

**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  
  
« 17 » май 201 | г.

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института  
  
« 17 » май 201 | г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины

**Методы оптимизации**

Направление подготовки

09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Направленность программы

Интеллектуальный анализ данных и процессов

Квалификация  
магистр

Форма обучения  
очная

**Институт:** 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 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 сентября 2017 г. N 918
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 202\_ году.

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


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

« 14 » мая 2021 г., протокол № 8

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

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 17 » мая 2021 г., протокол № 9

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

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

| Категория (группа) компетенций | Код и наименование компетенции  | Код и наименование индикатора достижения компетенции  | Наименование показателя оценивания |
|--------------------------------|---|---|------------------------------------|
|                                | ОПК-1 Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические и 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. Знать математические, естественно-научные и социально-экономические методы для использования в профессиональной деятельности   | Знания                             |
|                                |   | ОПК-1.2. Уметь решать нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных и профессиональных знаний | Умения                             |
|                                |   | ОПК-1.3. Владеть навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте                       | Навыки                             |

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

### 1. Компетенция ОПК-1

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

| Стадия | Наименования дисциплины                |
|--------|--|
| 1.     | Методология научного познания          |
| 2.     | Методы оптимизации                     |
| 3.     | Технологии искусственного интеллекта   |
| 4.     | Программирование распределенных систем |
| 5.     | Научно-исследовательская практика      |
| 6.     | Государственная итоговая аттестация    |

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

| Вид учебной работы  | Всего часов | Семестр № 1 |
|---|-------------|-------------|
| Общая трудоемкость 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 <sup>1</sup>                 | 4           | 4           |
| <b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>   | 108         | 108         |
| Курсовой проект   |             |             |
| Курсовая работа   |             |             |
| Расчетно-графическое задания  |             |             |
| Индивидуальное домашнее задание   |             |             |
| Самостоятельная работа по подготовке к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия) | 72          | 72          |
| Экзамен   | 36          | 36          |

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем Курс1 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>Линейное программирование.</b><br>Общая формулировка задачи линейного | 5   | 5                    | 8                    | 18                     |

|  |  |    |    |    |    |
|--|--|----|----|----|----|
|  | 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  |    |    |    |    |
|  | <b>Теория двойственности и элементы теории игр.</b><br>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>Нелинейное программирование.</b><br>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  | 2  | 8  | 16 |
|  | <b>Методы бесконечномерной оптимизации.</b><br>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  | 6  | 12 | 22 |
|  | <b>ВСЕГО</b>   | 17 | 17 | 34 | 72 |

#### 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

| № п/п             | Наименование раздела дисциплины             | Тема практического (семинарского) занятия   | К-во часов | Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям |
|-------------------|---|---|------------|--|
| <b>семестр №1</b> |   |   |            |  |
| 1                 | Линейное программирование                   | Общая формулировка задачи линейного программирования и ее геометрическое истолкование в случае двух переменных. | 1          | 1  |
| 2                 |   | Основные понятия, связанные с симплекс-методом.   | 1          | 2  |
| 3                 |   | Симплекс-метод в чистом виде. Методы искусственного базиса и больших штрафов.                                   | 1          | 2  |
| 4                 |   | Транспортная задача   | 1          | 2  |
| 5                 | Теория двойственности и элементы теории игр | Первая, вторая и третья теоремы двойственности. Двойственный симплекс-метод.                                    | 1          | 1  |
| 6                 |   | Матричные игры двух игроков с   | 1          | 2  |

|        |                                     |  |    |    |
|--------|-------------------------------------|--|----|----|
|        |                                     | нулевой суммой и их решение в чистых и смешанных стратегиях.   |    |    |
| 7      |                                     | Решение игры двойственным симплекс-методом.  | 1  | 2  |
| 8      | Нелинейное программирование         | Задачи нелинейного программирования. Метод множителей Лагранжа. Достаточные условия локального экстремума. Одноэкстремальность | 1  | 2  |
| 9      |                                     | Задачи выпуклого программирования и квадратичного выпуклого программирования.  | 1  | 2  |
| 10     |                                     | Методы численного нахождения локального экстремума в задачах безусловной оптимизации.  | 1  | 2  |
| 11     |                                     | Метод штрафных функций   | 1  | 2  |
| 12     | Методы бесконечномерной оптимизации | Простейшая задача вариационного исчисления. Необходимые условия экстремума. Уравнения Эйлера.                                  | 1  | 1  |
| 13     |                                     | Обобщения простейшей задачи вариационного исчисления.  | 1  | 2  |
| 14     |                                     | Задача с подвижными концами.   | 1  | 2  |
| 15     |                                     | Задачи на условный экстремум вариационного исчисления.   | 1  | 2  |
| 16     |                                     | Прямые методы вариационного исчисления. Понятие о методах Ритца, Галеркина и Канторовича.                                      | 1  | 2  |
| 17     |                                     | Итоговое занятие   | 1  | 1  |
| ИТОГО: |                                     |  | 17 | 30 |

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

| № п/п      | Наименование раздела дисциплины             | Тема лабораторного занятия  | К-во часов | Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям |
|------------|---|---|------------|--|
| семестр №1 |   |   |            |  |
| 1          | Линейное программирование                   | Компьютерное исследование множества опорных планов задачи линейного программирования в канонической форме | 1          | 2  |
| 2          |   | Симплекс метод в чистом виде  | 1          | 2  |
| 3          |   | Модификации симплекс метода   | 1          | 2  |
|            |   | Транспортная задача   | 1          | 2  |
|            | Теория двойственности и элементы теории игр | Двойственный симплекс метод для симметрично двойственных задач.   | 1          | 2  |
|            |   | Метод последовательного уточнения оценок.   | 1          | 2  |
|            |   | Решение игры в смешанных стратегиях с помощью двойственного симплекс-метода.                              | 1          | 2  |

|        |                                     |   |    |    |
|--------|-------------------------------------|---|----|----|
|        | Нелинейное программирование         | Задачи дробно-линейного программирования и их решение сведением к задачам линейного программирования. | 1  | 2  |
|        |                                     | Задачи выпуклого квадратичного программирования   | 1  | 2  |
|        |                                     | Методы численного нахождения локального экстремума в задачах безусловной оптимизации.                 | 1  | 2  |
|        |                                     | Метод штрафных функций.   | 1  | 2  |
|        | Методы бесконечномерной оптимизации | Численное нахождение экстремалей для функционалов простейшей задачи вариационного исчисления.         | 1  | 2  |
|        |                                     | Нахождение экстремалей для функционалов в обобщениях простейшей задачи.                               | 1  | 2  |
|        |                                     | Численное решение задач вариационного исчисления с помощью метода Рунге.                              | 1  | 2  |
|        |                                     | Применение к задачам вариационного исчисления метода Галеркина.                                       | 1  | 2  |
|        |                                     | Метод Канторовича   | 1  | 2  |
|        |                                     | Заключительное занятие. Ликвидация задолженностей по лабораторным работам.                            | 1  | 1  |
| ИТОГО: |                                     |   | 17 | 33 |

#### 4.4. Содержание курсового проекта/работы

Учебным планом не предусмотрены.

#### 4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Учебным планом не предусмотрены.

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

#### 5.1. Реализация компетенций

**1. Компетенция ОПК-1** Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические и естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте<sup>2</sup>

| Наименование индикатора (показателя оценивания)  | Используемые средства оценивания         |
|--|--|
| ОПК-1.1.<br>Знать математические, естественно-научные и социально-экономические методы для использования в профессиональной деятельности | Защита лабораторной работы, устный опрос |

|  |  |
|--|--|
| ОПК-1.2.<br>Уметь решать нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных и профессиональных знаний | Защита лабораторной работы               |
| ОПК-1.3.<br>Владеть навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте                       | 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?  |
| 2     |                                 | Когда задача линейного программирования называется имеющей каноническую форму?  |
| 3     |                                 | Какая форма задачи линейного программирования называется стандартной?   |
| 4     |                                 | В чем заключается геометрическое истолкование системы ограничений и целевой функции задачи в случае двух переменных?  |
| 5     |                                 | Дайте определения базисного вида системы линейных уравнений, базисного и опорного решений такой системы.  |
| 6     |                                 | К какому виду должна быть приведена задача линейного программирования перед применением симплекс-метода?  |
| 7     |                                 | Для чего применяется метод искусственного базиса? Какие основные случаи могут представиться при работе этим методом?  |
| 8     |                                 | В чем заключается метод больших штрафов?  |
| 9     |                                 | Что понимается под трудоемкостью симплекс метода? Что означает его экспоненциальная трудоемкость на классе всех задач линейного программирования?   |
| 10    |                                 | Существуют ли алгоритмы решения задач линейного программирования полиномиальной трудоемкости? Обладает ли класс всех задач линейного программирования полиномиальной сложностью?              |
| 11    |                                 | Как формулируется транспортная задача? Что такое матрица перевозок? Как выглядит математическая модель закрытой транспортной задачи? Как записать транспортную задачу в форме таблицы данных? |
| 12    |                                 | Нахождение первого опорного решения системы ограничений транспортной задачи. В чем заключаются метод северо-западного угла и метод наименьшей стоимости?                                      |
| 13    |                                 | Что называют циклом в матрице? Какими комбинаторными  |



|    |   |  |
|----|---|--|
|    |   | свойствами обладают циклы? Что называется циклом пересчета для данной свободной клетки?  |
| 14 |   | В чем заключается распределительный метод решения закрытой транспортной задачи?  |
| 15 |   | Опишите порядок работы по методу потенциалов.  |
| 16 | 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?       |
| 17 |   | Несимметрично двойственные задачи. В чем состоит общее правило построения двойственных задач?  |
| 18 |   | Сформулируйте первую теорему двойственности. Что позволяет сказать эта теорема о задаче линейного программирования, если известно решение двойственной задачи?   |
| 19 |   | Сформулируйте вторую теорему двойственности. Какие задачи позволяет решать эта теорема?  |
| 20 |   | Третья теорема двойственности. Область устойчивости двойственных оценок и ее отыскание с помощью второй теоремы двойственности?  |
| 21 |   | В чем заключается двойственный симплекс-метод для пары симметрично двойственных задач? Опишите алгоритм последовательного уточнения оценок.  |
| 22 |   | Что обычно называют конфликтной ситуацией? Как строится простейшая модель конфликтной ситуации в виде матричной игры двух игроков с нулевой суммой?  |
| 23 |   | 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. |
| 24 |   | Как строится пара двойственных задач для определения седловой точки в смешанных стратегиях?  |
| 25 |   | Как решить игру в смешанных стратегиях двойственным симплекс-методом?  |
| 26 | Методы бесконечномерной оптимизации         | Как формулируется простейшая задача вариационного исчисления? Что называется первой вариацией функционала? Сформулируйте необходимые условия экстремума.   |
| 27 |   | Уравнения Эйлера для простейшей задачи вариационного исчисления. Экстремали.   |
| 28 |   | Квадратичный функционал и уравнение Эйлера для него.   |
| 29 |   | Какие обобщения простейшей задачи вариационного исчисления Вы знаете? Каковы дифференциальные уравнения для их экстремалей?  |
| 30 |   | В чем заключается задача с подвижными концами?   |
| 31 |   | Вариационные задачи с неизвестными функциями от нескольких переменных.   |
| 32 |   | Что такое прямые методы решения задач вариационного исчисления?  |
| 33 |   | В чем заключается метод Рунге?   |
| 34 |   | Опишите метод Галеркина.   |
| 35 |   | В чем заключается метод Канторовича?   |

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

Учебным планом не предусмотрены.

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

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.

**1. Компетенция ОПК-1.** Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические и 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)  | Типовые контрольные задания для текущего контроля  |
|--|--|
| Знать математические, естественно-научные и социально-экономические методы для использования в профессиональной деятельности | Вопросы при защите лабораторной работы:<br>1. Как формулируется общая задача линейного программирования?<br>2. Когда задача линейного программирования называется имеющей каноническую форму?<br>3. Какая форма задачи линейного программирования называется стандартной?<br>4. С помощью каких приемов производятся преобразования моделей линейного программирования?<br>5. Дайте определения базисного и допустимого базисного вида системы линейных уравнений, базисного и опорного решений такой системы.<br>6. К какому виду должна быть приведена задача линейного программирования перед применением симплекс-метода?<br>7. Как составить первую симплекс-таблицу?<br>8. Опишите порядок работы с симплекс-таблицей. Сформулируйте правило выбора разрешающего |

|   |  |
|---|--|
|   | <p>элемента.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>9. В чем заключается признак того, что симплекс-таблица является последней?</li> <li>10. Как прочесть решение задачи по последней симплекс-таблице?</li> <li>11. Для чего применяется метод искусственного базиса?</li> <li>12. Как строится вспомогательная задача при работе методом искусственного базиса?</li> <li>13. Какие основные случаи могут представиться при работе этим методом?</li> <li>14. Опишите метод больших штрафов. Как составить М-задачу для задачи линейного программирования в канонической форме?</li> <li>15. Опишите связь между исходной задачей и М-задачей. Как выбирается число М. Как прочесть решение исходной задачи по решению М-задачи?</li> </ol>   |
| <p>Уметь решать нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных и профессиональных знаний</p> | <p>Вопросы при защите лабораторной работы:</p> <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> <li>10. Сформулируйте правило составления задачи, двойственной по отношению к данной задаче линейного программирования в стандартной форме. Какие пары задач называют симметричными взаимно двойственными?</li> <li>11. Несимметрично двойственные задачи. В чем состоит общее правило построения двойственных задач?</li> </ol> |

|   |   |
|---|---|
|   | <p>12. Сформулируйте первую теорему двойственности. Что позволяет сказать эта теорема о задаче линейного программирования, если известно решение двойственной задачи?</p> <p>13. Сформулируйте вторую теорему двойственности. Какие задачи позволяет решать эта теорема?</p> <p>14. Сформулируйте третью теорему двойственности.</p> <p>15. В чем заключается двойственный симплекс-метод для пары симметрично двойственных задач?</p> <p>16. Что называется псевдопланом задачи линейного программирования в канонической форме? Что представляет собой симплекс-таблица, отвечающая псевдоплану?</p> <p>17. Опишите алгоритм последовательного уточнения оценок.</p> <p>18. Что обычно называют конфликтной ситуацией? Как строится простейшая модель конфликтной ситуации в виде матричной игры двух игроков с нулевой суммой?</p> <p>19. Как игроки оценивают свои стратегии в процессе анализа игры в чистых стратегиях? Что такое нижняя и верхняя цены игры в чистых стратегиях?</p> <p>20. Что такое седловая точка игры в чистых стратегиях?</p> <p>21. Что такое смешанная стратегия игрока? Дайте определение платежной функции игры.</p> <p>22. Что такое седловая точка игры в смешанных стратегиях? Сформулируйте теорему фон Неймана о существовании седловой точки игры в смешанных стратегиях.</p> <p>23. Как строится пара двойственных задач для определения седловой точки игры в смешанных стратегиях?</p> <p>24. 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?</p> |
| <p>Владеть навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте</p> | <p>Вопросы при защите лабораторной работы:</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>5. Как формулируется задача дробно-линейного программирования?</p> <p>6. Как истолковать эту задачу геометрически в случае двух переменных?</p> <p>7. Как сводится задача дробно-линейного программирования к задаче линейного программирования с помощью введения новых переменных?</p> <p>8. Дайте определение локального экстремума задачи нелинейного программирования. Что такое глобальный экстремум? Какие задачи называются одноэкстремальными?</p> <p>9. Является ли задача ДЛП одноэкстремальной?</p> |
|--|--|

**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.

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   |
| 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 оптимизации | Допускает неточности в решении стандартных профессиональных задач с применением методов оптимизации | Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением методов оптимизации | Безошибочно решает стандартные профессиональные задачи с применением методов оптимизации |
| Умение использовать теоретические знания для выбора методики                                  | Не умеет использовать теоретические знания для выбора методики решения                | Использование теоретических знаний для выбора методики решения                                      | Умеет использовать теоретические знания для выбора методики                        | Умело использует теоретические знания для выбора методики решения профессиональных задач |

|                                |                        |   |                                |  |
|--------------------------------|------------------------|---|--------------------------------|--|
| решения профессиональных задач | профессиональных задач | профессиональных задач вызывает затруднения | 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 и практических занятий        | Специализированная мебель.<br>Мультимедийная установка, экран, доски   |
| 2. | Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий                     | Специализированная мебель.<br>Компьютеры на базе процессоров Intel или AMD.  |
| 3. | Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы                       | Специализированная мебель.<br>Компьютерная техника, подключенная к сети интернет и имеющая доступ в электронно-образовательную среду |

### 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

| № | Перечень лицензионного программного | Реквизиты подтверждающего документа |
|---|-------------------------------------|-------------------------------------|
|---|-------------------------------------|-------------------------------------|

|    | обеспечения.  |  |
|----|---|--|
| 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. | JavaJDK, NetBeansIDE, EclipseIDE – пакеты для разработки программ на языке Java, DevC++, CodeBlocks (компиляторы gcc) | Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения  |

### 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<sup>3</sup>

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

Протокол № \_\_\_\_\_ заседания кафедры от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

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

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

---

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

<sup>4</sup> Нужно подчеркнуть