

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

СОГЛАСОВАНО

Директор института магистратуры

  
И.В. Ярмоленко  
« 20 » мая 2021 г.



УТВЕРЖДАЮ

Директор института ЭИТУС

  
А.В. Белоусов  
« 20 » мая 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины

**Методы оптимизации**

Направление подготовки:  
09.04.04 Программная инженерия

Направленность программы (профиль, специализация):  
Разработка программно-информационных систем

Квалификация (степень)  
магистр

Форма обучения  
очная

Институт энергетики, информационных технологий и управляющих систем

Кафедра программного обеспечения вычислительной техники  
и автоматизированных систем

Белгород – 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 09.04.04 «Программная инженерия» (уровень магистратуры), утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 932 от 19 сентября 2017 г.
- Учебного плана по направлению подготовки 09.04.04 «Программная инженерия», профиль «Разработка программно-информационных систем», утверждённого учёным советом БГТУ им. В. Г. Шухова в 2021 году.

Составитель: д.ф.-м.н., доцент  (А.Г. Брусенцев)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры  
Программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем

« 14 » \_\_\_\_\_ мая \_\_\_\_\_ 2021 г., протокол № \_\_\_\_\_ 8

Заведующий кафедрой: к.т.н., доцент  (В.М. Поляков)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)


Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой  
Программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем

Заведующий кафедрой: к.т.н., доцент  (В.М. Поляков)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

« 14 » \_\_\_\_\_ мая \_\_\_\_\_ 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института  
Энергетики, информационных технологий и управляющих систем

« 20 » \_\_\_\_\_ мая \_\_\_\_\_ 2021 г., протокол № \_\_\_\_\_ 9

Председатель: к.т.н., доцент  (А.Н. Семернин)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-1 Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	ОПК-1.1 Применяет математические, естественнонаучные и социально-экономические методы для использования в профессиональной деятельности	Знания
		ОПК-1.2 Решает нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний	Умения
		ОПК-1.3 Проводит теоретические и экспериментальные исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	Навыки
Профессиональные компетенции	ПК-6 Способен использовать методы оптимизации, математического и системного моделирования в профессиональной деятельности	ПК-6.1 Определяет постановку и методы решения оптимизационных задач, задач математического и системного моделирования	Знания
		ПК-6.2 Использует методы математического и системного моделирования, а также оптимизационные методы для построения алгоритмов решения научно-исследовательских задач	Умения
		ПК-6.3 Решает задачи системного и математического моделирования с использованием пакетов математических программ; разрабатывает математическое программное обеспечение	Навыки

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**1. Компетенция ОПК-1** Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами, практиками:

Стадия	Наименования дисциплины
1.	Методы оптимизации
2.	Технологии искусственного интеллекта
3.	Программирование распределённых систем
4.	Производственная научно-исследовательская работа
5.	Государственная итоговая аттестация

**2. Компетенция ПК-6** Способен использовать методы оптимизации, математического и системного моделирования в профессиональной деятельности.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами, практиками:

Стадия	Наименования дисциплины
1.	Методы оптимизации
2.	Научно-исследовательский семинар
3.	Анализ данных и процессов
4.	Математическое моделирование
5.	Производственная научно-исследовательская работа
6.	Производственная преддипломная практика
7.	Государственная итоговая аттестация

### 3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач. единиц, 180 часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки: 3 зач. единицы.

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 1
Общая трудоёмкость дисциплины, час	180	180
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	72	72
лекции	17	17
лабораторные	34	34
практические	17	17
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	4	4
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	108	108
Курсовой проект	–	–
Курсовая работа	–	–
Расчётно-графическое задание	–	–
Индивидуальное домашнее задание	–	–
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	72	72
Форма промежуточной аттестации	36 экзамен	36 экзамен

**4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**4.1 Наименование тем, их содержание и объем**  
**Курс 1 Семестр 1**

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
<b>1. Линейное программирование</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. Транспортная задача	5	5	8	18
<b>2. Теория двойственности и элементы теории игр</b>					
	Понятие о теории двойственности. Первая, вторая и третья теоремы двойственности. Двойственный симплекс-метод. Матричные игры двух игроков с нулевой суммой и их решение в чистых и смешанных стратегиях. Решение игры двойственным симплекс-методом.	4	4	6	16
<b>3. Нелинейное программирование</b>					
	Задачи нелинейного программирования. Метод множителей Лагранжа. Достаточные условия локального экстремума. Одноэкстремальность. Задачи выпуклого программирования и квадратичного выпуклого программирования. Методы численного нахождения локального экстремума в задачах безусловной оптимизации. Метод штрафных функций.	2	4	8	16
<b>4. Методы бесконечномерной оптимизации</b>					
	Простейшая задача вариационного исчисления. Необходимые условия экстремума. Уравнения Эйлера. Экстремали. Понятие о достаточных условиях экстремума. Обобщения простейшей задачи вариационного исчисления. Задача с подвижными концами. Задачи на условный экстремум вариационного исчисления. Прямые методы вариационного исчисления. Понятие о методах Ритца, Галеркина и Каннторовича.	6	4	12	22
	<b>ВСЕГО</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>34</b>	<b>72</b>

## 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во лекц. часов	К-во часов СРС
семестр №1				
1	Линейное программирование	Общая формулировка задачи линейного программирования и ее геометрическое истолкование в случае двух переменных.	1,25	1
		Основные понятия, связанные с симплекс-методом.	1,25	1
		Симплекс-метод в чистом виде. Методы искусственного базиса и больших штрафов.	1,25	1
		Транспортная задача	1,25	1
2	Теория двойственности и элементы теории игр	Первая, вторая и третья теоремы двойственности. Двойственный симплекс-метод.	1,33	2
		Матричные игры двух игроков с нулевой суммой и их решение в чистых и смешанных стратегиях.	1,33	2
		Решение игры двойственным симплекс-методом.	1,33	2
3	Нелинейное программирование	Задачи нелинейного программирования. Метод множителей Лагранжа. Достаточные условия локального экстремума. Одноэкстремальность	0,25	1
		Задачи выпуклого программирования и квадратичного выпуклого программирования.	1	2
		Методы численного нахождения локального экстремума в задачах безусловной оптимизации.	0,25	1
		Метод штрафных функций	0,5	1
4	Методы бесконечномерной оптимизации	Простейшая задача вариационного исчисления. Необходимые условия экстремума. Уравнения Эйлера.	1,2	1
		Обобщения простейшей задачи вариационного исчисления.	1,2	1
		Задача с подвижными концами.	1	1
		Задачи на условный экстремум вариационного исчисления.	1	1
		Прямые методы вариационного исчисления. Понятие о методах Ритца, Галеркина и Канторовича.	1,6	2
		Итоговое занятие	0	2
ИТОГО:			17	23

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во лекц. часов	К-во часов СРС
семестр №1				
1	Линейное программирование	Компьютерное исследование множества опорных планов задачи линейного программирования в канонической форме	1,25	1
		Симплекс метод в чистом виде	1,25	1
		Модификации симплекс метода	1,25	1
		Транспортная задача	1,25	1
2	Теория двойственности и элементы теории игр	Двойственный симплекс метод для симметрично двойственных задач.	1,33	2
		Метод последовательного уточнения оценок.	1,33	2
		Решение игры в смешанных стратегиях с помощью двойственного симплекс-метода.	1,33	2
3	Нелинейное программирование	Задачи дробно-линейного программирования и их решение сведением к задачам линейного программирования.	0,25	1
		Задачи выпуклого квадратичного программирования	1	1
		Методы численного нахождения локального экстремума в задачах безусловной оптимизации.	0,25	1
		Метод штрафных функций.	0,5	1
4	Методы бесконечномерной оптимизации	Численное нахождение экстремалей для функционалов простейшей задачи вариационного исчисления.	1,2	1
		Нахождение экстремалей для функционалов в обобщениях простейшей задачи.	1,2	1
		Численное решение задач вариационного исчисления с помощью метода Ритца.	1,2	1
		Применение к задачам вариационного исчисления метода Галеркина.	1,2	1
		Метод Канторовича	1,2	1
		Заключительное занятие. Ликвидация задолженностей по лабораторным работам.	0	1
		ИТОГО:		17

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

### 5.1. Реализация компетенций

**1. Компетенция ОПК-1** Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.

Наименование индикатора (показателя оценивания)	Используемые средства оценивания
ОПК-1.1 Применяет математические, естественнонаучные и социально-экономические методы для использования в профессиональной деятельности	Защита лабораторной работы, устный опрос
ОПК-1.2 Решает нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний	Защита лабораторной работы, проверка практических заданий
ОПК-1.3 Проводит теоретические и экспериментальные исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	Защита лабораторной работы, устный опрос

**2. Компетенция ПК-6** Способен использовать методы оптимизации, математического и системного моделирования в профессиональной деятельности.

Наименование индикатора (показателя оценивания)	Используемые средства оценивания
ПК-6.1 Определяет постановку и методы решения оптимизационных задач, задач математического и системного моделирования	Защита лабораторной работы, устный опрос
ПК-6.2 Использует методы математического и системного моделирования, а также оптимизационные методы для построения алгоритмов решения научно-исследовательских задач	Защита лабораторной работы, проверка практических заданий
ПК-6.3 Решает задачи системного и математического моделирования с использованием пакетов математических программ; разрабатывает математическое программное обеспечение	Защита лабораторной работы, устный опрос



## 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

### 5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Линейное программирование	Как формулируется общая задача линейного программирования?
		Когда задача линейного программирования называется имеющей каноническую форму?
		Какая форма задачи линейного программирования называется стандартной?
		В чем заключается геометрическое истолкование системы ограничений и целевой функции задачи в случае двух переменных?
		Дайте определения базисного вида системы линейных уравнений, базисного и опорного решений такой системы.
		К какому виду должна быть приведена задача линейного программирования перед применением симплекс-метода?
		Для чего применяется метод искусственного базиса? Какие основные случаи могут представиться при работе этим методом?
		В чем заключается метод больших штрафов?
		Что понимается под трудоемкостью симплекс метода? Что означает его экспоненциальная трудоемкость на классе всех задач линейного программирования?
		Существуют ли алгоритмы решения задач линейного программирования полиномиальной трудоемкости? Обладает ли класс всех задач линейного программирования полиномиальной сложностью?
		Как формулируется транспортная задача? Что такое матрица перевозок? Как выглядит математическая модель закрытой транспортной задачи? Как записать транспортную задачу в форме таблицы данных?
		Нахождение первого опорного решения системы ограничений транспортной задачи. В чем заключаются метод северо-западного угла и метод наименьшей стоимости?
		Что называют циклом в матрице? Какими комбинаторными свойствами обладают циклы? Что называется, циклом пересчета для данной свободной клетки?
		В чем заключается распределительный метод решения закрытой транспортной задачи?
Опишите порядок работы по методу потенциалов.		
2	Теория двойственности и элементы теории игр	Сформулируйте правило составления задачи, двойственной по отношению к данной задаче линейного программирования в стандартной форме. Какие пары задач называют симметрично взаимно двойственными?
		Несимметрично двойственные задачи. В чем состоит общее правило построения двойственных задач?
		Сформулируйте первую теорему двойственности. Что позволяет сказать эта теорема о задаче линейного

		<p>программирования, если известно решение двойственной задачи?</p> <p>Сформулируйте вторую теорему двойственности. Какие задачи позволяет решать эта теорема?</p> <p>Третья теорема двойственности. Область устойчивости двойственных оценок и ее отыскание с помощью второй теоремы двойственности?</p> <p>В чем заключается двойственный симплекс-метод для пары симметрично двойственных задач? Опишите алгоритм последовательного уточнения оценок.</p> <p>Что обычно называют конфликтной ситуацией? Как строится простейшая модель конфликтной ситуации в виде матричной игры двух игроков с нулевой суммой?</p> <p>Что такое седловая точка игры в чистых стратегиях? Что такое седловая точка игры в смешанных стратегиях? Сформулируйте теорему фон Неймана о существовании седловой точки игры в смешанных стратегиях.</p> <p>Как строится пара двойственных задач для определения седловой точки в смешанных стратегиях?</p> <p>Как решить игру в смешанных стратегиях двойственным симплекс-методом?</p>
3	Методы бесконечномерной оптимизации	<p>Как формулируется простейшая задача вариационного исчисления? Что называется, первой вариацией функционала? Сформулируйте необходимые условия экстремума.</p> <p>Уравнения Эйлера для простейшей задачи вариационного исчисления. Экстремали.</p> <p>Квадратичный функционал и уравнение Эйлера для него.</p> <p>Какие обобщения простейшей задачи вариационного исчисления Вы знаете? Каковы дифференциальные уравнения для их экстремалей?</p> <p>В чем заключается задача с подвижными концами?</p> <p>Вариационные задачи с неизвестными функциями от нескольких переменных.</p> <p>Что такое прямые методы решения задач вариационного исчисления?</p> <p>В чем заключается метод Ритца?</p> <p>Опишите метод Галеркина.</p> <p>В чем заключается метод Канторовича?</p>

### 5.2.2. Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем.

Выполнение курсовых проектов и курсовых работ в данной дисциплине учебным планом не предусмотрено.

### 5.2.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий.

ИДЗ и РГЗ 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> <li>5. Как прочесть решение задачи по последней симплекс-таблице?</li> </ol>
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> </ol>

	<ol style="list-style-type: none"> <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</li> </ol>

	симплекс-методом?
Лабораторная работа №7. Решение задачи дробно-линейного программирования сведением к задаче линейного программирования	<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>
Лабораторная работа №8. Численное решение задачи квадратичного программирования методом градиентного спуска.	<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?</li> <li>5. Является ли задача ДЛП одноэкстремальной?</li> </ol>

**Критерии оценки лабораторной работы:** лабораторная работа считается защищённой, 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.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, определений, понятий теории оптимизации
	Знание основных закономерностей, соотношений, принципов теории оптимизации
	Объём освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Чёткость изложения и интерпретации знаний
Умения	Умение решать стандартные профессиональные задачи с применением методов теории оптимизации
	Умение использовать теоретические знания для выбора методики решения профессиональных задач
Навыки	Владение навыками решения оптимизационных задач
	Качество решения оптимизационных задач

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 теории оптимизации	Не знает терминов и определений теории оптимизации	Знает термины и определения теории оптимизации, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения теории оптимизации	Знает термины и определения теории оптимизации, может корректно сформулировать их самостоятельно
Знание основных закономерностей, соотношений, принципов теории оптимизации	Не знает основные закономерности и соотношения, принципы теории оптимизации	Знает основные закономерности, соотношения, принципы теории оптимизации	Знает основные закономерности, соотношения, принципы теории оптимизации, интерпретирует их и использует	Знает основные закономерности, соотношения, принципы теории оптимизации, может самостоятельно их получить и использовать
Объём освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объёме	Обладает твёрдым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не даёт ответы на большинство вопросов	Даёт неполные ответы на все вопросы	Даёт ответы на вопросы, но не все из них полные	Даёт полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Чёткость 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 логически последовательно, самостоятельно их воспроизводит и анализирует
	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 теории оптимизации	Не умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением методов оптимизации	Допускает неточности в решении стандартных профессиональных задач с применением	Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением методов оптимизации	Безошибочно решает стандартные профессиональные задачи с применением методов оптимизации

		методов оптимизации		
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 решения оптимизационных задач	Не владеет навыками решения оптимизационных задач	Недостаточно хорошо владеет навыками решения оптимизационных задач	Владеет навыками решения оптимизационных задач	Профессионально владеет навыками решения оптимизационных задач
Качество решения оптимизационных задач	Не может решать оптимизационные задачи, допускает грубые ошибки	Недостаточно качественно решает оптимизационные задачи, допускает и исправляет ошибки с посторонней помощью	Недостаточно качественно решает оптимизационные задачи, допускает и исправляет ошибки самостоятельно	Качественно решает оптимизационные задачи
Самостоятельность решения оптимизационных задач	Не может самостоятельно решать оптимизационные задачи	Решает оптимизационные задачи с посторонней помощью	При решении оптимизационных задач иногда требуется посторонняя помощь	Самостоятельно решает оптимизационные задачи

## **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 V9221014 Соглашение действительно с 01.11.2020 по 31.10.2023). Договор поставки ПО № 128-21 от 30.10.2021.
2.	Microsoft Office Professional Plus 2016	(Соглашение Microsoft Open Value Subscription V9221014 Соглашение действительно с 01.11.2020 по 31.10.2023). Договор поставки ПО № 128-21 от 30.10.2021.
3.	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.

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

1. Брусенцев А.Г., Осипов О.В. Методы оптимизации.– Учебное пособие. – Белгород: Издательство БГТУ им. В.Г. Шухова, 2017. – 263 с.
2. Брусенцев А.Г., Брусенцева В.С. Методы оптимизации. – Методические указания к выполнению лабораторных работ.– Изд. БГТУ им. В.Г. Шухова, 2019.– 50с.
3. 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.
4. Сборник задач по математике для вузов, т. 4 / под ред. А. В. Ефимова и А. С. Поспелова. – М.: Физматлит, 2003. – 574 с.
5. Косоруков О.А. Исследование операций.–Учебник.–М.: Экзамен, 2003.–423с.



6. 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.
7. Болтянский В.Г. Оптимальное управление дискретными системами. – М.: Наука, 1973. – 446 с.
8. Дикин И.И. Метод внутренних точек в линейном и нелинейном программировании. – Изд. группа URSS. 2010. – 120 с.
9. Нейман Дж., Моргерштерн О. Теория игр и экономическое поведение. – М.: Наука, 1970. – 708 с.
10. Ашманов С.А., Тихонов А.В. Теория оптимизации в задачах и упражнениях. – М.: Наука, 1991. – 447 с.
11. 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)
12. 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)
13. 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)
14. 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)
15. 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

Рабочая программа утверждена на 2022/2023 учебный год  
без изменений / с изменениями, дополнениями

Протокол № \_\_\_\_\_ заседания кафедры от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_  
подпись, ФИО