

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

Кафедра № 2

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

проф.,д.т.н.,проф.

(должность, уч. степень, звание)

Е.А. Перепелкин

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«\_09\_» \_\_февраля\_\_\_\_\_ 2026\_\_ 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/ специализации	Цифровая аналитика производственных систем
Форма обучения	очная
Год приема	2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доцент, к.т.н., доцент  
(должность, уч. степень, звание)

 06.02.2026  
(подпись, дата)


В.Н. Ассаул  
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 2

«06» февраля 2026 г, протокол № 7/25-26

Заведующий кафедрой № 2


д.ф.-м.н., проф.  
(уч. степень, звание)

 06.02.2026  
(подпись, дата)

В.Г. Фарафонов  
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института ФПТИ по методической работе

доц., к.т.н., доц.  
(должность, уч. степень, звание)

 06.02.2026  
(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/специализации «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, выработать 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 (3 семестр).

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

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.

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, выработать 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:

- «Математика. Математический анализ»,
- «Математика. Линейная алгебра»,
- «Математика. Теория вероятностей и математическая статистика»,
- «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
		№3
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	3/ 108	3/ 108
<b>Из них часов практической подготовки</b>	9	9
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	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)		
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	74	74
<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) (час)	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	2	1
	М-метод и теория двойственности	Решение задач	2	2	2
	Модификации транспортных задач	Решение задач	3	3	2
	Некоторые задачи теории игр	Решение задач	2	2	2
	Задача коммивояжера. Метод ветвей и границ	Решение задач	3	3	3
	Задача коммивояжера. Эвристические методы( метод отжига, генетический метод). Компьютерное моделирование.	Решение задач	5	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	№ раздела
-------	---------------------------------	---------------------	---------------------	-----------

			подготовки, (час)	дисциплины
Учебным планом не предусмотрено				
Всего				

4.5. Выполнение курсового проекта/ 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
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		16
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)		
Домашнее задание (ДЗ)		14
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)		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. разделов 6-11.

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)

519.1/.2 A24 <a href="https://lib.guap.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&amp;view=irbis&amp;Itemid=108">https://lib.guap.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&amp;view=irbis&amp;Itemid=108</a>	Ассаул В.Н., Галилеев М.М. Методы оптимизации в задачах линейного программирова ния. Учебно- методическое пособие. ГУАП, 2021	25
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

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="https://pro.guap.ru/">https://pro.guap.ru/</a>	Элементы электронного курса по дисциплине размещены внутри ЭИОС ГУАП «Интегрированная среда обучения»

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
1	Электронная информационно-образовательная среда ГУАП «Интегрированная среда обучения» ( <a href="https://pro.guap.ru/">https://pro.guap.ru/</a> ) разработана сотрудниками ГУАП (введена в эксплуатацию приказом ГУАП от 06.06.2017 № 05-215/17), перечень модулей и их функциональное назначение изложены по ссылке <a href="https://guap.ru/it/system/iso">https://guap.ru/it/system/iso</a>
2	Официальный сайт образовательной организации в сети «Интернет» ( <a href="https://guap.ru/">https://guap.ru/</a> ), разработан сотрудниками ГУАП (введен в эксплуатацию Приказом ГУАП от 23.03.2023 № 05-145/23)
3	Microsoft Windows 10 (договор ГУАП №1303-3 от 30.12.2019, информация о лицензии представлена по ссылке <a href="https://guap.ru/it/system/iso/po">https://guap.ru/it/system/iso/po</a> )
4	Microsoft Office 2019 (договор ГУАП №278 от 18.06.2020, информация о лицензии представлена по ссылке <a href="https://guap.ru/it/system/iso/po">https://guap.ru/it/system/iso/po</a> )
5	Mathcad - (договор ГУАП, информация о лицензии представлена по ссылке <a href="https://guap.ru/it/system/iso/po">https://guap.ru/it/system/iso/po</a> )
6	MathWorks MATLAB (договор ГУАП, информация о лицензии представлена по ссылке <a href="https://guap.ru/it/system/iso/po">https://guap.ru/it/system/iso/po</a> )

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
<i>Электронные библиотечные ресурсы и системы</i>	
1	Электронный каталог библиотеки ГУАП с доступом к базе полнотекстовых изданий ( <a href="https://lib.guar.ru">https://lib.guar.ru</a> ), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП
2	Научная электронная библиотека «eLIBRARY» ( <a href="https://elibrary.ru">https://elibrary.ru</a> ), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
3	ЭБС «Лань» ( <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a> ), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
4	ЭБС Консорциума аэрокосмических вузов России ( <a href="http://elsau.ru/suai">http://elsau.ru/suai</a> ), доступ по IP-адресам ГУАП
5	ЭБС Znanium ( <a href="https://znanium.ru">https://znanium.ru</a> ), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
6	образовательная платформа «Юрайт» ( <a href="https://urait.ru">https://urait.ru</a> ), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
7	Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» ( <a href="https://cyberleninka.ru">https://cyberleninka.ru</a> ), свободный доступ
8	Федеральный портал «Российское образование» ( <a href="https://ro-edu.ru">https://ro-edu.ru</a> ), свободный доступ
9	Реферативная база данных рецензируемой научной литературы Scopus ( <a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a> ), доступ по IP -адресам ГУАП
<i>Информационные и справочно-правовые системы</i>	
1	"Консультант Плюс" ( <a href="http://www.consultant.ru">www.consultant.ru</a> ) сетевая версия для образовательных организаций, доступ по IP -адресам ГУАП

## 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)
	<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, для проведения занятий семинарского типа, для текущего контроля и промежуточной аттестации</p> <p>Специализированная мебель; лабораторное оборудование: ПЭВМ - 17 шт., объединенных в локальную вычислительную сеть с выходом в вычислительную сеть ГУАП и Интернет; проектор подвесной EPSON EMP-X5e</p> <p>Обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной</p>	<p>22-03 (ул. Гастелло, д. 15, лит. А)</p>

	вычислительной сети	
1	<p>Учебная аудитория для занятий семинарского типа (в том числе практических и лабораторных занятий), для групповых и индивидуальных консультаций, для текущего контроля и промежуточной аттестации, для самостоятельной работы обучающихся</p> <p>Специализированная мебель; лабораторное оборудование: ПЭВМ - 17 шт., объединенных в локальную вычислительную сеть с выходом в вычислительную сеть ГУАП и Интернет; проектор подвесной EPSON EMP-X5e</p> <p>Обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети</p>	22-04 (ул. Гастелло, д. 15, лит. А)
	<p>Учебная аудитория для проведения поточных занятий лекционного типа высокой вместимости (вместимость 116 чел.)</p> <p>Специализированная мебель; Доска настенная. Трибуна для ППС, шкаф монтажный антивандальный, крепление «Пчела», экран настенный 244x183 механический, проектор EPSON EB- X14G-1, Компьютер компактный MicroXperts SlimLine SL41-10, сплиттер Kramer VP-200K (с блоком питания), интернет-камера Logitech HDPro, монитор LG Flatron 17di, акустическая система Behringer Euroline B215D, аудиомикшер Behringer, комплект проводов</p> <p>Обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети</p>	32-01 (ул. Гастелло, д. 15, лит. А)

#### 10.

#### 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; Тесты; Задачи.

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	

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	Обучающийся: – глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно связывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 90% до 100% тестовых заданий**.
«хорошо» «зачтено»	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. – правильно выполнил от 70% до 89% тестовых заданий**.
«удовлетворительно» «зачтено»	– 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. – правильно выполнил от 51% до 69% тестовых заданий**.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	– 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. – правильно выполнил менее 51% тестовых заданий**.

### 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.	Объясните, что такое общая задача математического программирования?	ПК-4.3.1

2.	Объясните, что такое задача линейного программирования?	ПК-4.3.1												
3.	Объясните, как записывается ряд Тейлора функции нескольких переменных.	ПК-4.3.1												
4.	Найдите стоимость оптимальной перевозки для ТЗ <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <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.	Сформулируйте условие симметричности матрицы Гессе.	ПК-4.3.1												
6.	Объясните, что такое множители Лагранжа?	ПК-4.3.1												
7.	Как формулируется задача квадратического программирования?	ПК-4.3.1												
8.	Поясните, в чем идея М-метода? Найдите 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	УК-1.В.2
	10	35	5											
35	3	7	9											
15	2	4	5											
9.	Объясните, как используется теорема о дополнительной нежесткости?	ПК-4.3.1												
10.	Приведите математическую постановку ТЗ.	ПК-4.3.1												
11.	Приведите математическую постановку ТЗ с комбинированными платежами.	ПК-4.3.1												
12.	Приведите математическую постановку ТЗ с ограничением перевозок.	ПК-4.3.1												
	Найдите 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.	Сформулируйте смысл потенциалов при решении ТЗ?	ПК-4.3.1												
14.	Сформулируйте теорему фон Неймана.	ПК-4.3.1												
15.	Скажите, в чем заключается доминирование стратегий?	ПК-4.3.1												
16.	Ответьте, что называют ценой игры?	ПК-4.3.1												
17.	Приведите математическую постановку транспортной задачи, заданной таблицей: <table border="1" 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	УК-1.В.2			
	10	10												
5	3	5												
15	7	4												
18.	Сформулируйте, в чем специфика биматричной игры?	ПК-4.3.1												
19.	Поясните, в чем отличие платежной матрицы для игры с рекурсией?	ПК-4.3.1												
20.	Поясните алгоритм метода ветвей и границ.	ПК-4.3.1												
21.	Поясните алгоритм метода отжига.	ПК-4.3.1												

22.	Объясните, к каким задачам применяют генетический алгоритм?	ПК-4.3.1																																																	
23.	Составьте 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.	Найдите цену игры $\begin{pmatrix} 13 \\ 41 \end{pmatrix}$	УК-1.В.2																																																	
26.	Скажите, в каком случае симплекс-метод показывает, что целевая функция неограниченна на множестве допустимых планов?	ПК-4.3.1																																																	
27.	Найдите сумму приведения матрицы для задачи коммивояжера <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th></th> <th>A<sub>1</sub></th> <th>A<sub>2</sub></th> <th>A<sub>3</sub></th> <th>A<sub>4</sub></th> <th>A<sub>5</sub></th> <th>A<sub>6</sub></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>A<sub>1</sub></th> <td>–</td> <td>81</td> <td>45</td> <td>92</td> <td>59</td> <td>44</td> </tr> <tr> <th>A<sub>2</sub></th> <td>81</td> <td>–</td> <td>39</td> <td>69</td> <td>40</td> <td>74</td> </tr> <tr> <th>A<sub>3</sub></th> <td>42</td> <td>47</td> <td>–</td> <td>75</td> <td>21</td> <td>49</td> </tr> <tr> <th>A<sub>4</sub></th> <td>91</td> <td>62</td> <td>74</td> <td>–</td> <td>75</td> <td>49</td> </tr> <tr> <th>A<sub>5</sub></th> <td>62</td> <td>39</td> <td>28</td> <td>49</td> <td>–</td> <td>37</td> </tr> <tr> <th>A<sub>6</sub></th> <td>51</td> <td>24</td> <td>57</td> <td>39</td> <td>43</td> <td>–</td> </tr> </tbody> </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	–	УК-1.В.2
	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	–																																													
28.	Сформулируйте, какая ячейка таблицы выбирается для дальнейшего ветвления в задаче коммивояжера?	ПК-4.3.1																																																	
29.	Поясните признак оптимального решения ТЗ методом потенциалов.	ПК-4.3.1																																																	
30.	Найдите оптимальное значение целевой функции, используя теорию двойственности: $F(x,y,z)=3x+4y+5z \rightarrow \max$ $4x+2y+7z \leq 5$ $x,y,z \geq 0$	УК-1.В.2																																																	
31.	Найдите цену игры $\begin{pmatrix} 13 \\ 41 \end{pmatrix}$	УК-1.В.2																																																	
32.	Найдите цену игры $\begin{pmatrix} 50 \\ 12 \end{pmatrix}$	УК-1.В.2																																																	
33.	Найдите цену игры $\begin{pmatrix} 130 \\ 415 \end{pmatrix}$	УК-1.В.2																																																	
34.	Составьте транспортную таблицу по математической	УК-1.В.2																																																	

	модели: $F(x,y)=2x_{11}+7x_{12}+4x_{21}+6x_{22} \rightarrow \min$ $x_{11}+x_{12}=5$ $x_{21}+x_{22}=9$ $x_{11}+x_{21}=6$ $x_{12}+x_{22}=8$ $x_{11}, x_{12}, x_{21}, x_{22} \geq 0$	
35.	Найдите оптимальное значение целевой функции, используя теорию двойственности: $F(x,y)=3x+y+5z \rightarrow \max$ $4x+2y+3z \leq 5$ $x, y, z \geq 0$	УК-1.В.2
36.		
37.	Найдите цену игры $\begin{pmatrix} 135 \\ 410 \\ 201 \end{pmatrix}$	УК-1.В.2

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

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

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсового проекта/ 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

Применение тестов не планируется

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 участию в семинарах

Учебным планом не предусмотрено

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

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

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ.

Учебным планом не предусмотрено.

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

Учебным планом не предусмотрено.

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.

В течение периода изучения дисциплины обучающиеся выполняют расчетно-графическую работу. Работа считается выполненной, если представлены верные решения хотя бы 70% от всех заданий. Кроме того, учащиеся выполняют домашние задания, которые помогают лучше усвоить материал курса. Получение оценки «зачтено» по расчетно-графической работе дает обучающемуся допуск к экзамену

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 зачет.

Промежуточная аттестация отражает степень усвоения материала с учетом посещаемости занятий и выполнения проведенных расчетно-графических работ.

– 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».

Получение зачета предполагает успешное выполнение расчетно-графической работы и ответ на вопросы на зачете. В случае плохого посещения занятий преподаватель проверяет на зачете знание материала пропущенных разделов курса и умение решать соответствующие примеры.

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