

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

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
прикладной математики, информатики,  
физики и методики их преподавания

 Е.А. Позднова

06.09.2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ОД.21 Исследование операций и численные методы**

**1. Шифр и наименование направления подготовки / специальности:**

44.03.01 Педагогическое образование

**2. Профиль подготовки:**

Информатика и информационные технологии в образовании

**3. Квалификация выпускника:**

Бакалавр

**4. Форма обучения:**

Заочная

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:**

кафедра прикладной математики, информатики, физики и методики их преподавания

**6. Составитель программы:**

Тараканов А.Ф., доктор физико-математических наук, профессор

**7. Рекомендована:**

научно-методическим советом факультета физико-математического и естественно-научного образования (протокол № 1 от 31.08.2017)

**8. Семестр: 6,7**

## **9. Цели и задачи учебной дисциплины:**

– дать студентам представление о принципах и методах математического моделирования операций, познакомить с основными типами задач исследования операций и методами их решения для практического применения;

– сформировать у студентов систему понятий о вычислительной математике, теории погрешностей, о численных методах решения задач линейной алгебры и математического анализа, а также численных методах решения задач оптимизации.

**Задачей** дисциплины является:

– научить студентов использовать методологию исследования операций для принятия наилучших решений; выполнять все этапы операционного исследования; внедрять результаты операционного исследования; классифицировать задачу оптимизации; получать аналитические решения простейших типовых задач;

– дать студентам представление о численных методах решения математических задач, дать знание об условиях применимости и показателях эффективности численных методов, дать понимание необходимости использования численных методов при решении практических задач.

## **10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:**

Дисциплина «Исследование операций и численные методы» является обязательной дисциплиной вариативной части ООП.

Областью профессиональной деятельности бакалавров, на которую ориентирует дисциплина «Исследование операций и численные методы», является образование.

Профильной для данной дисциплины является профессиональная деятельность бакалавров. Дисциплина готовит к решению следующих задач профессиональной деятельности в области педагогической деятельности:

– осуществление профессионального самообразования и личностного роста, проектирование дальнейшего образовательного маршрута и профессиональной карьеры;

в области культурно-просветительской деятельности:

– организация культурного пространства;  
– популяризация профессиональной области знаний общества.

Для освоения дисциплины «Исследование операций и численные методы» студенты используют знания, умения, навыки, сформированные в ходе изучения дисциплины «Математика».

Изучение данной дисциплины является необходимой основой для последующего изучения дисциплины «Компьютерное моделирование».

## **11. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:**

а) общекультурные (ОК): ОК-3;

б) профессиональные (ПК): ПК-4.

### **В результате изучения дисциплины студент должен**

**знать:**

– проблемы вычислительной математики и её основные разделы,  
– базовые определения и понятия вычислительной математики,  
– основы теории погрешностей,  
– постановки задач интерполирования, численного дифференцирования, численного интегрирования функций и дифференциальных уравнений,

- решения нелинейных уравнений, решения СЛАУ, обработки экспериментальных данных, оптимизации функций,
- численные методы решения математических задач,
- базовые определения и понятия исследования операций,
- основы теории линейного программирования,
- основы теории нелинейного программирования,
- основы теории динамического программирования,
- основы теории систем массового обслуживания;

**уметь:**

- применять теорию погрешностей для оценки результатов расчётов,
- решать вручную простейшие задачи с помощью численных методов,
- применять для решения стандартных задач компьютерные программные средства,
- решать типовые задачи исследования операций и давать рекомендации на основе полученных результатов;

**владеть:**

- методикой построения и анализа математических моделей,
- методикой интерпретации результатов анализа математических моделей.

**12. Структура и содержание учебной дисциплины**

**12.1 Объём дисциплины в зачётных единицах/часах в соответствии с учебным планом: 6/216.**

**12.2 Виды учебной работы**

Вид учебной работы	Трудоёмкость (часы)			
	Всего	В том числе в интерактивной форме	По семестрам	
			6 сем.	7 сем.
Аудиторные занятия	46		18	28
в том числе: лекции	16		8	8
практические	12		4	8
лабораторные	18		6	12
Самостоятельная работа	161		72	89
Контроль	9			9
Итого:	216		90	126
Форма промежуточной аттестации			экзамен	

**12.3. Содержание разделов дисциплины**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1	Вычислительная математика как наука. Основные понятия и определения. Исторические сведения	Предмет, методы и задачи вычислительной математики. Численные методы как раздел вычислительной математики. Математическое моделирование и этапы решения задач на ЭВМ. Методы решения математических задач. Основные группы методов: графические, качественные, аналитические, методы возмущений, численные. Исторические сведения.
2	Теория погрешностей	Причины возникновения погрешностей. Классификация погрешностей и связь между ними. Запись чисел в ЭВМ. Числа с фиксированной и плавающей точкой. Величина и число. Приближённые числа. Абсолютная и относительная погрешности. Границы погрешностей. Десятичная запись приближённых чисел. Цифры, верные в широком и узком смысле. Сомнительные цифры. Значащие цифры. Формы записи приближённых значений числа. Округление чисел. Правило округления.
3	Численное интерполирование	Математические таблицы. Постановка задачи интерполирования и единственность её решения.

		Интерполяционные многочлены Лагранжа и Ньютона для произвольных и равноотстоящих узлов.
4	Численное интегрирование	Постановка задачи. Квадратурная формула прямоугольников. Формулы Ньютона-Котеса. Метод неопределённых коэффициентов. Формула трапеций. Формула Симпсона. Правило двойного счёта.
5	Численное дифференцирование	Постановка задачи численного дифференцирования и её некорректность. Разностные формулы. Двухточечная аппроксимация. Многоточечная аппроксимация. Аппроксимация второй производной. Метод неопределённых коэффициентов. Дифференцирование полинома Лагранжа для равноотстоящих узлов. Дифференцирование полинома Ньютона для интерполирования вперёд.
6	Численные методы решения дифференциальных уравнений	Постановка задачи численного интегрирования обыкновенного дифференциального уравнения. Теорема Пикара. Метод Эйлера. Метод Рунге-Кутты.
7	Решение нелинейных уравнений	Задача отделения корней. Графическое отделение корней. Метод деления пополам. Метод Ньютона. Метод хорд. Метод простых итераций. Преобразование уравнения к виду, удобному для итераций.
8	Решение систем линейных уравнений	Обусловленность матриц. Метод Гаусса. Метод простых итераций. Метод Зейделя.
9	Методы наилучшего приближения	Постановка задачи. Метод наименьших квадратов. Нахождение приближающей функции в виде линейной функции. Нахождение приближающей функции в виде квадратного трёхчлена. Нахождение приближающей функции при других видах зависимости. Элементы регрессионного анализа.
10	Исследование операций как наука. Основные понятия и определения. Примеры моделей операций. Исторические сведения	Оптимизационные задачи в науке и технике. Основные понятия и определения. Однокритериальная и многокритериальная оптимизация. Построение моделей операций. Исторические сведения.
11	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.
12	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.
13	Динамическое программирование	Многошаговые процессы принятия решений. Постановка задачи. Описание метода. Задачи о распределении ресурсов.
14	Многокритериальная оптимизация	Постановка задачи многокритериальной оптимизации. Особенности многокритериальных задач. Эффективное по Парето решение, его свойства и условия оптимальности. Явный вид решения в квадратичной задаче.
15	Теория игр. Основные понятия и определения. Элементы теории матричных 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. Игры $2 \times 2$ и $2 \times n$ .
16	Элементы теории массового обслуживания	Основные понятия. Классификация систем массового обслуживания (СМО). Понятие марковского случайного

		процесса. Пуассоновский поток событий. Уравнения Колмогорова. Предельные вероятности состояний. СМО с отказами. Обслуживание с ожиданием (очередью). СМО с неограниченной очередью. СМО с ограниченной очередью. СМО с ограниченным временем ожидания.
--	--	--

## 12.4 Междисциплинарные связи

№ п/п	Наименование дисциплин учебного плана, с которым организована взаимосвязь дисциплины рабочей программы	№№ разделов дисциплины рабочей программы, связанных с указанными дисциплинами
1	Математика	1.1,1.2,1.3,1.5,2.1,2.2,2.3,2.5

## 12.5. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Вычислительная математика как наука. Основные понятия и определения. Исторические сведения				10	10
2	Теория погрешностей				10	10
3	Численное интерполирование	2	1	3	10	16
4	Численное интегрирование	2	1	3	10	16
5	Численное дифференцирование	1	1	2	10	14
6	Численные методы решения дифференциальных уравнений	1			10	11
7	Решение нелинейных уравнений	2			10	12
8	Решение систем линейных уравнений	1	1	2	10	14
9	Методы наилучшего приближения	1			10	11
10	Исследование операций как наука. Основные понятия и определения. Примеры моделей операций. Исторические сведения				11	11
11	Линейное программирование	2	2	2	10	16
12	Нелинейное программирование	2	2	2	10	16
13	Динамическое программирование				10	10
14	Многокритериальная оптимизация		1		10	11
15	Теория игр. Основные понятия и определения. Элементы теории матричных игр.	2	1	2	10	15
16	Элементы теории		2	2	10	14

	массового обслуживания					
	Экзамен					9
	Итого:	16	12	18	161	216

### 13. Учебно-методическое и информационное обеспечение 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	Калиткин Н.Н. Численные методы: учеб. пос.- 2-е изд.- СПб: БХВ-Петербург, 2011
3	Срочко В.А. Численные методы: курс лекций: учеб. пос.- СПб: Лань, 2010

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4	Васильев Ф.П. Линейное программирование.- М.: Факториал Пресс, 2003
5	Волков И.К., Загоруйко Е.А. Исследование операций: учеб.- М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002
6	Вержбицкий В.М. Численные методы: учеб. пос. для вузов.- М.: Высшая школа, 2001
7	Формалев В.Ф., Ревизников Д.Л. Численные методы.- 2-е изд., испр. и доп.- М.: Физматлит, 2006
8	Исаков В.Н. Элементы численных методов: учеб. пос. для педвузов.- М.: Академия, 2003

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
9	Вавилов В.А., Змеев О.А., Змеева Е.Е. Исследование операций: Электронное пособие. - <a href="http://fmi.asf.ru/library/book/OperReserch/">http://fmi.asf.ru/library/book/OperReserch/</a>
10	Просанов И.Ю. Математические модели в теории управления и исследование операций: Учебное пособие. - <a href="http://window.edu.ru/resource/278/79278">http://window.edu.ru/resource/278/79278</a>

### 14. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Аудитория, оснащённая доской и мелом.

### 15. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю):

MS Office.

### 16. Формы организации самостоятельной работы:

При изучении дисциплины организация СРС должна представлять единство трёх взаимосвязанных форм:

1. Внеаудиторная самостоятельная работа.
2. Аудиторная самостоятельная работа, которая осуществляется под непосредственным руководством преподавателя.
3. Творческая, в том числе научно-исследовательская работа.

Конкретные формы внеаудиторной СРС:

- подготовка к лекциям и практическим занятиям;
- реферирование статей, отдельных разделов монографий;
- изучение учебных пособий;
- изучение в рамках программы курса тем и проблем, не выносимых на лекции и практические занятия;
- выполнение контрольных работ;
- написание тематических докладов, рефератов и эссе на проблемные темы;
- аннотирование монографий или их отдельных глав, статей;
- конспектирование монографий или их отдельных глав, статей;
- участие студентов в составлении тестов;
- выполнение исследовательских и творческих заданий;
- составление библиографии и реферирование по заданной теме;

- занятия в библиографическом отделе библиотеки.

Аудиторная самостоятельная работа реализуется во время чтения лекций и при проведении практических занятий. При чтении лекционного курса непосредственно в аудитории целесообразно контролировать усвоение материала основной массой студентов путём проведения экспресс-опросов по конкретным темам, тестового контроля знаний. На практических занятиях рекомендуется не менее 1 часа из двух (50% времени) отводить на самостоятельную работу студентов. При организации практического занятия целесообразно использовать следующий алгоритм:

1. Вступительное слово преподавателя (цели занятия, основные вопросы, которые должны быть рассмотрены).
2. Фронтальный опрос, позволяющий выявить готовность студентов к занятию.
3. Выполнение 1-2 заданий у доски (возможно коллективное обсуждение).
4. Самостоятельное выполнение заданий.
5. Обсуждение выполненных заданий (в конце текущего занятия или в начале следующего).

Для проведения занятий необходимо иметь банк заданий и задач для самостоятельного решения, причём они могут быть дифференцированы по степени сложности. В зависимости от раздела дисциплины можно использовать варианты СРС:

1. Давать определённое количество заданий для самостоятельного выполнения, равных по трудности, а оценку ставить за количество выполненных за определённое время заданий.
2. Выдавать задания разной трудности и оценку ставить за трудность выполненного задания.

#### **17. Перечень учебно-методического обеспечения для организации самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю):**

1. Вопросы к экзамену
2. Контрольно-измерительные материалы
3. Контрольные работы (2)
4. Тест

#### **18. Критерии аттестации по итогам освоения дисциплины:**

- оценка **«отлично»** выставляется студенту, если студент свободно ориентируется в теоретическом материале; умеет изложить и корректно оценить различные подходы к излагаемому материалу, способен сформулировать и доказать собственную точку зрения; обнаруживает свободное владение понятийным аппаратом; демонстрирует готовность применять теоретические знания в практической деятельности и полное освоение показателей формируемых компетенций;
- оценка **«хорошо»** выставляется студенту, если студент хорошо ориентируется в теоретическом материале; имеет представление об основных подходах к излагаемому материалу; знает определения основных теоретических понятий излагаемой темы, в основном демонстрирует готовность применять теоретические знания в практической деятельности и освоение большинства показателей формируемых компетенций;
- оценка **«удовлетворительно»** выставляется студенту, если студент может ориентироваться в теоретическом материале; в целом имеет представление об основных понятиях излагаемой темы, частично демонстрирует готовность применять теоретические знания в практической деятельности и освоение некоторых показателей формируемых компетенций;

- оценка **«неудовлетворительно»** выставляется студенту, если студент не ориентируется в теоретическом материале; не сформировано представление об основных понятиях излагаемой темы, не демонстрирует готовность применять теоретические знания в практической деятельности и освоение показателей формируемых компетенций.

### **19. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля):**

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.

Обучающиеся должны иметь чёткое представление о:

- перечне и содержании компетенций, на формирование которых направлена дисциплина;
- основных целях и задачах дисциплины;
- планируемых результатах, представленных в виде знаний, умений и навыков, которые должны быть сформированы в процессе изучения дисциплины;
- количестве часов, предусмотренных учебным планом на изучение дисциплины, форму промежуточной аттестации;
- количестве часов, отведённых на аудиторские занятия и на самостоятельную работу;
- формах аудиторных занятий и самостоятельной работы;
- структуре дисциплины, основных разделах и темах;
- системе оценивания ваших учебных достижений;
- учебно-методическом и информационном обеспечении дисциплины.

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 аудиторных занятий по дисциплине являются лекции практические и лабораторные работы, 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 освещённых вопросов, слабых мест в аргументации и т.п.

В процессе конспектирования лекционного материала лучше использовать одну сторону тетрадного разворота (например, левую), оставив другую (правую) для внесения вопросов, замечаний, дополнительной информации, которая может появиться при изучении учебной или научной литературы во время подготовки к практическим занятиям. Не следует дословно записывать лекцию, лучше попытаться понять логику изложения и выделить наиболее важные положения лекции в виде опорного конспекта или ментальной карты (для составления ментальной карты или опорного конспекта можно использовать разворот тетради или отдельный чистый лист А4, который затем можно вклеить в тетрадь для

конспектов). Основные определения важнейших понятий, особенно при отсутствии единства в трактовке тех или иных понятий среди ученых, лучше записать. Не следует пренебрегать примерами, зачастую именно записанные примеры помогают наполнить опорный конспект живым содержанием и облегчают его понимание.

Рекомендуется использовать различные формы выделения наиболее сложного, нового, непонятного материала, который требует дополнительной проработки: можно пометить его знаком вопроса (или записать на полях сам вопрос), цветом, размером букв и т.п. – это поможет быстро найти материал, вызвавший трудности, и в конце лекции (или сразу же, попутно) задать вопрос преподавателю (не следует оставлять непонятый материал без дополнительной проработки, без него иногда бывает невозможно понять последующие темы). Материал, уже знакомый или понятный, нуждается в меньшей детализации – это поможет сэкономить усилия во время конспектирования.

Практические занятия составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Основная цель проведения практических занятий – формирование у студентов аналитического, творческого мышления путём приобретения практических навыков. Важнейшей составляющей любой формы практических занятий являются упражнения (задания). Основа в упражнении – пример, который разбирается с позиций теории, развитой в лекции. Как правило, основное внимание уделяется формированию конкретных умений, навыков, что и определяет содержание деятельности студентов – решение задач, графические работы, уточнение категорий и понятий науки, являющихся предпосылкой правильного мышления и речи.

Практические занятия выполняют следующие задачи: стимулируют регулярное изучение рекомендуемой литературы, а также внимательное отношение к лекционному курсу; закрепляют знания, полученные в процессе лекционного обучения и самостоятельной работы над литературой; расширяют объём профессионально значимых знаний, умений, навыков; позволяют проверить правильность ранее полученных знаний; прививают навыки самостоятельного мышления, устного выступления; способствуют свободному оперированию терминологией; предоставляют преподавателю возможность систематически контролировать уровень самостоятельной работы студентов.

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 отчёт о работе (в программе MS Word или любом другом текстовом редакторе). В отчёт 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.

В ходе выполнения лабораторных работ студент выполняет задания, содержащиеся в методическом пособии дисциплины в соответствии с имеющимися указаниями. Далее студент самостоятельно выполняет индивидуальное задание.

Обязательно следует познакомиться с критериями оценивания каждой формы контроля (реферата, теста, проекта и т.д.) – это поможет избежать недочетов, снижающих оценку за работу.

При подготовке к промежуточной аттестации необходимо повторить пройденный материал в соответствии с учебной программой, примерным перечнем вопросов, выносящихся на зачет. 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.