

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

проф., д.т.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)

Е.А. Перепелкин



инициалы, фамилия)

(подпись)

«05» февраля 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Методы оптимизации сложных систем»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	09.04.03
Наименование направления подготовки/ специальности	Прикладная информатика
Наименование направленности	Цифровая аналитика производственных систем
Форма обучения	очная
Год приема	2025

Санкт-Петербург– 2025

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

«05» февраля 2025 г, протокол № 7/24-25

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.т.н.

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

Н.Ю. Ефремов

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Методы оптимизации сложных систем» входит в образовательную программу высшего образования – программу магистратуры по направлению подготовки/специальности 09.04.03 «Прикладная информатика» направленности «Цифровая аналитика производственных систем». Дисциплина реализуется кафедрой «№2».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

УК-1 «Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий»

ПК-4 «Способность формировать стратегию информатизации в производственной сфере»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с задачами оптимизации для сложных систем, освоением математических методов поиска экстремума функций многих переменных при дополнительных технологических ограничениях.

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

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Дисциплина нацелена на ознакомление с современными методами решения оптимизационных задач, выработке у магистрантов навыков постановки, исследования и решения сложных прикладных 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
Универсальные компетенции	УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.В.2 владеть навыками использования алгоритмов и цифровых средств, предназначенных для анализа информации и данных
Профессиональные компетенции	ПК-4 Способность формировать стратегию информатизации в производственной сфере	ПК-4.3.1 знать методы оценки информационно-технологических проектов

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Методы исследования операций»,
- «Специальные разделы высшей математики»
- 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	Трудовоемкость по семестрам
		№3
1	2	3
Общая трудовоемкость дисциплины, 3Е/ (час)	3/ 108	3/ 108
Из них часов практической подготовки	8	8
Аудиторные занятия, всего час.	34	34
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
Самостоятельная работа, всего (час)	74	74
Вид промежуточной аттестации: 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 3					
Раздел 1. Постановка и подходы к решению задач математического программирования.	5	4			20
Раздел 2. Линейное программирование.	6	6			25
Раздел 3. Задача коммивояжера. Различные подходы к ее решению.	6	7			29
Итого в семестре:	17	17			74
Итого	17	17	0	0	74

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 оптимизационных задач. Целевая функция. Виды ограничений. Экстремумы функций многих переменных и математический аппарат для их поиска.

2.	М-метод. Теория двойственности. Транспортная задача и ее модификации. Матричные игры, биматричные игры, рекурсивные игры.
3.	Метод ветвей и границ. Эвристические методы решения задачи коммивояжера. Метод отжига, генетический метод. Применение эвристических методов к другим экстремальным задачам.

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 3					
	Построение математических моделей в задачах оптимизации.	Решение задач	2		1
	М-метод и теория двойственности	Решение задач	2		2
	Модификации транспортных задач	Решение задач	3		2
	Некоторые задачи теории игр	Решение задач	2		2
	Задача коммивояжера. Метод ветвей и границ	Решение задач	3		3
	Задача коммивояжера. Эвристические методы (метод отжига, генетический метод). Компьютерное моделирование.	Решение задач	5		3
Всего			17		

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 3, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	34	34
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)	16	16
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)		
Домашнее задание (ДЗ)	14	14
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	10	10
Всего:	74	74

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 издан

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3799	Ашманов С. А., Тимохов А. В. Теория оптимизации в задачах и упражнениях, 2012, 448с.	
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2097	Алексеев В.М., Галеев Э.М., Тихомиров В.М. Сборник задач по оптимизации. Теория. Примеры. Задачи. 2011, 256с.	

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
http://e.lanbook.com	ЭБС «Издательство «Лань»
http://www.exponenta.ru/	Образовательный математический сайт

8 Перечень информационных технологий

8.6 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

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

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице

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.

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

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

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.	Что такое общая задача математического программирования?	УК-1.В.2									
2.	Что такое задача линейного программирования?	УК-1.В.2									
3.	Как строится ряд Тейлора функции нескольких переменных?	УК-1.В.2									
4.	Найти стоимость оптимальной перевозки для ТЗ <table><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></table>		10	35	35	3	7	15	2	4	УК-1.В.2
	10	35									
35	3	7									
15	2	4									
5.	Матрица Гессе, условие симметричности матрицы Гессе.	УК-1.В.2									
6.	Что такое множители Лагранжа?	УК-1.В.2									
7.	Что такое задача квадратического программирования?	УК-1.В.2									
8.	В чем идея М-метода?	УК-1.В.2									
	Найти стоимость оптимальной перевозки для ТЗ <table><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></table>		10	35	5	35	3	7	9	УК-1.В.2	
	10	35	5								
35	3	7	9								

		15	2	4	5											
9.	Как используется теорема о дополнительной нежесткости?						УК-1.В.2									
10.	Приведите математическую постановку ТЗ.						УК-1.В.2									
11.	Приведите математическую постановку ТЗ с комбинированными платежами.						УК-1.В.2									
12.	Приведите математическую постановку ТЗ с ограничением перевозок.						УК-1.В.2									
	Найти оптимальное значение целевой функции, используя теорию двойственности: $F(x,y)=3x+4y+5z \rightarrow \max$ $4x+9y+7z \leq 5$ $x,y,z \geq 0$						УК-1.В.2									
13.	Каков смысл потенциалов при решении ТЗ?						УК-1.В.2									
14.	Сформулируйте теорему фон Неймана.						УК-1.В.2									
15.	В чем заключается доминирование стратегий?						УК-1.В.2									
16.	Что называют ценой игры?						УК-1.В.2									
17.	Напишите математическую постановку транспортной задачи, заданной таблицей: <table><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	УК-1.В.2
	10	10														
5	3	5														
15	7	4														
18.	В чем специфика биматричной игры?						ПК-4.3.1									
19.	В чем отличие платежной матрицы для игры с рекурсией?						ПК-4.3.1									
20.	Каков алгоритм метода ветвей и границ?															
21.	Каков алгоритм метода отжига?						ПК-4.3.1									
22.	К каким задачам применяют генетический алгоритм?						ПК-4.3.1									
23.	Составить двойственную задачу к данной: $F(x,y)=3x+4y \rightarrow \max$ $x+y \leq 5$ $x+3y \geq 6$						УК-1.В.2									
24.	Составьте транспортную таблицу по математической модели: $F(x,y)=5x_{11}+3x_{12}+4x_{21}+6x_{22} \rightarrow \min$ $x_{11}+x_{12}=7$ $x_{21}+x_{22}=9$ $x_{11}+x_{21}=6$ $x_{12}+x_{22}=10$ $x_{11},x_{12}, x_{21},x_{22} \geq 0$						УК-1.В.2									
25.	Найти цену игры $\begin{pmatrix} 1 & 4 \\ 4 & 3 \end{pmatrix}$						УК-1.В.2									
26.	В каком случае симплекс-метод показывает, что целевая функция неограниченна на множестве допустимых планов?						УК-1.В.2									

27.	<div>Найти сумму приведения матрицы для задачи коммивояжера</div> <table><tr><td></td><td>A₁</td><td>A₂</td><td>A₃</td><td>A₄</td><td>A₅</td><td>A₆</td></tr><tr><td>A₁</td><td>–</td><td>81</td><td>45</td><td>92</td><td>59</td><td>44</td></tr><tr><td>A₂</td><td>81</td><td>–</td><td>39</td><td>69</td><td>40</td><td>74</td></tr><tr><td>A₃</td><td>42</td><td>47</td><td>–</td><td>75</td><td>21</td><td>49</td></tr><tr><td>A₄</td><td>91</td><td>62</td><td>74</td><td>–</td><td>75</td><td>49</td></tr><tr><td>A₅</td><td>62</td><td>39</td><td>28</td><td>49</td><td>–</td><td>37</td></tr><tr><td>A₆</td><td>51</td><td>24</td><td>57</td><td>39</td><td>43</td><td>–</td></tr></table>		A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₁	–	81	45	92	59	44	A ₂	81	–	39	69	40	74	A ₃	42	47	–	75	21	49	A ₄	91	62	74	–	75	49	A ₅	62	39	28	49	–	37	A ₆	51	24	57	39	43	–	УК-1.В.2
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆																																													
A ₁	–	81	45	92	59	44																																													
A ₂	81	–	39	69	40	74																																													
A ₃	42	47	–	75	21	49																																													
A ₄	91	62	74	–	75	49																																													
A ₅	62	39	28	49	–	37																																													
A ₆	51	24	57	39	43	–																																													
28.	Какая ячейка таблицы выбирается для дальнейшего ветвления в задаче коммивояжера?	УК-1.В.2																																																	
29.	Какой признак оптимального решения ТЗ методом потенциалов?	УК-1.В.2																																																	
30.	Найти оптимальное значение целевой функции, используя теорию двойственности: F(x,y)=3x+4y+5z→max 4x+2y+7z≤5 x,y,z≥0	УК-1.В.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												
1	<p>Тип 1) Задание комбинированного типа с выбором одного ответа из предложенных.</p> <p><i>Инструкция: Прочитайте текст и выберите один правильный ответ</i></p> <p>Найти стоимость оптимальной перевозки для ТЗ</p> <table border="1"> <tr><td></td><td>1</td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>3</td><td>3</td><td>7</td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td></tr> </table>		1	4		0	0	3	3	7	5			ПК-4
	1	4												
	0	0												
3	3	7												
5														

	<div> <div>1</div> <div>2</div> <div>4</div> </div> <div>5</div> <p>a. 270</p> <p>b. 285</p> <p>c. 260</p> <p>d. 265</p> <div></div>	
2	<p>Тип 1) Задание комбинированного типа с выбором одного ответа из предложенных.</p> <p><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> <p>d. Найти элемент платежной матрицы, максимальный в строке и минимальный в столбце</p> <div></div>	УК-1
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> <p>a. В ограничения основной задачи, не содержащие базисной переменной, вводят вспомогательные переменные</p> <p>b. В ограничения основной задачи, не содержащие базисной переменной, вводят вспомогательные переменные, умноженные на большое число М</p> <p>c. В целевую функцию вводят вспомогательные переменные, умноженные на маленькое число М</p> <p>d. В целевую функцию вводят вспомогательные переменные, умноженные на большое число М</p> <div></div>	УК-1
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 $x_{11} \leq 6$?</p>	ПК-4

	<table><tr><td></td><td>1 0</td><td>3 5</td><td>5</td></tr><tr><td>3 5</td><td>3</td><td>7</td><td>9</td></tr><tr><td>1 5</td><td>2</td><td>4</td><td>5</td></tr></table> <p>a. Разбить первый столбец на два с потребностями 6 и 4</p> <p>b. Запретить поставку товара от первого поставщика в первый из этих столбцов</p> <p>c. Запретить поставку товар от первого поставщика во второй из этих столбцов</p> <p>d. Запретить поставку товара от первого поставщика в оба эти столбца</p> <div></div>		1 0	3 5	5	3 5	3	7	9	1 5	2	4	5													
	1 0	3 5	5																							
3 5	3	7	9																							
1 5	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> <p>Установите соответствие между платежной матрицей и ее ценой игры</p> <table><tr><td>a.</td><td>$\begin{pmatrix} 1 & 4 \\ 4 & 3 \end{pmatrix}$</td><td>1.</td><td>2</td></tr><tr><td>b.</td><td>$\begin{pmatrix} 1 & 3 \\ 4 & 3 \end{pmatrix}$</td><td>2.</td><td>3.25</td></tr><tr><td>c.</td><td>$\begin{pmatrix} 5 & 4 \\ 4 & 1 \end{pmatrix}$</td><td>3.</td><td>5.5</td></tr><tr><td>d.</td><td>$\begin{pmatrix} 2 & 2 \\ 3 & 1 \end{pmatrix}$</td><td>4.</td><td>3</td></tr></table> <table><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.	$\begin{pmatrix} 1 & 4 \\ 4 & 3 \end{pmatrix}$	1.	2	b.	$\begin{pmatrix} 1 & 3 \\ 4 & 3 \end{pmatrix}$	2.	3.25	c.	$\begin{pmatrix} 5 & 4 \\ 4 & 1 \end{pmatrix}$	3.	5.5	d.	$\begin{pmatrix} 2 & 2 \\ 3 & 1 \end{pmatrix}$	4.	3	a		b		c		d		УК-1
a.	$\begin{pmatrix} 1 & 4 \\ 4 & 3 \end{pmatrix}$	1.	2																							
b.	$\begin{pmatrix} 1 & 3 \\ 4 & 3 \end{pmatrix}$	2.	3.25																							
c.	$\begin{pmatrix} 5 & 4 \\ 4 & 1 \end{pmatrix}$	3.	5.5																							
d.	$\begin{pmatrix} 2 & 2 \\ 3 & 1 \end{pmatrix}$	4.	3																							
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>	УК-1																								

	9	1 4	1 4
1 0	7 9	5 1 1	3
1 2	8	6 1 2	2
1 5	4	9 1	6 1 4

- | | |
|---|--|
| a | |
| b | |
| c | |
| d | |

--	--	--	--	--

ПК-4

	<p>В какой последовательности выполняется решение матричной игры по методу Данцига?</p> <ol style="list-style-type: none"> Приведение матрицы к неотрицательной форме Расчет оптимальных стратегий и нахождение цены игры. Составление и решение пары двойственных задач ЛП Поиск и вычеркивание доминируемых строк и доминирующих столбцов Проверка наличия седловой точки 													
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>	УК-1												
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" data-bbox="730 1171 957 1507"> <tr> <td></td><td>9</td><td>1</td></tr> <tr> <td>1</td><td></td><td>3</td></tr> <tr> <td>0</td><td>7 x_1 1</td><td>5 x_1 2</td></tr> <tr> <td>1</td><td>8 x_2 1</td><td>6 x_2 2</td></tr> </table>		9	1	1		3	0	7 x_1 1	5 x_1 2	1	8 x_2 1	6 x_2 2	УК-1
	9	1												
1		3												
0	7 x_1 1	5 x_1 2												
1	8 x_2 1	6 x_2 2												

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

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.

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