

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

Кафедра № 2

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель направления

проф., д. пед. н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

А.Г. Степанов

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«22 \_\_\_» \_\_\_\_\_ 06 \_\_\_ 2023 \_\_ г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Методы оптимального программирования»

(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	09.03.03
Наименование направления подготовки/ специальности	Прикладная информатика
Наименование направленности	Цифровая инфраструктура обеспечивающих систем
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург– 2023

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

«22\_\_»\_\_июня\_\_2023\_\_г, протокол №12/22-23 \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой № 2

д.ф.-м.н.,проф.

(уч. степень, звание)



(подпись, дата)

В.Г. Фарафонов

(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 09.03.03(04)

доц.,к.т.н.,доц.

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

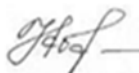
В.А. Галанина

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института ФПТИ по методической работе

доц.,к.ф.-м.н.

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

Ю.А. Новикова

(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Методы оптимального программирования» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 09.03.03 «Прикладная информатика» направленности «Цифровая инфраструктура обеспечивающих систем». Дисциплина реализуется кафедрой «№2».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-1 «Способен выполнять обследование текущей ситуации»

ПК-2 «Способен выявлять и анализировать требования к обеспечивающим системам и выбирать проектные решения на этапе концептуального проектирования»

ПК-3 «Способен анализировать возможность реализации требований к программному обеспечению обеспечивающих систем»

ПК-9 «Способность проводить анализ и выбор программно-технологических платформ, сервисов и информационных ресурсов при разработке цифровой инфраструктуры обеспечивающих систем»

ПК-10 «Способен к проведению и руководству работами по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований при разработке цифровой инфраструктуры обеспечивающих систем»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с решением классических задач линейного программирования и нацелено на выработку навыков решения различных оптимизационных задач, допускающих линейную постановку.

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

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

Предполагается привить студентам способность анализировать и решать оптимизационные задачи, допускающие алгоритмические решения с помощью компьютерного моделирования.

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-1 Способен выполнять обследование текущей ситуации	ПК-1.3.2 знать методы принятия решений
Профессиональные компетенции	ПК-2 Способен выявлять и анализировать требования к обеспечивающим системам и выбирать проектные решения на этапе концептуального проектирования	ПК-2.3.1 знать методы функционального и информационного моделирования обеспечивающих систем
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способен анализировать возможность реализации требований к программному обеспечению обеспечивающих систем	ПК-3.В.1 владеть методами оценки и обоснованности рекомендуемых решений
Профессиональные компетенции	ПК-9 Способность проводить анализ и выбор программно-технологических платформ, сервисов и информационных ресурсов при разработке цифровой инфраструктуры	ПК-9.3.2 знать основы теории управления ПК-9.У.2 уметь планировать работы в проектах в области цифровых технологий

	обеспечивающих систем	
Профессиональные компетенции	ПК-10 Способен к проведению и руководству работами по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований при разработке цифровой инфраструктуры обеспечивающих систем	ПК-10.3.3 знать методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Математика. Математический анализ»,
- «Математика. Линейная алгебра»,
- «Математика. Теория вероятностей и математическая статистика»

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:

- П реддипломная практика и 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</b> , всего (час)	52	52
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Зачет	Зачет

#### 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 и методы ее решения	4	4			20
Раздел 2. Постановка и методы решения транспортной задачи	3	3			16
Раздел 3. Задача коммивояжера и методы ее решения	3	3			16
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	Примеры задач ЛП. Общая и каноническая задачи ЛП. Графический метод. Алгоритм симплекс-метода. М- метод. Основы теории двойственности. Теорема о дополнительной нежесткости.
2	Постановка ТЗ. Открытая и закрытая задачи. Алгоритм метода потенциалов. Теорема об улучшении плана ТЗ. Различные модификации ТЗ.
3	Постановка задачи коммивояжера. Метод ветвей и границ. Альтернативные методы решения задачи коммивояжера.

4.3. **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					
	Графический метод решения задач ЛП	Решение задач	2		1
	Симплекс-метод и М-метод	Решение задач	4		1
	Транспортная задача	Решение задач	2		2
	Задача коммивояжера	Решение задач	2		3
Всего			10		

4.4. 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)	18	18
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)	8	8
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	6	6
Домашнее задание (ДЗ)	8	8
Контрольные работы заочников (КРЗ)		

Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	12	12
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/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
1.	<i>Исследование операций в экономике: учебник для академического бакалавриата / Кремер Н. Ш., Путко Б. А., Тришин И. М., Фридман М. Н.; под ред. Кремера Н. Ш.. – М.:Юрайт, 2014. 438 с.</i>	50
2.	<i>Солодовников А.С. и др. Математика в экономике. Часть 1. Линейная алгебра, аналитическая геометрия и линейное программирование. – М.: Финансы и статистика, Инфра-М, 2011. 384с.</i>	50
3.	<i>Кузнецов А.В., Сакович В.А., Холод Н.И. Высшая математика. Математическое программирование. Минск: Вышэйшая школа, 1994. 286с.</i>	50
4.	<i>Ассаул В.Н., Галилеев М.М. Методы оптимизации в задачах линейного программирования. Учебно-методическое пособие. СПб:ГУАП, 2021 – 60 с.</i>	30

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="books/ifmo/ru&gt;file/pdf/2252/pdf">books/ifmo/ru&gt;file/pdf/2252/pdf</a>	<i>Оптимизация в проектном менеджменте: линейное программирование. СПб: ИТМО, 2017.</i>

## 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	Вопросы (задачи) к зачету; Тесты.

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 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «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» «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>
«удовлетворительно» «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» «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

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора																																																	
1.	Чем отличается общая задача ЛП от канонической?	ПК-1.3.2																																																	
2.	Какую переменную называют базисной?	ПК-1.3.2																																																	
3.	Решить задачу ЛП графическим методом: $F(x,y)=3x+4y \rightarrow \max$ $x+y \leq 5$ $x+3y \leq 6$ $x,y \geq 0$	ПК-1.У.1 ПК-1.У.2																																																	
4.	Как выбрать ключевой элемент в базисном столбце?	ПК-1.3.2																																																	
5.	Решить ТЗ <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td></td> <td>10</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>3</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>2</td> <td>4</td> </tr> </table>		10	40	25	3	7	15	2	4	ПК-1.3.2 ПК-3.В.1																																								
	10	40																																																	
25	3	7																																																	
15	2	4																																																	
6.	В каком случае симплекс-метод показывает, что целевая функция неограниченна на множестве допустимых планов?	ПК-3.В.1 ПК-2.3.1																																																	
7.	Составить двойственную задачу к данной: $F(x,y)=3x+4y \rightarrow \max$ $x+y \leq 5$ $x+3y \geq 6$ $x,y \geq 0$	ПК-1.3.2 ПК-3.В.1																																																	
8.	Найти сумму приведения матрицы для задачи коммивояжера <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td></td> <td>A<sub>1</sub></td> <td>A<sub>2</sub></td> <td>A<sub>3</sub></td> <td>A<sub>4</sub></td> <td>A<sub>5</sub></td> <td>A<sub>6</sub></td> </tr> <tr> <td>A<sub>1</sub></td> <td>–</td> <td>81</td> <td>45</td> <td>92</td> <td>59</td> <td>44</td> </tr> <tr> <td>A<sub>2</sub></td> <td>81</td> <td>–</td> <td>39</td> <td>69</td> <td>40</td> <td>74</td> </tr> <tr> <td>A<sub>3</sub></td> <td>42</td> <td>47</td> <td>–</td> <td>75</td> <td>21</td> <td>49</td> </tr> <tr> <td>A<sub>4</sub></td> <td>91</td> <td>62</td> <td>74</td> <td>–</td> <td>75</td> <td>49</td> </tr> <tr> <td>A<sub>5</sub></td> <td>62</td> <td>39</td> <td>28</td> <td>49</td> <td>–</td> <td>37</td> </tr> <tr> <td>A<sub>6</sub></td> <td>51</td> <td>24</td> <td>57</td> <td>39</td> <td>43</td> <td>–</td> </tr> </table>		A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>1</sub>	–	81	45	92	59	44	A <sub>2</sub>	81	–	39	69	40	74	A <sub>3</sub>	42	47	–	75	21	49	A <sub>4</sub>	91	62	74	–	75	49	A <sub>5</sub>	62	39	28	49	–	37	A <sub>6</sub>	51	24	57	39	43	–	ПК-3.В.1
	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>																																													
A <sub>1</sub>	–	81	45	92	59	44																																													
A <sub>2</sub>	81	–	39	69	40	74																																													
A <sub>3</sub>	42	47	–	75	21	49																																													
A <sub>4</sub>	91	62	74	–	75	49																																													
A <sub>5</sub>	62	39	28	49	–	37																																													
A <sub>6</sub>	51	24	57	39	43	–																																													
9.	В чем основная идея метода ветвей и границ?	ПК-1.3.2 ПК-3.В.1																																																	
10.	Какая ячейка таблицы выбирается для дальнейшего ветвления в задаче коммивояжера?	ПК-1.3.2 ПК-3.В.1																																																	
11.	Решить задачу ЛП графическим методом: $F(x,y)=x+4y \rightarrow \max$ $x+y \leq 5$ $x+3y \leq 6$ $x,y \geq 0$	ПК-1.3.2 ПК-2.3.1																																																	
12.	Решить транспортную задачу	ПК-1.3.2																																																	

	<table border="1"> <tr> <td></td> <td>10</td> <td>30</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>35</td> <td>3</td> <td>7</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>3</td> </tr> </table>		10	30	10	35	3	7	5	15	2	4	3	ПК-3.В.1																																					
	10	30	10																																																
35	3	7	5																																																
15	2	4	3																																																
13.	В чем суть М-метода?	ПК-1.3.2																																																	
14.	Сформулируйте теорему о дополнительной нежесткости	ПК-1.3.2																																																	
15.	Сколько заполненных клеток в базисном плане ТЗ размерностью $m \times n$ ?	ПК-1.3.2																																																	
16.	Найти сумму приведения матрицы для задачи коммивояжера <table border="1"> <tr> <td></td> <td>A<sub>1</sub></td> <td>A<sub>2</sub></td> <td>A<sub>3</sub></td> <td>A<sub>4</sub></td> <td>A<sub>5</sub></td> <td>A<sub>6</sub></td> </tr> <tr> <td>A<sub>1</sub></td> <td>–</td> <td>68</td> <td>73</td> <td>24</td> <td>70</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>A<sub>2</sub></td> <td>58</td> <td>–</td> <td>16</td> <td>44</td> <td>11</td> <td>92</td> </tr> <tr> <td>A<sub>3</sub></td> <td>63</td> <td>9</td> <td>–</td> <td>86</td> <td>13</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>A<sub>4</sub></td> <td>17</td> <td>34</td> <td>76</td> <td>–</td> <td>52</td> <td>70</td> </tr> <tr> <td>A<sub>5</sub></td> <td>60</td> <td>18</td> <td>3</td> <td>18</td> <td>–</td> <td>58</td> </tr> <tr> <td>A<sub>6</sub></td> <td>16</td> <td>82</td> <td>11</td> <td>60</td> <td>48</td> <td>–</td> </tr> </table>		A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>1</sub>	–	68	73	24	70	9	A <sub>2</sub>	58	–	16	44	11	92	A <sub>3</sub>	63	9	–	86	13	18	A <sub>4</sub>	17	34	76	–	52	70	A <sub>5</sub>	60	18	3	18	–	58	A <sub>6</sub>	16	82	11	60	48	–	ПК-3.В.1
	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>																																													
A <sub>1</sub>	–	68	73	24	70	9																																													
A <sub>2</sub>	58	–	16	44	11	92																																													
A <sub>3</sub>	63	9	–	86	13	18																																													
A <sub>4</sub>	17	34	76	–	52	70																																													
A <sub>5</sub>	60	18	3	18	–	58																																													
A <sub>6</sub>	16	82	11	60	48	–																																													
17.	Составить двойственную задачу к данной: $F(x,y)=3x+4y \rightarrow \max$ $x+y \leq 5$ $x+3y \geq 6$ $x,y \geq 0$	ПК-1.3.2 ПК-3.В.1																																																	
18.	Какой признак оптимального решения ТЗ методом потенциалов?	ПК-1.3.2																																																	
19.	Решить транспортную задачу <table border="1"> <tr> <td></td> <td>10</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>35</td> <td>3</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>7</td> <td>4</td> </tr> </table>		10	10	35	3	5	15	7	4	ПК-1.3.2 ПК-3.В.1																																								
	10	10																																																	
35	3	5																																																	
15	7	4																																																	
20.	Напишите математическую постановку транспортной задачи, заданной таблицей: <table border="1"> <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	ПК-9.3.2 ПК-9.4.2																																								
	10	10																																																	
5	3	5																																																	
15	7	4																																																	
21.	Как ставится задача коммивояжера?																																																		

22.	Составьте транспортную таблицу по математической модели: $F(x,y)=5x_{11}+3x_{12}+4x_{21}+6x_{22} \rightarrow \min$ $x_{11}+x_{12}=7$ $x_{21}+x_{22}=9$ $x_{11}+x_{21}=6$ $x_{12}+x_{22}=10$ $x_{11}, x_{12}, x_{21}, x_{22} \geq 0$	ПК-9.3.2 ПК-9.4.2
23.	Решить задачу ЛП графическим методом: $F(x,y)=5x+y \rightarrow \min$ $x+y \geq 5$ $x+3y \geq 6$ $x, y \geq 0$	ПК-1.3.2 ПК-2.3.1
24.	В чем заключается правило двух перпендикуляров?	
25.	В каком случае графический метод дает неединственное решение задачи ЛП?	ПК-10.3.3
26.	Составить двойственную задачу к данной: $F(x,y)=3x+4y \rightarrow \min$ $y \leq 5$ $x+3y \geq 6$ $x, y \geq 0$	ПК-1.3.2 ПК-3.В.1
27.	Какой математический смысл потенциалов в ТЗ?	ПК-1.3.2
28.	Как из открытой ТЗ сделать закрытую и для чего это нужно делать?	ПК-1.3.2
29.	Найти оптимальное значение целевой функции, используя теорию двойственности: $F(x,y,z)=3x+4y+5z \rightarrow \max$ $4x+2y+7z \leq 5$ $x, y, z \geq 0$	ПК-1.3.2 ПК-3.В.1
30.	Что такое циклическая перевозка в транспортной задаче?	
31.	Составить двойственную задачу к данной: $F(x,y)=3x+4y \rightarrow \max$ $x-y \leq 5$ $x+3y \geq 6$ $x, y \geq 0$	ПК-1.3.2 ПК-3.В.1
32.	Какие свойства у матрицы в задаче коммивояжера?	ПК-1.3.2

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

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
1.	Какая задача называется канонической задачей ЛП? 1. Задача, в которой нет ограничений в виде неравеств. 2. Задача, в которой есть хотя бы одна базисная переменная 3. Задача, в которой нет противоположных неравенств 4. Задача, в которой в каждом ограничении есть базисная переменная и правые части всех ограничений неотрицательны	ПК-1.3.2
2.	Сколько в задаче ЛП, решаемой симплекс-методом, должно быть базисных переменных? 1. Столько, сколько ограничений 2. Хотя бы одна 3. Не имеет значения 4. На 1 меньше, чем число ограничений	ПК-1.3.2
3.	Найти оптимальное значение $u$ для задачи ЛП графическим методом: $F(x,y)=4x+3y \rightarrow \max$ $x+y \leq 5$ $x+3y \leq 6$ $x, y \geq 0$ 1. 5 2. 2 3. 0.5 4. 1	ПК-1.3.2 ПК-2.3.1
4.	Какой элемент выводится из базиса при переходе к следующей симплекс-таблице? 1. Стоящий в ключевой строке 2. Стоящий в ключевом столбце 3. Стоящий в индексной строке 4. Стоящий в первой строке	ПК-1.3.2
5.	Какой должна быть матрица в задаче коммивояжера? 1. Симметричной и неотрицательной 2. Квадратной и неотрицательной 3. Квадратной и симметричной 4. Симметричной, квадратной и неотрицательной	ПК-1.3.2
6.	Какой элемент вводится в базис при переходе к следующей симплекс-таблице? 5. Стоящий в ключевой строке 6. Стоящий в ключевом столбце 7. Стоящий в индексной строке 8. Стоящий в первом столбце	ПК-1.3.2
7.	Написать целевую функцию двойственной задачи к данной: $F(x,y)=3x+4y \rightarrow \max$ $x+y \leq 5$ $x+3y \geq 6$	ПК-1.3.2 ПК-3.В.1

	$x, y \geq 0$ 1. $G(u, v) = 3u + 4v$ 2. $G(u, v) = 4u + 3v$ 3. $G(u, v) = 5u + 6v$ 4. $G(u, v) = 5u - 6v$										
8.	Найти оптимальное значение целевой функции, используя теорию двойственности: $F(x, y) = 3x + 4y + 5z \rightarrow \max$ $4x + 2y + 7z \leq 5$ $x, y, z \geq 0$ 1. 0.5 2. 2.5 3. 3.75 4. Не определено	ПК-1.3.2 ПК-3.В.1									
9.	Как из оптимальной симплекс-таблицы найти оптимальный план симметричной двойственной задачи? 1. Он расположен в индексной строке 2. Он расположен в ключевой строке 3. Он расположен в ключевом столбце 4. Невозможно найти	ПК-1.3.2									
10.	В последней таблице ТЗ есть две клетки с равенством суммы потенциалов и тарифа. Что можно сказать про эту задачу? 1. Задача имеет единственное решение 2. Оптимальный план не единственный 3. Задача не имеет оптимального план 4. Такая ситуация невозможна	ПК-3.В.1									
11.	Найти оптимальное значение целевой функции для задачи ЛП графическим методом: $F(x, y) = x + 4y \rightarrow \max$ $x + y \leq 5$ $x + 3y \leq 6$ $x, y \geq 0$ 1. 8 2. 5 3. 6.5 4. 0	ПК-1.3.2 ПК-2.3.1									
12.	Найти стоимость оптимальной перевозки <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tbody> <tr> <td></td> <td>10</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>35</td> <td>3</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>2</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table> 1. 245 2. 250 3. 230 4. 220		10	35	35	3	7	15	2	4	ПК-1.3.2 ПК-3.В.1
	10	35									
35	3	7									
15	2	4									
13.	Какие слагаемые целевой функции домножаются на большое число $M$ в $M$ -методе? 1. Базисные	ПК-1.3.2									

	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Дополнительные</li> <li>3. Вспомогательные</li> <li>4. Дополнительные и вспомогательные</li> </ol>										
14.	<p>Как использовать теорему о дополнительной нежесткости?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Для построения двойственной задачи</li> <li>2. Для проверки оптимальности найденного плана</li> <li>3. Для решения исходной задачи</li> <li>4. Для решения двойственной задачи</li> </ol>	ПК-1.3.2									
15.	<p>Сколько заполненных клеток в базисном плане ТЗ размерностью 4x3?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 4</li> <li>2. 5</li> <li>3. 6</li> <li>4. 7</li> </ol>	ПК-1.3.2									
16.	<p>Найти оптимальное значение целевой функции, используя теорию двойственности:  <math>F(x,y)=3x+4y+6z \rightarrow \min</math>  <math>4x+2y+10z \geq 5</math>  <math>x,y,z \geq 0</math></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 0.5</li> <li>2. 2.5</li> <li>3. 3.75</li> <li>4. Не определено</li> </ol>	ПК-1.3.2 ПК-3.В.1									
17.	<p>Написать целевую функцию для двойственной задачи к данной:  <math>F(x,y)=3x+7y \rightarrow \max</math>  <math>2x+y \leq 5</math>  <math>x+3y \geq 1</math>  <math>x,y \geq 0</math></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>G(u,v)=3u+7v</math></li> <li>2. <math>G(u,v)=7u - 3v</math></li> <li>3. <math>G(u,v)=5u - 6v</math></li> <li>4. <math>G(u,v)= u + 5v</math></li> </ol>	ПК-1.3.2 ПК-3.В.1									
18.	<p>Как определить, что найден оптимальный план ТЗ методом потенциалов?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. В незаполненных клетках сумма потенциалов не превосходит тариф</li> <li>2. В незаполненных клетках сумма потенциалов не менее тарифа</li> <li>3. В заполненных клетках сумма потенциалов не превосходит тариф</li> <li>4. В заполненных клетках сумма потенциалов не менее тарифа</li> </ol>	ПК-3.В.1									
19.	<p>Найти минимальную стоимость перевозки задачи, заданной таблицей:</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td></td> <td>13</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>3</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>7</td> <td>4</td> </tr> </table> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 72</li> </ol>		13	10	8	3	5	15	7	4	ПК-1.3.2 ПК-3.В.1
	13	10									
8	3	5									
15	7	4									



	2. 76 3. 110 4. 115																																					
20.	<p>Напишите выражение для целевой функции транспортной задачи, заданной таблицей:</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td></td> <td>13</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>3</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>7</td> <td>4</td> </tr> </table> <p>1. <math>F(\mathbf{x})=3x_{11}+5x_{12}+7x_{21}+4x_{22}</math>          2. <math>F(\mathbf{x})=13x_{11}+10x_{12}+8x_{21}+15x_{22}</math>          3. <math>F(\mathbf{x})=3x_{11}+7x_{12}+5x_{21}+4x_{22}</math>          4. <math>F(\mathbf{x})=3x_{11} - 5x_{12}+7x_{21} - 4x_{22}</math></p>		13	10	8	3	5	15	7	4	ПК-9.3.2 ПК-9.4.2																											
	13	10																																				
8	3	5																																				
15	7	4																																				
21.	<p>Составьте транспортную таблицу по математической модели:</p> $F(x,y)=5x_{11}+3x_{12} + 4x_{21}+6x_{22} \rightarrow \min$ $x_{11}+x_{12}=7$ $x_{21}+x_{22}=9$ $x_{11}+x_{21}=6$ $x_{12}+x_{22}=10$ $x_{11}, x_{12}, x_{21}, x_{22} \geq 0$ <p>1.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td></td> <td>6</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>5</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>4</td> <td>6</td> </tr> </table> <p>2.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td></td> <td>7</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>5</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>4</td> <td>6</td> </tr> </table> <p>3.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td></td> <td>6</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>4</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>5</td> <td>3</td> </tr> </table> <p>4.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td></td> <td>7</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>4</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>5</td> <td>3</td> </tr> </table>		6	10	7	5	3	9	4	6		7	9	6	5	3	10	4	6		6	10	7	4	6	9	5	3		7	9	6	4	6	4	5	3	ПК-9.3.2 ПК-9.4.2
	6	10																																				
7	5	3																																				
9	4	6																																				
	7	9																																				
6	5	3																																				
10	4	6																																				
	6	10																																				
7	4	6																																				
9	5	3																																				
	7	9																																				
6	4	6																																				
4	5	3																																				
22.	<p>Найти оптимальное значение целевой функции задачи ЛП графическим методом:</p>	ПК-1.3.2 ПК-2.3.1																																				

	$F(x,y)=5x+y \rightarrow \min$ $x+y \geq 5$ $x+3y \geq 6$ $x,y \geq 0$ <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 23</li> <li>2. 6</li> <li>3. 30</li> <li>4. 0</li> </ol>	
23.	<p>Что находят с помощью правила двух перпендикуляров?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ключевой элемент</li> <li>2. Ключевой столбец</li> <li>3. Ключевую строку</li> <li>4. Элементы следующей симплекс-таблицы</li> </ol>	ПК-1.3.2
24.	<p>Может ли графический метод давать неединственное решение задачи ЛП?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Не может</li> <li>2. Может, если градиент целевой функции параллелен стороне многоугольника планов</li> <li>3. Может, если линия уровня целевой функции параллельна стороне многоугольника планов</li> <li>4. Может, если множество допустимых планов неограниченно.</li> </ol>	ПК-3.В.1
25.	<p>Написать целевую функцию для двойственной задачи к данной:</p> $F(x,y)=3x+4y \rightarrow \min$ $y \leq 5$ $x+3y \geq 6$ $x,y \geq 0$ <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>G(u,v)=3u+4v</math></li> <li>2. <math>G(u,v)=4u - 3v</math></li> <li>3. <math>G(u,v)=-5u + 6v</math></li> <li>4. <math>G(u,v)= 5u - 6v</math></li> </ol>	ПК-1.3.2 ПК-3.В.1
26.	<p>Как из открытой ТЗ сделать закрытую и для чего это нужно делать?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Нужно ввести фиктивного участника перевозки для применения метода потенциалов</li> <li>2. Нужно удалить одного из участников перевозки для применения метода потенциалов</li> <li>3. Нужно обнулить некоторые тарифы для нахождения оптимального решения</li> <li>4. Нужно изменить/увеличить значение целевой функции на постоянное число и применить метод северо-западного угла</li> </ol>	ПК-3.В.1
27.	<p>Найти оптимальное значение <math>x</math> для задачи ЛП графическим методом:</p> $F(x,y)=3x+4y \rightarrow \min$ $x+y \geq 5$ $x+3y \geq 6$ $x,y \geq 0$ <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 0</li> <li>2. 15.5</li> <li>3. 18</li> </ol>	ПК-1.3.2 ПК-2.3.1

	4. 20										
28.	Как строится циклическая перевозка в транспортной задаче?	ПК-1.3.2									
29.	Найти оптимальное значение целевой функции, используя теорию двойственности: $F(x,y)=3x+4y+6z \rightarrow \max$ $5x+2y+4z \leq 10$ $x,y,z \geq 0$ 1. 20 2. 10 3. 5 4. 4	ПК-1.3.2 ПК-3.В.1									
30.	Найти минимальную стоимость перевозки для транспортной задачи <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td></td> <td>10</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>3</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>2</td> <td>4</td> </tr> </table> 1. 195 2. 255 3. 340 4. 345		10	40	25	3	7	15	2	4	ПК-1.3.2 ПК-3.В.1
	10	40									
25	3	7									
15	2	4									

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 .

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.

Структура лекции: формулировка темы лекции, указание основных изучаемых разделов или вопросов и предполагаемых затрат времени на их изложение, изложение вводной части, изложение основной части лекции, краткие выводы по каждому из вопросов, заключение, ответы на вопросы.

Содержание лекционного материала представлено в учебных пособиях:

1. *Исследование операций в экономике: учебник для академического бакалавриата / Кремер Н. Ш., Путко Б. А., Тришин И. М., Фридман М. Н.; под ред. Кремера Н. Ш. – М.:Юрайт, 2014. 438 с.*
2. *Ассаул В.Н., Галилеев М.М. Методы оптимизации в задачах линейного программирования. Учебно-методическое пособие. СПб:ГУАП, 2021 – 60 с.*

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах (*если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине*)

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

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

**Содержание и требование к практическим занятиям представлены в учебном пособии**

*Ассаул В.Н., Галилеев М.М. Методы оптимизации в задачах линейного программирования. Учебно-методическое пособие. СПб: ГУАП, 2021 – 60 с.*

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ.

*Не предусмотрено учебным планом по данной дисциплине*

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы.

*Не предусмотрено учебным планом по данной дисциплине*

11.6. 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).

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

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Текущий контроль включает:

- контроль посещаемости и работы на практических занятиях;
  - результаты написания студентами 2х контрольных работ в каждом семестре.
- Результаты текущего контроля оцениваются в баллах, и учитываются при проведении промежуточных аттестаций.

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего

образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

Проведение текущего контроля успеваемости осуществляется с помощью практических работ, приведенных в таблице 5, и вопросов к тесту, приведенных в таблице 18. Оценивание текущего контроля успеваемости, осуществляется по системе зачет/ не зачет.

#### 11.8. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

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

– экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Вопросы для проведения экзамена представлены в таблице 15.

– 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».

Вопросы для проведения зачета представлены в таблице 16.

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

Промежуточная аттестация оценивается по результатам текущего контроля успеваемости. В случае, если студент по уважительной причине не выполнил требования текущего контроля, ему предоставляется возможность сдать задолженности по пропущенным темам. Форма проведения промежуточной аттестации – устная.

#### Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой

№ 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

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
		ПК-1.3.2
		ПК-2.3.1
		ПК-3.В.1
		ПК-9.3.2
		ПК-9.У.2
		ПК-10.3.3

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

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

11.9. 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.

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

12.1. 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.

Структура предоставления лекционного материала:

- \_\_\_\_\_
- ;
- \_\_\_\_\_
- ;
- ...

*Если методические указания по освоению лекционного материала имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП, системы LMS, кафедры и т.д., необходимо дать на них ссылку или привести URL адрес.*

12.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах *(если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*

Основной целью для обучающегося является систематизация и обобщение знаний по изучаемой теме, разделу, формирование умения работать с дополнительными источниками информации, сопоставлять и сравнивать точки зрения, конспектировать прочитанное, высказывать свою точку зрения и т.п. В соответствии с ведущей дидактической целью содержанием семинарских занятий являются узловое, наиболее трудные для понимания и усвоения темы, разделы дисциплины. Спецификой данной формы занятий является совместная работа преподавателя и обучающегося над решением поставленной проблемы, а поиск верного ответа строится на основе чередования индивидуальной и коллективной деятельности.



При подготовке к семинарскому занятию по теме прослушанной лекции необходимо ознакомиться с планом его проведения, с литературой и научными публикациями по теме семинара.

Требования к проведению семинаров

*Обязательно для заполнения преподавателем*

*Если методические указания по участию в семинарах имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП, системы LMS, кафедры и т.д., необходимо дать на них ссылку или привести URL адрес.*

12.3. 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

*Обязательно для заполнения преподавателем*

*Если методические указания по прохождению практических занятий имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП, системы LMS, кафедры и т.д., необходимо дать на них ссылку или привести URL адрес.*

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

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;

- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

*Обязательно для заполнения преподавателем*

Структура и форма отчета о лабораторной работе

*Обязательно для заполнения преподавателем*

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

*Обязательно для заполнения преподавателем*

*Если методические указания по прохождению лабораторных работ имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП, системы LMS, кафедры и т.д., необходимо дать на них ссылку или привести URL адрес.*

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

Курсовой проект/ работа проводится с целью формирования у обучающихся опыта комплексного решения конкретных задач профессиональной деятельности.

Курсовой проект/ работа позволяет обучающемуся:

Структура пояснительной записки курсового проекта/ работы

*Обязательно для заполнения преподавателем*

Требования к оформлению пояснительной записки курсового проекта/ работы

*Обязательно для заполнения преподавателем*

*Если методические указания по курсовому проектированию/ выполнению курсовой работы имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП, системы LMS, кафедры и т.д., необходимо дать на них ссылку или привести URL адрес.*

12.6. 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).

*Если методические указания по прохождению самостоятельной работы имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП, системы LMS, кафедры и т.д., необходимо дать на них ссылку или привести URL адрес.*

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

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

*Обязательно для заполнения преподавателем: указываются требования и методы проведения текущего контроля успеваемости, а также как результаты текущего контроля успеваемости будут учитываться при проведении промежуточной аттестации.*

12.8. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

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

– экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

– 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».

– дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

*Обязательно для заполнения преподавателем: указываются требования и методы проведения промежуточной аттестации.*

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой