

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 2

УТВЕРЖДАЮ

Ответственный за образовательную  
программу

ДОЦ., К.Т.Н., ДОЦ.

(должность, уч. степень, звание)

В.А. Галанина

(инициалы, фамилия)



(подпись)

« 26 » 06 2024 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Методы линейного программирования»  
(Наименование дисциплины)

|   |   |
|---|---|
| Код направления подготовки/<br>специальности          | 09.03.03                                  |
| Наименование направления<br>подготовки/ специальности | Прикладная информатика                    |
| Наименование<br>направленности                        | Прикладная информатика и программирование |
| Форма обучения  | очная                                     |
| Год приема  | 2024                                      |

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доцент, к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

В.Н. Ассаул

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 2

« 21 » \_\_\_\_\_ 06 \_\_\_\_\_ 2024 \_\_\_\_\_ г, протокол № 12/23-24 \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой № 2

д.ф.-м.н., проф.

(уч. степень, звание)



(подпись, дата)

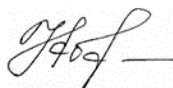
В.Г. Фарафонов

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института ФПТИ по методической работе

доц., к.ф.-м.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

Ю.А. Новикова

(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Методы линейного программирования» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 09.03.03 «Прикладная информатика» направленности «Прикладная информатика и программирование». Дисциплина реализуется кафедрой «№2».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-2 «Способен выявлять и анализировать требования к прикладному программному обеспечению, выбирать проектные решения на этапе концептуального проектирования»

ПК-5 «Способен разрабатывать и согласовывать с архитектором программного обеспечения технические спецификации на программные компоненты и на их взаимодействие»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с задачами оптимизации в рамках линейного программирования.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме зачета.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Дисциплина нацелена на ознакомление с теоретическими основами и практическими методами решения классических задач линейного программирования, выработке у студентов навыков решения оптимизационных задач, используя математический аппарат и компьютерное моделирование.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

| Категория (группа) компетенции | Код и наименование компетенции  | Код и наименование индикатора достижения компетенции   |
|--------------------------------|---|--|
| Профессиональные компетенции   | ПК-2 Способен выявлять и анализировать требования к прикладному программному обеспечению, выбирать проектные решения на этапе концептуального проектирования  | ПК-2.3.1 знать методы функционального и информационного моделирования предметной области                           |
| Профессиональные компетенции   | ПК-5 Способен разрабатывать и согласовывать с архитектором программного обеспечения технические спецификации на программные компоненты и на их взаимодействие | ПК-5.В.1 владеть навыками выбора вариантов реализации компьютерного программного обеспечения обеспечивающих систем |

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- « Теория вероятностей и математическая статистика»,
- «Линейная алгебра и аналитическая геометрия»,
- «Дискретная математика».

– Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при прохождении преддипломной практики и подготовке к сдаче ГИА.

### 3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

| Вид учебной работы  | Всего | Трудоемкость по семестрам |
|---|-------|---------------------------|
|   |       | №8                        |
| 1   | 2     | 3                         |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>   | 2/ 72 | 2/ 72                     |
| <b>Из них часов практической подготовки</b>   | 10    | 10                        |
| <b>Аудиторные занятия, всего час.</b>   | 20    | 20                        |
| в том числе:  |       |                           |
| лекции (Л), (час)   | 10    | 10                        |
| практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)  | 10    | 10                        |
| лабораторные работы (ЛР), (час)   |       |                           |
| курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)  |       |                           |
| экзамен, (час)  |       |                           |
| <b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>  | 52    | 52                        |
| <b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**) | Зачет | Зачет                     |

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

### 4. Содержание дисциплины

#### 4.1.

Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и

видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

| Разделы, темы дисциплины   | Лекции (час) | ПЗ (СЗ) | ЛР (час) | КП (час) | СРС (час) |
|--|--------------|---------|----------|----------|-----------|
| Семестр 8  |              |         |          |          |           |
| Раздел 1. Постановка задачи ЛП<br>Тема 1.1. Примеры задач ЛП<br>Тема 1.2. Графический метод                                | 2            |         |          |          | 6         |
| Раздел 2. Симплекс-метод<br>Тема 1.1. Базисное решение. Алгоритм симплекс-метода.<br>Тема 1.2. М-метод                     | 2            | 4       |          |          | 16        |
| Раздел 3. Теория двойственности.<br>Тема 1.1. Основные теоремы теории двойственности                                       | 2            | 2       |          |          | 6         |
| Раздел 4. Транспортная задача<br>Тема 1.1. Постановка ТЗ и метод потенциалов<br>Тема 1.2. Разновидности ТЗ, метод запретов | 2            | 2       |          |          | 12        |

|   |    |    |   |   |    |
|---|----|----|---|---|----|
| Раздел 5. Матричные игры<br>Тема 1.1 Цена игры, смешанные стратегии.<br>Тема 1.2. Матричная игра с нулевой суммой.<br>Теорема фон Неймана.<br>Тема 1.3. Алгоритм решения матричной игры.<br>Оптимальные стратегии, Доминирование стратегий. | 2  | 2  |   |   | 12 |
| Итого в семестре:   | 10 | 10 |   |   | 52 |
| Итого   | 10 | 10 | 0 | 0 | 52 |
|   |    |    |   |   |    |

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.  
Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

| Номер раздела | Название и содержание разделов и тем лекционных занятий  |
|---------------|--|
| 1             | Постановка задачи ЛП. Примеры задач ЛП. Графический метод  |
| 2             | Симплекс-метод. Базисное решение. Алгоритм симплекс-метода.  |
| 3             | М-метод  |
| 4             | Симметричные и несимметричные двойственные задачи.<br>Основные теоремы теории двойственности           |
| 5             | Постановка и методы решения ТЗ. Метод потенциалов. Теорема об улучшении плана. Разновидности ТЗ        |
|               | Матричные игры. Цена игры, чистые и смешанные стратегии, Теорема фон Неймана, доминирование стратегий. |

4.3.

4.4. Практические (семинарские) занятия  
Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

| № п/п     | Темы практических занятий | Формы практических занятий | Трудоемкость, (час) | Из них практической подготовки, (час) | № раздела дисциплины |
|-----------|---------------------------|----------------------------|---------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Семестр 8 |                           |                            |                     |                                       |                      |
|           | 1-2                       | Симплекс-метод             | 4                   |                                       | 2                    |
|           | 3                         | Теория двойственности      | 2                   |                                       | 3                    |
|           | 4                         | Транспортная задача        | 2                   |                                       | 4                    |
|           | 5                         | Основы теории игр          | 2                   |                                       | 5                    |
| Всего     |                           |                            | 10                  |                                       |                      |

Лабораторные занятия  
Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

| № п/п                           | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, (час) | Из них практической подготовки, (час) | № раздела дисциплины |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Учебным планом не предусмотрено |                                 |                     |                                       |                      |
|                                 |                                 |                     |                                       |                      |
| Всего                           |                                 |                     |                                       |                      |

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы  
Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся  
Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

| Вид самостоятельной работы                        | Всего, час | Семестр 8, час |
|---|------------|----------------|
| 1   | 2          | 3              |
| Изучение теоретического материала дисциплины (ТО) | 10         | 10             |
| Курсовое проектирование (КП, КР)                  |            |                |
| Расчетно-графические задания (РГЗ)                | 16         | 16             |
| Выполнение реферата (Р)                           |            |                |
| Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ) | 10         | 10             |
| Домашнее задание (ДЗ)                             | 8          | 8              |
| Контрольные работы заочников (КРЗ)                |            |                |
| Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)        | 8          | 8              |
| Всего:  | 52         | 52             |

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)  
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий  
Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.  
Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

| Шифр/<br>URL адрес | Библиографическая ссылка | Количество экземпляров в библиотеке |
|--------------------|--------------------------|-------------------------------------|
|                    |                          |                                     |

|   |  | (кроме электронных экземпляров) |
|---|--|---------------------------------|
| <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3799">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3799</a> | Ассаул В.Н., Галилеев М.М.<br>Методы оптимизации в задачах линейного программирования.<br>Учебно-методическое пособие.<br>ГУАП, 2021 | 50                              |
|   | Ашманов С. А., Тимохов А. В.<br>Теория оптимизации в задачах и упражнениях, 2012, 448с.  | 5                               |

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

| URL адрес   | Наименование                        |
|---|-------------------------------------|
| <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>         | ЭБС «Издательство «Лань»            |
| <a href="http://www.exponenta.ru/">http://www.exponenta.ru/</a> | Образовательный математический сайт |

Перечень информационных технологий

| URL адрес | Наименование |
|-----------|--------------|
|           |              |

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

| № п/п | Наименование     |
|-------|------------------|
|       | Не предусмотрено |

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем



|       |                  |
|-------|------------------|
| № п/п | Наименование     |
|       | Не предусмотрено |

### 9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

| № п/п | Наименование составной части материально-технической базы | Номер аудитории (при необходимости) |
|-------|---|-------------------------------------|
| 1     | Лекционная аудитория общего назначения                    |                                     |
| 2     | Учебные классы общего назначения                          |                                     |

### 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

#### 10.1.

Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

| Вид промежуточной аттестации | Перечень оценочных средств     |
|------------------------------|--------------------------------|
| Зачет                        | Список вопросов и задач тесту; |

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

| Оценка компетенции     | Характеристика сформированных компетенций   |
|------------------------|---|
| 5-балльная шкала       |   |
| «отлично»<br>«зачтено» | <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul> |
| «хорошо»<br>«зачтено»  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>  |

| Оценка компетенции                    | Характеристика сформированных компетенций   |
|---------------------------------------|---|
| 5-балльная шкала                      |   |
| «удовлетворительно»<br>«зачтено»      | <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul> |
| «неудовлетворительно»<br>«не зачтено» | <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>   |

### 10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

| № п/п | Перечень вопросов (задач) для экзамена | Код индикатора |
|-------|--|----------------|
|       | Учебным планом не предусмотрено        |                |

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

| № п/п | Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета   | Код индикатора  |    |    |   |    |   |   |   |    |   |   |   |                  |
|-------|---|-----------------|----|----|---|----|---|---|---|----|---|---|---|------------------|
| 1.    | Что такое общая задача линейного программирования?  | ПК-5,<br>ПК-5В1 |    |    |   |    |   |   |   |    |   |   |   |                  |
| 2.    | Что такое каноническая задача линейного программирования?   | ПК-5,<br>ПК-5В1 |    |    |   |    |   |   |   |    |   |   |   |                  |
| 3.    | Найти стоимость оптимальной перевозки для ТЗ <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td></td> <td>10</td> <td>35</td> <td></td> </tr> <tr> <td>35</td> <td>3</td> <td>7</td> <td></td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>2</td> <td>4</td> <td></td> </tr> </table>    |                 | 10 | 35 |   | 35 | 3 | 7 |   | 15 | 2 | 4 |   | ПК2,<br>ПК-2.3.1 |
|       | 10  | 35              |    |    |   |    |   |   |   |    |   |   |   |                  |
| 35    | 3   | 7               |    |    |   |    |   |   |   |    |   |   |   |                  |
| 15    | 2   | 4               |    |    |   |    |   |   |   |    |   |   |   |                  |
| 4.    | В чем идея М-метода?  | ПК-5,<br>ПК-5В1 |    |    |   |    |   |   |   |    |   |   |   |                  |
|       | Найти стоимость оптимальной перевозки для ТЗ <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td></td> <td>10</td> <td>35</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>35</td> <td>3</td> <td>7</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> </table> |                 | 10 | 35 | 5 | 35 | 3 | 7 | 9 | 15 | 2 | 4 | 5 | ПК2,<br>ПК-2.3.1 |
|       | 10  | 35              | 5  |    |   |    |   |   |   |    |   |   |   |                  |
| 35    | 3   | 7               | 9  |    |   |    |   |   |   |    |   |   |   |                  |
| 15    | 2   | 4               | 5  |    |   |    |   |   |   |    |   |   |   |                  |

|     |  |                  |    |    |   |   |   |    |   |   |                  |
|-----|--|------------------|----|----|---|---|---|----|---|---|------------------|
| 5.  | Как используется теорема о дополнительной нежесткости?   | ПК2,<br>ПК-2.3.1 |    |    |   |   |   |    |   |   |                  |
| 6.  | Приведите математическую постановку ТЗ.  | ПК2,<br>ПК-2.3.1 |    |    |   |   |   |    |   |   |                  |
| 7.  | Приведите пример ТЗ с дополнительным условием.   | ПК2,<br>ПК-2.3.1 |    |    |   |   |   |    |   |   |                  |
| 8.  | Приведите математическую постановку ТЗ с ограничением перевозок.   | ПК2,<br>ПК-2.3.1 |    |    |   |   |   |    |   |   |                  |
| 9.  | Найти оптимальное значение целевой функции, используя теорию двойственности:<br>$F(x,y)=3x+4y+5z \rightarrow \max$<br>$4x+9y+7z \leq 5$<br>$x,y,z \geq 0$  | ПК2,<br>ПК-2.3.1 |    |    |   |   |   |    |   |   |                  |
| 10. | Каков смысл потенциалов при решении ТЗ?  | ПК2,<br>ПК-2.3.1 |    |    |   |   |   |    |   |   |                  |
| 11. | Сформулируйте теорему фон Неймана.   | ПК2,<br>ПК-2.3.1 |    |    |   |   |   |    |   |   |                  |
| 12. | В чем заключается доминирование стратегий?   | ПК2,<br>ПК-2.3.1 |    |    |   |   |   |    |   |   |                  |
| 13. | Что называют ценой игры?   | ПК2,<br>ПК-2.3.1 |    |    |   |   |   |    |   |   |                  |
| 14. | Напишите математическую постановку транспортной задачи, заданной таблицей:<br><table border="1" data-bbox="756 1043 983 1267" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td></td> <td>10</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>3</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>7</td> <td>4</td> </tr> </table> |                  | 10 | 10 | 5 | 3 | 5 | 15 | 7 | 4 | ПК2,<br>ПК-2.3.1 |
|     | 10   | 10               |    |    |   |   |   |    |   |   |                  |
| 5   | 3  | 5                |    |    |   |   |   |    |   |   |                  |
| 15  | 7  | 4                |    |    |   |   |   |    |   |   |                  |
| 15. | Составить двойственную задачу к данной:<br>$F(x,y)=3x+4y \rightarrow \max$<br>$x+y \leq 5$<br>$x+3y \geq 6$  | ПК2,<br>ПК-2.3.1 |    |    |   |   |   |    |   |   |                  |
| 16. | Составьте транспортную таблицу по математической модели:<br>$F(x,y)=5x_{11}+3x_{12}+4x_{21}+6x_{22} \rightarrow \min$<br>$x_{11}+x_{12}=7$<br>$x_{21}+x_{22}=9$<br>$x_{11}+x_{21}=6$<br>$x_{12}+x_{22}=10$<br>$x_{11},x_{12},x_{21},x_{22} \geq 0$   | ПК2,<br>ПК-2.3.1 |    |    |   |   |   |    |   |   |                  |
| 17. | Найти цену игры $\begin{pmatrix} 1 & 4 \\ 4 & 3 \end{pmatrix}$   | ПК2,<br>ПК-2.3.1 |    |    |   |   |   |    |   |   |                  |
| 18. | В каком случае симплекс-метод показывает, что целевая функция неограничена на множестве допустимых планов?   | ПК2,<br>ПК-2.3.1 |    |    |   |   |   |    |   |   |                  |
| 19. | Какой признак оптимального решения ТЗ методом потенциалов?   | ПК2,<br>ПК-2.3.1 |    |    |   |   |   |    |   |   |                  |
| 20. | Найти оптимальное значение целевой функции, используя теорию двойственности:   | ПК2,<br>ПК-2.3.1 |    |    |   |   |   |    |   |   |                  |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | $F(x,y)=3x+4y+5z \rightarrow \max$<br>$4x+2y+7z \leq 5$<br>$x,y,z \geq 0$ |  |
|--|---|--|

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

| № п/п | Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы |
|-------|--|
|       | Учебным планом не предусмотрено  |

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

| № п/п | Примерный перечень вопросов для тестов  | Код индикатора |    |    |    |   |   |    |   |   |      |
|-------|---|----------------|----|----|----|---|---|----|---|---|------|
| 1     | <p>Тип 1) Задание комбинированного типа с выбором одного ответа из предложенных.</p> <p style="text-align: center;"><i>Инструкция: Прочитайте текст и выберите один правильный ответ</i></p> <p>Найти стоимость оптимальной перевозки для ТЗ</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">10</td> <td style="text-align: center;">40</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">35</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">7</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">15</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> </table> <p>a. 270</p> <p>b. 285</p> <p>c. 260</p> <p>d. 265</p> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; margin-left: 20px; margin-top: 10px;"></div> |                | 10 | 40 | 35 | 3 | 7 | 15 | 2 | 4 | ПК-5 |
|       | 10  | 40             |    |    |    |   |   |    |   |   |      |
| 35    | 3   | 7              |    |    |    |   |   |    |   |   |      |
| 15    | 2   | 4              |    |    |    |   |   |    |   |   |      |
| 2     | <p>Тип 1) Задание комбинированного типа с выбором одного ответа из предложенных.</p> <p style="text-align: center;"><i>Инструкция: Прочитайте текст и выберите один правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа</i></p> <p>Как найти седловую точку в матричной игре?</p> <p>a. Найти минимальный элемент в платежной матрице</p> <p>b. Найти максимальный элемент в платежной матрице</p> <p>c. Найти элемент платежной матрицы, минимальный в строке и максимальный в столбце</p>  | ПК-10          |    |    |    |   |   |    |   |   |      |

|    |  |      |    |    |   |    |   |   |   |    |   |   |   |       |
|----|--|------|----|----|---|----|---|---|---|----|---|---|---|-------|
|    | <p>d. Найти элемент платежной матрицы, максимальный в строке и минимальный в столбце</p>   |      |    |    |   |    |   |   |   |    |   |   |   |       |
| 3  | <p>Тип 2) Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных. Прочитайте текст, выберите несколько правильных ответов, в том числе с их обоснованием.</p> <p>При решении задачи ЛП М-методом выполняют следующие действия:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>В ограничения основной задачи, не содержащие базисной переменной, вводят вспомогательные переменные</li> <li>В ограничения основной задачи, не содержащие базисной переменной, вводят вспомогательные переменные, умноженные на большое число М</li> <li>В целевую функцию вводят вспомогательные переменные, умноженные на маленькое число М</li> <li>В целевую функцию вводят вспомогательные переменные, умноженные на большое число М</li> </ol>  | ПК-5 |    |    |   |    |   |   |   |    |   |   |   |       |
| 4  | <p>Тип 2) Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных.</p> <p><i>Инструкция: Прочитайте текст и выберите несколько правильных ответов, в том числе с их обоснованием.</i></p> <p>Каким образом в приведенной ниже ТЗ обеспечить условие <math>x_{11} \leq 6</math>?</p> <table border="1" data-bbox="692 1182 995 1344"> <tr> <td></td> <td>10</td> <td>35</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>35</td> <td>3</td> <td>7</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> </table> <ol style="list-style-type: none"> <li>Разбить первый столбец на два с потребностями 6 и 4</li> <li>Запретить поставку товара от первого поставщика в первый из этих столбцов</li> <li>Запретить поставку товар от первого поставщика во второй из этих столбцов</li> <li>Запретить поставку товара от первого поставщика в оба эти столбца</li> </ol> |      | 10 | 35 | 5 | 35 | 3 | 7 | 9 | 15 | 2 | 4 | 5 | ПК-10 |
|    | 10   | 35   | 5  |    |   |    |   |   |   |    |   |   |   |       |
| 35 | 3  | 7    | 9  |    |   |    |   |   |   |    |   |   |   |       |
| 15 | 2  | 4    | 5  |    |   |    |   |   |   |    |   |   |   |       |
| 5  | <p>Тип 3) Задание закрытого типа на установление соответствия</p> <p><i>Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции в левом столбце подберите соответствующую позицию в правом столбце.</i></p>   | ПК-5 |    |    |   |    |   |   |   |    |   |   |   |       |

|    |  |           |           |    |    |    |   |   |   |  |          |           |  |    |   |   |   |  |  |           |  |    |   |   |   |  |  |          |           |   |  |   |  |   |  |   |  |       |
|----|--|-----------|-----------|----|----|----|---|---|---|--|----------|-----------|--|----|---|---|---|--|--|-----------|--|----|---|---|---|--|--|----------|-----------|---|--|---|--|---|--|---|--|-------|
|    | <p>Установите соответствие между платежной матрицей и ее ценой игры</p> <p>a. <math>\begin{pmatrix} 1 &amp; 4 \\ 4 &amp; 3 \end{pmatrix}</math>                      1. 2</p> <p>b. <math>\begin{pmatrix} 1 &amp; 3 \\ 4 &amp; 3 \end{pmatrix}</math>                      2. 3.25</p> <p>c. <math>\begin{pmatrix} 5 &amp; 4 \\ 4 &amp; 1 \end{pmatrix}</math>                      3. 5.5</p> <p>d. <math>\begin{pmatrix} 2 &amp; 2 \\ 3 &amp; 1 \end{pmatrix}</math>                      4. 3</p> <table border="1" data-bbox="338 622 469 786"> <tr><td>a</td><td></td></tr> <tr><td>b</td><td></td></tr> <tr><td>c</td><td></td></tr> <tr><td>d</td><td></td></tr> </table>   | a         |           | b  |    | c  |   | d |   |  |          |           |  |    |   |   |   |  |  |           |  |    |   |   |   |  |  |          |           |   |  |   |  |   |  |   |  |       |
| a  |  |           |           |    |    |    |   |   |   |  |          |           |  |    |   |   |   |  |  |           |  |    |   |   |   |  |  |          |           |   |  |   |  |   |  |   |  |       |
| b  |  |           |           |    |    |    |   |   |   |  |          |           |  |    |   |   |   |  |  |           |  |    |   |   |   |  |  |          |           |   |  |   |  |   |  |   |  |       |
| c  |  |           |           |    |    |    |   |   |   |  |          |           |  |    |   |   |   |  |  |           |  |    |   |   |   |  |  |          |           |   |  |   |  |   |  |   |  |       |
| d  |  |           |           |    |    |    |   |   |   |  |          |           |  |    |   |   |   |  |  |           |  |    |   |   |   |  |  |          |           |   |  |   |  |   |  |   |  |       |
| 6  | <p>Тип 3) Задание закрытого типа на установление соответствия</p> <p><i>Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции в левом столбце подберите соответствующую позицию в правом столбце.</i></p> <p>Для плана, приведенного в транспортной таблице, установить соответствие между назначением новой перевозки в каждую из пустых клеток и изменением суммарной стоимости перевозки.</p> <table border="1" data-bbox="692 1256 995 1480"> <tr><td></td><td>9</td><td>14</td><td>14</td></tr> <tr><td>10</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td><b>9</b></td><td><b>11</b></td><td></td></tr> <tr><td>12</td><td>8</td><td>6</td><td>2</td></tr> <tr><td></td><td></td><td><b>12</b></td><td></td></tr> <tr><td>15</td><td>4</td><td>9</td><td>6</td></tr> <tr><td></td><td></td><td><b>1</b></td><td><b>14</b></td></tr> </table> <p>a. Клетка <math>a_{13}</math>                      1. Уменьшится на 7</p> <p>b. Клетка <math>a_{21}</math>                      2. Увеличится на 1</p> <p>c. Клетка <math>a_{23}</math>                      3. Не изменится</p> <p>d. Клетка <math>a_{31}</math>                      4. Уменьшится на 12</p> <table border="1" data-bbox="338 1738 469 1899"> <tr><td>a</td><td></td></tr> <tr><td>b</td><td></td></tr> <tr><td>c</td><td></td></tr> <tr><td>d</td><td></td></tr> </table> |           | 9         | 14 | 14 | 10 | 7 | 5 | 3 |  | <b>9</b> | <b>11</b> |  | 12 | 8 | 6 | 2 |  |  | <b>12</b> |  | 15 | 4 | 9 | 6 |  |  | <b>1</b> | <b>14</b> | a |  | b |  | c |  | d |  | ПК-10 |
|    | 9  | 14        | 14        |    |    |    |   |   |   |  |          |           |  |    |   |   |   |  |  |           |  |    |   |   |   |  |  |          |           |   |  |   |  |   |  |   |  |       |
| 10 | 7  | 5         | 3         |    |    |    |   |   |   |  |          |           |  |    |   |   |   |  |  |           |  |    |   |   |   |  |  |          |           |   |  |   |  |   |  |   |  |       |
|    | <b>9</b>   | <b>11</b> |           |    |    |    |   |   |   |  |          |           |  |    |   |   |   |  |  |           |  |    |   |   |   |  |  |          |           |   |  |   |  |   |  |   |  |       |
| 12 | 8  | 6         | 2         |    |    |    |   |   |   |  |          |           |  |    |   |   |   |  |  |           |  |    |   |   |   |  |  |          |           |   |  |   |  |   |  |   |  |       |
|    |  | <b>12</b> |           |    |    |    |   |   |   |  |          |           |  |    |   |   |   |  |  |           |  |    |   |   |   |  |  |          |           |   |  |   |  |   |  |   |  |       |
| 15 | 4  | 9         | 6         |    |    |    |   |   |   |  |          |           |  |    |   |   |   |  |  |           |  |    |   |   |   |  |  |          |           |   |  |   |  |   |  |   |  |       |
|    |  | <b>1</b>  | <b>14</b> |    |    |    |   |   |   |  |          |           |  |    |   |   |   |  |  |           |  |    |   |   |   |  |  |          |           |   |  |   |  |   |  |   |  |       |
| a  |  |           |           |    |    |    |   |   |   |  |          |           |  |    |   |   |   |  |  |           |  |    |   |   |   |  |  |          |           |   |  |   |  |   |  |   |  |       |
| b  |  |           |           |    |    |    |   |   |   |  |          |           |  |    |   |   |   |  |  |           |  |    |   |   |   |  |  |          |           |   |  |   |  |   |  |   |  |       |
| c  |  |           |           |    |    |    |   |   |   |  |          |           |  |    |   |   |   |  |  |           |  |    |   |   |   |  |  |          |           |   |  |   |  |   |  |   |  |       |
| d  |  |           |           |    |    |    |   |   |   |  |          |           |  |    |   |   |   |  |  |           |  |    |   |   |   |  |  |          |           |   |  |   |  |   |  |   |  |       |
| 7  | <p>Тип 4) Задание закрытого типа на установление последовательности.</p> <p><i>Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность.</i></p> <p><i>Запишите соответствующую последовательность букв слева направо.</i></p>   | ПК-5      |           |    |    |    |   |   |   |  |          |           |  |    |   |   |   |  |  |           |  |    |   |   |   |  |  |          |           |   |  |   |  |   |  |   |  |       |

|    |   |               |   |    |    |               |               |    |               |               |       |
|----|---|---------------|---|----|----|---------------|---------------|----|---------------|---------------|-------|
|    | <p>В какой последовательности выполняются действия при построении новой таблицы симплекс-метода для задачи на максимум?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Найти ключевой элемент симплекс-таблицы</li> <li>Проверить наличие отрицательных элементов в индексной строке</li> <li>Заполнить ключевую строку новой таблицы</li> <li>Найти ключевой столбец симплекс-таблицы</li> <li>Заполнить новую таблицу по правилу двух перпендикуляров</li> </ol>  |               |   |    |    |               |               |    |               |               |       |
|    | <table border="1" style="width: 100px; height: 20px; margin-left: 20px;"> <tr> <td style="width: 25px; height: 20px;"></td> <td style="width: 25px; height: 20px;"></td> <td style="width: 25px; height: 20px;"></td> <td style="width: 25px; height: 20px;"></td> <td style="width: 25px; height: 20px;"></td> </tr> </table>  |               |   |    |    |               |               |    |               |               |       |
|    |   |               |   |    |    |               |               |    |               |               |       |
| 8  | <p>Тип 4) Задание закрытого типа на установление последовательности.<br/> <i>Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо.</i></p> <p>В какой последовательности выполняется решение матричной игры по методу Данцига?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Приведение матрицы к неотрицательной форме</li> <li>Расчет оптимальных стратегий и нахождение цены игры.</li> <li>Составление и решение пары двойственных задач ЛП</li> <li>Поиск и вычеркивание доминируемых строк и доминирующих столбцов</li> <li>Проверка наличия седловой точки</li> </ol> | ПК-10         |   |    |    |               |               |    |               |               |       |
|    | <table border="1" style="width: 100px; height: 20px; margin-left: 20px;"> <tr> <td style="width: 25px; height: 20px;"></td> <td style="width: 25px; height: 20px;"></td> <td style="width: 25px; height: 20px;"></td> <td style="width: 25px; height: 20px;"></td> <td style="width: 25px; height: 20px;"></td> </tr> </table>  |               |   |    |    |               |               |    |               |               |       |
|    |   |               |   |    |    |               |               |    |               |               |       |
| 9  | <p>Тип 5) Задание открытого типа с развернутым ответом.</p> <p><i>Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ</i></p> <p>Что утверждает теорема о дополнительной нежесткости?</p>  | ПК-5          |   |    |    |               |               |    |               |               |       |
|    | <table border="1" style="width: 600px; height: 20px; margin-left: 20px;"> <tr> <td style="width: 600px; height: 20px;"></td> </tr> </table>   |               |   |    |    |               |               |    |               |               |       |
|    |   |               |   |    |    |               |               |    |               |               |       |
| 10 | <p>Тип 5) Задание открытого типа с развернутым ответом.</p> <p><i>Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ</i></p> <p>Приведите математическую модель транспортной задачи</p> <table border="1" style="margin-left: 20px; margin-top: 20px;"> <tr> <td></td> <td>9</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>7<br/><math>x_{11}</math></td> <td>5<br/><math>x_{12}</math></td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>8<br/><math>x_{21}</math></td> <td>6<br/><math>x_{22}</math></td> </tr> </table>  |               | 9 | 13 | 10 | 7<br>$x_{11}$ | 5<br>$x_{12}$ | 12 | 8<br>$x_{21}$ | 6<br>$x_{22}$ | ПК-10 |
|    | 9   | 13            |   |    |    |               |               |    |               |               |       |
| 10 | 7<br>$x_{11}$   | 5<br>$x_{12}$ |   |    |    |               |               |    |               |               |       |
| 12 | 8<br>$x_{21}$   | 6<br>$x_{22}$ |   |    |    |               |               |    |               |               |       |
|    | <table border="1" style="width: 600px; height: 20px; margin-left: 20px;"> <tr> <td style="width: 600px; height: 20px;"></td> </tr> </table>   |               |   |    |    |               |               |    |               |               |       |
|    |   |               |   |    |    |               |               |    |               |               |       |

**ПРИМЕЧАНИЕ. Система оценивания тестовых заданий**

**1 тип)** Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора считается верным, если правильно указана цифра и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответа. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

**2 тип)** Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора считается верным, если правильно указаны цифры и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответов. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

**3 тип)** Задание закрытого типа на установление соответствия считается верным, если установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого столбца). Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

**4 тип)** Задание закрытого типа на установление последовательности считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

**5 тип)** Задание открытого типа с развернутым ответом считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте. Правильный ответ за задание оценивается в 3 балла, если допущена одна ошибка \ неточность \ ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более 1 ошибки \ ответ неправильный \ ответ отсутствует – 0 баллов.

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

| № п/п | Перечень контрольных работ |
|-------|----------------------------|
|       | Не предусмотрено           |

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций,



содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

## 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (Ниже приводятся рекомендации по составлению данного раздела)

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала (если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине).

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий (если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;

- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

#### Требования к проведению практических занятий

На практических занятиях обучающиеся решают задачи по темам, указанным в п. 4.3.

11.3. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ (*если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине*) Учебным планом не предусмотрено.

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы (*если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине*) Учебным планом не предусмотрено.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся, являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.7. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

| Дата внесения изменений и дополнений.<br>Подпись внесшего изменения | Содержание изменений и дополнений | Дата и № протокола заседания кафедры | Подпись зав. кафедрой |
|---|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
|   |                                   |                                      |                       |
|   |                                   |                                      |                       |
|   |                                   |                                      |                       |
|   |                                   |                                      |                       |
|   |                                   |                                      |                       |