

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины

**Исследование операций**

направление подготовки:

09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

Направленность программы (профиль):

Вычислительные машины, комплексы, системы и сети

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Институт энергетики, информационных технологий и управляющих систем

Кафедра программного обеспечения вычислительной техники и  
автоматизированных систем

Белгород 2019

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Знать: основы математики, физики, вычислительной техники и программирования	Знания
		ОПК-1.2. Уметь: решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования.	Умения
		ОПК-1.3. Владеть: навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	Навыки
	ОПК-8 Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения	ОПК-8.1. Знать: алгоритмические языки программирования, операционные системы и оболочки, современные среды разработки программного обеспечения	Знания
		ОПК-8.2. Уметь: составлять алгоритмы, писать и отлаживать коды на языке программирования, тестировать работоспособность программы, интегрировать программные модули	Умения
		ОПК-8.3.	Навыки

		Владеть: языком программирования; навыками отладки и тестирования работоспособности программы	
--	--	---	--

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**1. Компетенция<sup>1</sup> ОПК-1.** Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

стадия	Наименования дисциплины <sup>2</sup>
1.	Математический анализ
2.	Алгебра и геометрия
3.	Физика
4.	Информатика
5.	Основы программирования
6.	Основы алгоритмизации
7.	Инженерная графика
8.	Дискретная математика
9.	Математическая логика и теория алгоритмов
10.	Вычислительная математика
11.	Теория вероятностей и математическая статистика
12.	Электротехника, электроника и схемотехника
13.	Исследование операций

**2. Компетенция ОПК-8.** Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

стадия	Наименования дисциплины <sup>3</sup>
1.	Основы алгоритмизации
2.	Основы программирования
3.	Вычислительная математика
4.	Исследование операций

<sup>1</sup> Повторить пункт 1 для каждой компетенции, которые выбраны в разделе 1 рабочей программы

<sup>2</sup> В таблице должны быть представлены все дисциплин и(или) практики, которые формируют компетенцию в соответствии с компетентностным планом. Дисциплины и(или) практики указывать в порядке их изучения по учебному плану.

<sup>3</sup> В таблице должны быть представлены все дисциплин и(или) практики, которые формируют компетенцию в соответствии с компетентностным планом. Дисциплины и(или) практики указывать в порядке их изучения по учебному плану.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. единицы, 144 часа.

Форма промежуточной аттестации дифференцированный зачет

Вид учебной работы <sup>4</sup>	Всего часов	Семестр № 1	Семестр № 2	Семестр № 3	Семестр № 4
Общая трудоемкость дисциплины, час	144				144
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	68				68
лекции	34				34
лабораторные	34				34
практические					
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации <sup>5</sup>	7				7
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	76				76
Курсовой проект					
Курсовая работа					
Расчетно-графическое задание	18				18
Индивидуальное домашнее задание					
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	51				51
Аттестация					3

<sup>4</sup> в соответствии с ЛНА предусматривать

- не менее 0,5 академического часа самостоятельной работы на 1 час лекций,
- не менее 1 академического часа самостоятельной работы на 1 час лабораторных и практических занятий,
- 36 академических часов самостоятельной работы на 1 экзамен
- 54 академических часов самостоятельной работы на 1 курсовой проект, включая подготовку проекта, индивидуальные консультации и защиту
- 36 академических часов самостоятельной работы на 1 курсовую работу, включая подготовку работы, индивидуальные консультации и защиту
- 18 академических часов самостоятельной работы на 1 расчетно-графическую работу, включая подготовку работы, индивидуальные консультации и защиту
- 9 академических часов самостоятельной работы на 1 индивидуальное домашнее задание, включая подготовку задания, индивидуальные консультации и защиту
- не менее 2 академических часов самостоятельной работы на консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации

<sup>5</sup> включают предэкзаменационные консультации (при наличии), а также текущие консультации из расчета 10% от лекционных часов (приводятся к целому числу)

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем Курс 2 Семестр 4

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям <sup>6</sup>
<b>1. Основные понятия и методы линейного программирования</b>					
	Общая формулировка задачи линейного программирования и ее геометрическое истолкование в случае двух переменных. Основные понятия, связанные с симплекс-методом. Симплекс-метод в чистом виде. Методы искусственного базиса и больших штрафов. Понятие о методах внутренних точек.	8		6	10
<b>2. Транспортная и подобные ей задачи</b>					
	Закрытая транспортная задача. Нахождение первого опорного плана. Решение задачи распределительным методом и методом потенциалов. Открытые транспортные задачи. Задачи, подобные транспортной.	6		6	9
<b>3. Теория двойственности линейного программирования</b>					
	Построение двойственных задач. Первая, вторая и третья теоремы двойственности. Двойственный симплекс-метод. Метод последовательного уточнения оценок.	6		4	7
<b>4. Элементы теории игр</b>					
	Конфликтные ситуации и их математическое моделирование. Матричная игра двух игроков с нулевой суммой и ее анализ в чистых стратегиях. Смешанные стратегии. Понятие седловой точки в смешанных стратегиях и ее нахождение двойственным симплекс методом. Другие разновидности игр.	6		6	9
<b>5. Нелинейное программирование</b>					
	Задачи дробно линейного программирования и их сведение к задачам линейного программирования. Общие задачи нелинейного программирования. Метод множителей Лагранжа. Достаточные условия локального экстремума. Задачи выпуклого программирования и квадратичного выпуклого программирования. Численные методы решения задач нелинейного программирования.	8		12	16
	<b>ВСЕГО</b>	<b>34</b>		<b>34</b>	<b>51</b>

<sup>6</sup> Указать объем часов самостоятельной работы для подготовки к лекционным, практическим, лабораторным занятиям

**4.2. Содержание практических (семинарских) занятий**  
 Практические занятия учебным планом не предусмотрены

**4.3. Содержание лабораторных занятий**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям <sup>7</sup>
семестр №4				
1	Основные понятия и методы линейного программирования	1). Исследование множества опорных планов задачи линейного программирования в канонической форме. 2). Симплекс-метод в чистом виде. 3). Методы искусственного базиса и больших штрафов.	6	6
2	Транспортная и подобные ей задачи.	4). Решение транспортной задачи распределительным методом и методом потенциалов	6	6
3	Теория двойственности линейного программирования	5). Двойственный симплекс-метод. Метод последовательного уточнения оценок.	4	4
4	Элементы теории игр	6). Нахождение седловой точки в смешанных стратегиях для матричной игры с нулевой суммой двойственным симплекс методом.	6	6
5	Нелинейное программирование	7). Решение задачи дробно-линейного программирования сведением к задаче линейного программирования. 8). Численное решение задачи квадратичного программирования методом градиентного спуска.	12	12
ИТОГО:			34	34

**4.4. Содержание курсового проекта/работы<sup>8</sup>**

Курсовая работа учебным планом не предусмотрена

<sup>7</sup> Количество часов самостоятельной работы для подготовки к лабораторным занятиям

<sup>8</sup> Если выполнение курсового проекта/курсовой работы нет в учебном плане, то в данном разделе необходимо указать «Не предусмотрено учебным планом»

#### 4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий<sup>9</sup>

На выполнение РГЗ выделяется 18 часов самостоятельной работы студента. Предусматривается выполнение одного расчетно-графического задания. Оно состоит из 2–3 задач линейного программирования, 2–3 транспортных задач, 2 задач на определение седловой точки в смешанных стратегиях. Включаются также 2 задачи дробно-линейного программирования и одна задача квадратичного выпуклого программирования. Решение задач студенты должны выполнить вручную, используя результаты РГЗ для тестирования программ в своих лабораторных работах.

### 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

#### 5.1. Реализация компетенций

**1 Компетенция** ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности<sup>10</sup>

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-1.1. Знать: основы математики, физики, вычислительной техники и программирования	защита лабораторной работы
ОПК-1.2. Уметь: решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и инженерных знаний, методов математического анализа и моделирования.	защита лабораторной работы
ОПК-1.3. Владеть: навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	защита лабораторной работы, дифференцированный зачет

**2 Компетенция** ОПК-8. Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-8.1. Знать: алгоритмические языки программирования, операционные системы и оболочки, современные среды разработки программного обеспечения	защита лабораторной работы
ОПК-8.2. Уметь: составлять алгоритмы, писать и отлаживать коды на языке	защита лабораторной работы

<sup>9</sup> Если выполнение расчетно-графического задания/индивидуального домашнего задания нет в учебном плане, то в данном разделе необходимо указать «Не предусмотрено учебным планом»

<sup>10</sup> Повторить пункт 1 для каждой компетенции, закрепленной в разделе 1.

программирования, тестировать работоспособность программы, интегрировать программные модули	
ОПК-8.3. Владеть: языком программирования; навыками отладки и тестирования работоспособности программы	защита лабораторной работы, дифференцированный зачет

## 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

### 5.2.1. Перечень контрольных вопросов для дифференцированного зачета

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Основные понятия и методы линейного программирования	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Экономико-математические модели, приводящие к задачам линейного программирования.</li> <li>2. Общая формулировка задачи линейного программирования. Преобразования линейных оптимизационных моделей. Каноническая и стандартная формы задачи линейного программирования</li> <li>3. Геометрическое истолкование системы ограничений и целевой функции задачи линейного программирования в случае двух переменных. Графический метод решения задачи.</li> <li>4. Метод Гаусса-Жордана приведения системы линейных уравнений к базисному виду, базисные и опорные решения такой системы. Фундаментальная теорема симплекс метода</li> <li>5. К какому виду должна быть приведена задача линейного программирования перед применением симплекс-метода? Вычислительная процедура симплекс метода. Порядок работы с симплекс-таблицей.</li> </ol>
2	Транспортная и подобные ей задачи	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Транспортная задача. Математическая модель закрытой транспортной задачи. Запись транспортной задачи в форме таблицы данных.</li> <li>2. Нахождение первого опорного решения системы ограничений транспортной задачи. Метод северо-западного угла и метод наименьшей стоимости.</li> <li>3. Понятие цикла пересчета для данной свободной клетки. Существование и единственность цикла пересчета</li> <li>4. Нахождение коэффициентов целевой функции транспортной задачи в ее выражении через свободные переменные. Распределительный метод решения закрытой транспортной задачи.</li> <li>5. Метод потенциалов и его преимущество перед распределительным методом.</li> </ol>
3	Теория двойственности линейного программирования	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сформулируйте первую и вторую теоремы двойственности. Какие задачи позволяют решать эти теоремы?</li> <li>2. Двойственный симплекс-метод для пары</li> </ol>



		<p>симметрично двойственных задач.</p> <p>3. Понятие псевдоплана. Симплекс таблица, отвечающая псевдоплану. Опишите алгоритм последовательного уточнения оценок.</p>
4	Элементы теории игр	<p>1. Конфликтные ситуации. Формулировка простейшей модели конфликтной ситуации в виде матричной игры двух игроков с нулевой суммой. Анализ игры в чистых стратегиях. Седловая точка игры в чистых стратегиях.</p> <p>2. Понятие смешанной стратегии. Платежная функция игры. Седловая точка игры в смешанных стратегиях. Теорема фон Неймана о существовании седловой точки игры в смешанных стратегиях.</p> <p>3. Построение пары двойственных задач для определения седловой точки игры в смешанных стратегиях. Графическое решение игр размера <math>m \times 2</math> и <math>2 \times n</math>.</p> <p>4. Решение игры в смешанных стратегиях двойственным симплекс-методом.</p>
5	Нелинейное программирование	<p>1. Определение локального экстремума задачи нелинейного программирования. Глобальный экстремум. Одноэкстремальные задачи.</p> <p>2. Определение выпуклого множества в <math>R^n</math> и выпуклой функции. Задача выпуклого программирования. и ее одноэкстремальность.</p> <p>3. Численные методы безусловной оптимизации. Метод наискорейшего градиентного спуска.</p> <p>4. Метод штрафных функций.</p> <p>5. Многокритериальные задачи. Паретовские решения. Методы агрегированного критерия, главного показателя и последовательных уступок.</p>

### 5.2.2. Перечень контрольных материалов

#### для защиты курсового проекта или курсовой работы

Курсовая работа или проект учебным планом не предусмотрены

### 5.3. Типовые контрольные задания (материалы)

#### для текущего контроля в семестре

*Текущий контроль* осуществляется в течение семестра в форме защиты лабораторных работ.

В методических указаниях к выполнению лабораторных работ по дисциплине представлен перечень лабораторных работ, обозначены цель и задачи, представлены индивидуальные варианты заданий и перечень контрольных вопросов.

Защита лабораторной работы проводится в форме устного опроса студента и направлена на проверку степени усвоения материала и понимания теоретических сведений, используемых в процессе выполнения работы; для защиты необходимо представить в печатной (рукописной) форме отчет по лабораторной работе, выполненный самостоятельно и в соответствии со всеми требованиями, приведёнными в методических указаниях к выполнению лабораторных работ. Примерные перечень контрольных вопросов для защиты

лабораторных работ приведен в таблице:

Тематика лабораторной работы	Контрольные вопросы
Лабораторная работа №1. Исследование множества опорных планов системы ограничений задачи линейного программирования в канонической форме	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Как формулируется общая задача линейного программирования?</li> <li>2. Когда задача линейного программирования называется имеющей каноническую форму?</li> <li>3. Какая форма задачи линейного программирования называется стандартной?</li> <li>4. С помощью каких приемов производятся преобразования моделей линейного программирования?</li> <li>5. Дайте определения базисного и допустимого базисного вида системы линейных уравнений, базисного и опорного решений такой системы.</li> </ol>
Лабораторная работа №2. Симплекс-метод в чистом виде	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. К какому виду должна быть приведена задача линейного программирования перед применением симплекс-метода?</li> <li>2. Как составить первую симплекс-таблицу?</li> <li>3. Опишите порядок работы с симплекс-таблицей. Сформулируйте правило выбора разрешающего элемента.</li> <li>4. В чем заключается признак того, что симплекс-таблица является последней?</li> </ol> <p>Как прочесть решение задачи по последней симплекс-таблице?</p>
Лабораторная работа №3. Модификации симплекс метода. Методы искусственного базиса и больших штрафов	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Для чего применяется метод искусственного базиса?</li> <li>2. Как строится вспомогательная задача при работе методом искусственного базиса?</li> <li>3. Какие основные случаи могут представиться при работе этим методом?</li> <li>4. Опишите метод больших штрафов. Как составить <math>M</math>-задачу для задачи линейного программирования в канонической форме?</li> <li>5. Опишите связь между исходной задачей и <math>M</math>-задачей. Как выбирается число <math>M</math>. Как прочесть решение исходной задачи по решению <math>M</math>-задачи?</li> </ol>
Лабораторная работа №4. Закрытая транспортная задача	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Как формулируется транспортная задача? Что такое матрица перевозок? Как выглядит математическая модель закрытой транспортной задачи?</li> <li>2. Как записать транспортную задачу в форме таблицы данных?</li> <li>3. Нахождение первого опорного решения системы ограничений транспортной задачи. В чем заключаются метод северо-западного угла и метод наименьшей стоимости?</li> <li>4. Что называют циклом в матрице? Какими комбинаторными свойствами обладают циклы?</li> <li>5. Означенный цикл. Что называют сдвигом по означенному циклу в матрице перевозок? Каким основным свойством обладает этот сдвиг?</li> <li>6. Что называется циклом пересчета для данной свободной клетки?</li> <li>7. Как находятся коэффициенты при свободных переменных в базисном виде системы ограничений транспортной задачи?</li> <li>8. Как находится выражение целевой функции транспортной задачи через свободные переменные для произвольного базисного вида системы ограничений?</li> <li>9. В чем заключается распределительный метод решения закрытой транспортной задачи? Опишите порядок работы по методу потенциалов.</li> </ol>

<p>Лабораторная работа №5. Двойственный симплекс метод</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сформулируйте правило составления задачи, двойственной по отношению к данной задаче линейного программирования в стандартной форме. Какие пары задач называют симметричными взаимно двойственными?</li> <li>2. Несимметрично двойственные задачи. В чем состоит общее правило построения двойственных задач?</li> <li>3. Сформулируйте первую теорему двойственности. Что позволяет сказать эта теорема о задаче линейного программирования, если известно решение двойственной задачи?</li> <li>4. Сформулируйте вторую теорему двойственности. Какие задачи позволяет решать эта теорема?</li> <li>5. Сформулируйте третью теорему двойственности.</li> <li>6. В чем заключается двойственный симплекс-метод для пары симметрично двойственных задач?</li> <li>7. Что называется псевдопланом задачи линейного программирования в канонической форме? Что представляет собой симплекс-таблица, отвечающая псевдоплану?</li> <li>8. Опишите алгоритм последовательного уточнения оценок.</li> </ol>
<p>Лабораторная работа №6. Нахождение седловой точки в смешанных стратегиях для матричной игры с нулевой суммой</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что обычно называют конфликтной ситуацией? Как строится простейшая модель конфликтной ситуации в виде матричной игры двух игроков с нулевой суммой?</li> <li>2. Как игроки оценивают свои стратегии в процессе анализа игры в чистых стратегиях? Что такое нижняя и верхняя цены игры в чистых стратегиях?</li> <li>3. Что такое седловая точка игры в чистых стратегиях?</li> <li>4. Что такое смешанная стратегия игрока? Дайте определение платежной функции игры.</li> <li>5. Что такое седловая точка игры в смешанных стратегиях? Сформулируйте теорему фон Неймана о существовании седловой точки игры в смешанных стратегиях.</li> <li>6. Как строится пара двойственных задач для определения седловой точки игры в смешанных стратегиях?</li> <li>7. В чем состоит графический метод решения игр размера <math>2 \times m</math> и <math>n \times 2</math>? Как решить игру в смешанных стратегиях двойственным симплекс-методом?</li> </ol>
<p>Лабораторная работа №7. Решение задачи дробно-линейного программирования сведением к задаче линейного программирования</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Как формулируется задача дробно-линейного программирования?</li> <li>2. Как истолковать эту задачу геометрически в случае двух переменных?</li> <li>3. Как сводится задача дробно-линейного программирования к задаче линейного программирования с помощью введения новых переменных?</li> <li>4. Дайте определение локального экстремума задачи нелинейного программирования. Что такое глобальный экстремум? Какие задачи называются одноэкстремальными? Является ли задача ДЛП одноэкстремальной?</li> </ol>
<p>Лабораторная работа №8. Численное решение задачи квадратичного программирования методом градиентного спуска.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Как формулируется задача дробно-линейного программирования?</li> <li>2. Как истолковать эту задачу геометрически в случае двух переменных?</li> <li>3. Как сводится задача дробно-линейного программирования к задаче линейного программирования с помощью введения новых переменных?</li> <li>4. Дайте определение локального экстремума задачи нелинейного</li> </ol>

	программирования. Что такое глобальный экстремум? Какие задачи называются одноэкстремальными? 5. Является ли задача ДПП одноэкстремальной?
--	---

**Критерии оценки лабораторной работы:** лабораторная работа считается защищенной, если студент выполнил задание к работе полностью и во время устного опроса по работе правильно ответил на заданные преподавателем дополнительные вопросы.

#### 5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично<sup>11</sup>.

При промежуточной аттестации в форме зачета используется следующая шкала оценивания: зачтено, не зачтено.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, определений, понятий
	Знание основных закономерностей, соотношений, принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Умение решать стандартные профессиональные задачи с применением методов дискретной математики
	Умение использовать теоретические знания для выбора методики решения профессиональных задач
	Умение проверять решение и анализировать результаты
Навыки	Владение навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности
	Качество выполнения исследований объектов профессиональной деятельности
	Самостоятельность выполнения исследований объектов профессиональной деятельности

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, определений, понятий	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно

<sup>11</sup> В ходе текущей аттестации могут быть использованы балльно-рейтинговые шкалы.

Знание основных закономерностей, соотношений, принципов	Не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, их интерпретирует и использует	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, может самостоятельно их получить и использовать
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение решать стандартные профессиональные задачи с применением методов дискретной математики	Не умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением методов дискретной математики	Допускает неточности в решении стандартных профессиональных задач с применением методов дискретной математики	Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением методов дискретной математики	Безошибочно решает стандартные профессиональные задачи с применением методов дискретной математики
Умение использовать теоретические знания для выбора методики решения профессиональных задач	Не умеет использовать теоретические знания для выбора методики решения профессиональных задач	Использование теоретических знаний для выбора методики решения профессиональных задач вызывает затруднения	Умеет использовать теоретические знания для выбора методики решения профессиональных задач	Умело использует теоретические знания для выбора методики решения профессиональных задач

## Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владение навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	Не владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	Не достаточно хорошо владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	Профессионально владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности
Качество выполнения исследований объектов профессиональной деятельности	Не качественно выполняет исследования объектов профессиональной деятельности, допускает грубые ошибки	Не достаточно качественно выполняет исследования объектов профессиональной деятельности, допускает и исправляет ошибки с посторонней помощью	Не достаточно качественно выполняет исследования объектов профессиональной деятельности, допускает и исправляет ошибки самостоятельно	Качественно выполняет исследования объектов профессиональной деятельности
Самостоятельность выполнения исследований объектов профессиональной деятельности	Не может самостоятельно выполнять исследования объектов профессиональной деятельности	Выполняет исследования объектов профессиональной деятельности с посторонней помощью	При выполнении исследования объектов профессиональной деятельности иногда требуется посторонняя помощь	Самостоятельно выполняет исследования объектов профессиональной деятельности

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий	Специализированная мебель. Мультимедийная установка, экран, доски
2.	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий	Специализированная мебель. Компьютеры на базе процессоров Intel или AMD.
3.	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель. Компьютерная техника, подключенная к сети интернет и имеющая доступ в электронно-образовательную среду

### 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1.	Microsoft Windows 10 Корпоративная	(Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633 Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2020). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017.
2.	Microsoft Office Professional Plus 2016	(Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633 Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2020). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017.
3.	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition».	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 20.07.2019

### 6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Брусенцев А.Г., Петрашев В.И., Рязанов Ю. Д. Исследование операций и теория игр.– Учебное пособие. – Белгород: Издательство БГТУ им. В.Г. Шухова, 2012. – 259 с.
2. Сборник задач по математике для вузов, т. 4 / под ред. А. В. Ефимова и А. С. Поспелова. – М.: Физматлит, 2003. – 574 с.
3. Косоруков О.А. Исследование операций.–Учебник.–М.: Экзамен, 2003.–423с.
4. Брусенцев А.Г., Брусенцева В.С. Исследование операций и теория игр.–Методические указания к выполнению лабораторных работ.– Изд. БГТУ им. В.Г. Шухова, 2013.–46с.
5. Болтянский В.Г. Оптимальное управление дискретными системами. – М.: Наука, 1973. – 446 с.
6. Дикин И.И. Метод внутренних точек в линейном и нелинейном программировании. – Изд. группа URSS. 2010. – 120 с.

7. Нейман Дж., Моргерштерн О. Теория игр и экономическое поведение. – М.: Наука, 1970. – 708 с.
8. Ашманов С.А., Тихонов А.В. Теория оптимизации в задачах и упражнениях. – М.: Наука, 1991. – 447 с.
9. Горлач Б.А. Исследование операций.– Учебное пособие.– [Электронный ресурс] Электрон. текстовые данные.: Изд. «Лань», 2013.– 448с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=4865](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4865)
10. Есипов Б.А. Методы исследования операций– Учебное пособие.– [Электронный ресурс] Электрон. текстовые данные.: Изд. «Лань», 2013.–304с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=10250](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=10250)
11. Ржевский С.В. Исследование операций.– Учебное пособие.– [Электронный ресурс] Электрон. текстовые данные.: Изд. «Лань», 2013.–480с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=32821](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=32821)
12. Акулич И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах.– Учебное пособие.– [Электронный ресурс] Электрон. текстовые данные.: Изд. «Лань», 2011.–352с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2027](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2027)
13. Ашманов С.А., Тихонов А.В. Теория оптимизации в задачах и упражнениях. –Учебное пособие.– [Электронный ресурс] Электрон. текстовые данные.: Изд. «Лань», 2012.–448с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=3799](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3799)

#### **6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем**

1. Электронная библиотека (на базе ЭБС «БиблиоТех») — Режим доступа: <http://ntb.bstu.ru>
2. Электронно-библиотечная система IPRbooks — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE» — Режим доступа: <http://www.biblioclub.ru/>



## 7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ<sup>3</sup>

Рабочая программа утверждена на 20 20 /20 21 учебный год  
без изменений / с изменениями, дополнениями<sup>4</sup>

Протокол № 8 заседания кафедры от « 21 » 04 20 20 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ (Поляков В.М.)

  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_ (Белоусов А.В.)

  
подпись, ФИО

<sup>3</sup> Заполняется каждый учебный год на отдельных листах.

<sup>4</sup> Нужно подчеркнуть.