрольная работа
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет				Перечень вопросов к зачету

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:

Контрольная работа

1. Графически решить задачу ЛП

$$f = 2x_1 + 3x_2 \rightarrow \max \quad 5x_1 + 4x_2 \leq 20 \quad 4x_1 + 7x_2 \leq 28 \quad x_1 \leq 3 \quad x_i \geq 0$$

2. Решить задачу ЛП симплекс-методом

$$f = -2x_1 + 3x_2 \rightarrow \max \quad x_1 + x_2 \leq 4 \quad 2x_1 - x_2 \geq 1 \quad x_1 - 2x_2 \leq 1 \quad x_i \geq 0$$

3. Составить математическую модель задачи ЛП. Мебельная фабрика выпускает стулья двух типов. На изготовление одного стула, который стоит 80 руб., расходуется 2м досок, 0.5м обивочной ткани и 2 человеко-часа рабочего времени. Аналогичные данные для второго стула: 120 руб., 4м, 0.25м и 2.5 чел.-час. Фабрика имеет в распоряжении 440м досок, 65м ткани и 320 чел.-час. рабочего времени. Какие стулья и в каком количестве Вы прикажете выпускать, чтобы стоимость продукции была максимальна?

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если он правильно решил все задачи;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если он правильно решил менее не все задачи.

Задания к лабораторным работам

1. Составить математическую модель задачи ЛП, заданной функцией.

2. Решить полученную задачу ЛП симплекс-методом

3. Решить полученную задачу графически

1). $f(x_1, x_2) = x_1 x_2^3 \rightarrow \min$, $8x_1 + 3x_2 = 11$.

2). $f(x_1, x_2) = x_1 + x_2 \rightarrow \min$, $1/x_1 + 1/x_2 = 1$.

3). $f(x_1, x_2) = -x_1^3 - x_2^3 \rightarrow \min$, $x_1^2 + 4x_2^2 \leq 4$.

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если он правильно решил все задачи;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если он правильно решил менее 2 задач.

Тестовое задание

1. В чём смысл принципа Лагранжа?

- Принцип Лагранжа сводит оптимизационную задачу с ограничениями к оптимизационной задаче без ограничений
- Принцип Лагранжа сводит оптимизационную задачу с ограничениями к решению системы линейных алгебраических уравнений

- Принцип Лагранжа сводит оптимизационную задачу с ограничениями общего вида к оптимизационной задаче с ограничениями-равенствами
2. Функция называется выпуклой, если
 - её график можно заключить в ограниченную область
 - её график расположен ниже произвольной касательной к графику
 - её график расположен выше произвольной касательной к графику
 3. Классической задачей оптимизации называется задача

$$f(x) \rightarrow \min_{x \in X}, \quad X = \{x \mid g(x) \leq 0\}$$

$$f(x) \rightarrow \min_{x \in X}, \quad X = \{x \mid g(x) = 0\}$$

$$f(x) \rightarrow \min_{x \in X}, \quad X = \{x \mid g(x) = 0, h(x) \leq 0\}$$
 4. Глобальный минимум задачи оптимизации отличается от локального тем, что
 - в глобальном минимуме значение целевой функции равно нулю, а в локальном – нет
 - в глобальном минимуме градиент целевой функции равен нулю, а в локальном – нет
 - в глобальном минимуме значение целевой функции меньше, чем в локальном
 5. Необходимым условием оптимальности в задаче $f(x) \rightarrow \min_{x \in R}$ является:
 - Пусть функция $f(x)$ дифференцируема в точке $x^* \in R$. Если x^* – локальное решение, то $f'(x^*) = 0$,
 - Если функция $f(x)$ дифференцируема в точке $x^* \in R$ и $f'(x^*) = 0$, то x^* – локальное решение
 - Пусть функция $f(x)$ дифференцируема в точке $x^* \in R$. Если x^* – локальное решение, то $f'(x^*)(x - x^*) \geq 0 \quad \forall x \in R$.
 6. Задачей математического программирования называется задача

$$f(x) \rightarrow \min_{x \in X}, \quad X = \{x \mid g(x) \leq 0\}$$

$$f(x) \rightarrow \min_{x \in X}, \quad X = \{x \mid g(x) = 0\}$$

$$f(x) \rightarrow \min_{x \in X}, \quad X = \{x \mid g(x) = 0, h(x) \leq 0\}$$
 7. Необходимым условием оптимальности в задаче $f(x) \rightarrow \min_{x \in X}$ является
 - Пусть функция $f(x)$ дифференцируема в точке $x^* \in X$. Если x^* – локальное решение, то $\langle f'(x^*), x - x^* \rangle \leq 0 \quad \forall x \in X$.
 - Если функция $f(x)$ дифференцируема в точке $x^* \in X$ и $\langle f'(x^*), x - x^* \rangle \geq 0 \quad \forall x \in X$, то x^* – локальное решение
 - Пусть функция $f(x)$ дифференцируема в точке $x^* \in X$. Если x^* – локальное решение, то $f'(x^*)(x - x^*) \geq 0 \quad \forall x \in X$.

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если он правильно решил 5 или более задач;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если он правильно решил менее 5 задач.

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Собеседование по вопросам к зачету.

Перечень вопросов к зачету

1. Постановки задач оптимизации функции. Основные понятия: целевая функция, допустимое множество, глобальное и локальное решение, существование решения, предварительная оценка погрешности.
2. Постановка задачи оптимизации функции. Необходимые и достаточные условия оптимальности в задаче без ограничений.
3. Постановка задачи оптимизации функции. Необходимые и достаточные условия оптимальности в задаче с ограничениями общего вида.
4. Классическая задача с ограничениями-равенствами. Принцип множителей Лагранжа.
5. Выпуклая задача оптимизации. Условия оптимальности.
6. Задача математического программирования. Условия оптимальности.
7. Понятие о численных методах оптимизации и их структура. Сходимость. Критерии окончания счёта.
8. Теория игр как наука. Основные понятия и определения. Примеры игр. Решение (стратегия). Правила игры. Конфликт. Классификация игр. Содержательные примеры игр.
9. Матричные игры. Нижняя и верхняя цена игры. Принцип «минимакса».
10. Игры с чистыми и смешанными стратегиями. Решение игры в смешанных стратегиях. Элементарные методы решения игр.
11. Бескоалиционная игра двух лиц: равновесие по Парето, свойства и условия оптимальности.
12. Бескоалиционная игра двух лиц: равновесие по Нэшу, свойства и условия оптимальности.

Для оценивания результатов обучения на экзамене используется 2-балльная шкала: «зачтено», «не зачтено».

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Обучающийся в полной мере владеет теоретическими основами дисциплины, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач в области численных методов и исследования операций, способен сформулировать и доказать собственную точку зрения, демонстрирует готовность полное освоение показателей формируемых компетенций;	Повышенный уровень	Зачтено
Обучающийся владеет понятийным аппаратом теоретическими основами дисциплины, имеет представление об основных подходах к излагаемому материалу, в основном демонстрирует готовность применять теоретические знания в практической деятельности и освоение большинства показателей формируемых компетенций;	Базовый уровень	
Обучающийся частично владеет теоретическими основами дисциплины, фрагментарно способен применять теоретические знания в практической деятельности и демонстрирует освоение некоторых показателей формируемых компетенций;	Пороговый уровень	
Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки, не ориентируется в теоретическом материале, не демонстрирует готовность применять теоретические знания в практической деятельности и освоение показателей формируемых компетенций.	—	Не зачтено

