

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 » \_\_ 02 \_\_\_\_\_ 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Методы исследования операций»  
(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.-ф.-м.н., доцент  
(должность, уч. степень, звание)

06.02.2026

(подпись, дата)

А.В.Арефьев

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 2

«\_06\_» \_\_\_\_\_ 02 \_\_\_\_\_ 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 исследования операций» 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:

ПК-2 «Способность проектировать архитектуру информационной системы»

ПК-3 «способность принимать эффективные проектные решения в условиях неопределенности и риска»

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

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с методологией и методами математического моделирования экономических систем.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа обучающегося.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена (2 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Цель преподавания дисциплины состоит в том, чтобы дать студентам целостное представление о моделировании экономических систем и сформировать навыки решения типовых экономических задач с использованием математических методов исследования операций.

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

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

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

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-2 Способность проектировать архитектуру информационной системы	ПК-2.У.1 уметь распределять работы и выделять ресурсы информационной системы
Профессиональные компетенции	ПК-3 способность принимать эффективные проектные решения в условиях неопределенности и риска	ПК-3.3.1 знать теоретические основы принятия эффективных решений в условиях неопределенности и риска ПК-3.3.2 знать методы и средства управления рисками; нормативно-технические документы (стандарты и регламенты), описывающие процессы управления рисками
Профессиональные компетенции	ПК-4 Способность формировать стратегию информатизации в производственной сфере	ПК-4.3.1 знать методы оценки информационно-технологических проектов ПК-4.У.1 уметь организовывать и оптимизировать проектную деятельность

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

– «Математические методы и модели принятия решений»,

– «Управление ИТ-проектами».

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

– «Методы компьютерного моделирования»,

– «Математические методы и инструментальные средства поддержки принятия решений».

### 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
		№2
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	4/ 144	4/ 144
<b>Из них часов практической подготовки</b>	17	17
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	34	34
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	36	36
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	74	74
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Экз.,	Экз.,

### 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/КР (час)	СР (час)
<b>Семестр 2</b>					
Раздел 1. Введение в исследование операций. Тема 1.1. Предмет исследования операций, краткий исторический очерк. Тема 1.2. Задачи принятия решений (ЗПР). Построение экономико-математической модели (ЭММ) задачи принятия решений.	4		4		20
Раздел 2. Линейное программирование (ЛП). Тема 2.1. Постановка задачи линейного программирования. Тема 2.2. Графический метод решения задач ЛП. Тема 2.3. Симплекс-метод решения задачи ЛП. Тема 2.4. Примеры задач ЛП из экономики: задача об оптимальном плане, задача о планировании перевозок и замене оборудования.	4		4		20

Раздел 3. Нелинейное программирование (НЛП) Тема 3.1. Постановка задачи НЛП, виды задач НЛП. Тема 3.2. Классификация методов поиска решения НЛП. Тема 3.3. Примеры задач НЛП.	4		4		20
Раздел 4. Динамическое программирование Тема 1.1. Постановка задачи динамического программирования. Тема 4.2. Принцип оптимального управления Беллмана. Тема 4.3. Экономические задачи, решаемые методом динамического программирования	5		5		14
Итого в семестре:	17		17		74
Итого	17	0	17	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
<b>1</b>	Постановка задачи принятия решений (ЗПР). Люди и их роли в принятии решений. Принятие решений при объективных моделях. Альтернативы решений, критерии оценки альтернатив. Доминирующие и доминируемые альтернативы, множество Парето-Эджворта. Этапы получения решения ЗПР. Субъективные и объективные модели в ЗПР. Получение экономико-математической модели задачи принятия решений. Критерии оптимальности (целевые функции) в задачах принятия решений. Виды критериев оптимальности, линейные и нелинейные критерии. Критерий оптимальности в виде функционала.
<b>2</b>	Общая постановка задачи ЛП. Каноническая форма задачи ЛП. Целевая функция. Допустимое множество, опорный план, оптимальный план. Свободные и базисные переменные. Задачи линейного программирования с двумя свободными переменными. Графический метод решения задач ЛП. Симплекс-метод решения задачи ЛП общего вида. Допустимый вид системы ограничений. Допустимый базис. Базисное решение. Симплекс-таблицы, алгоритм решения задачи ЛП табличным симплекс-методом. Геометрическая интерпретация симплекс-алгоритма.
<b>3</b>	Постановка задачи НЛП: целевая функция (критерий), ограничения, графическая интерпретация задачи НЛП. Классификация методов НЛП. Безградиентные методы

	поиска экстремума функций многих переменных: алгоритмы методов сканирования, поочередного изменения переменных (Гаусса-Зейделя), случайного поиска, деформируемого многогранника (симплексный метод). Метод множителей Лагранжа. Выпуклое программирование, седловая точка функции Лагранжа. Теорема Куна-Таккера о разрешимости задачи выпуклого программирования.
4	Общая постановка задач динамического программирования. Принцип оптимальности Беллмана. Методы прямой и обратной прогонки. Метод дискретного динамического программирования. Задача об оптимальном распределении капиталовложений. Задача определения кратчайших расстояний по заданной сети.

#### 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
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

#### 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
Семестр 2				
1.	Решение задачи линейного программирования графическим методом	4	4	1
2.	Решение задачи линейного программирования с целевой функцией пяти переменных и тремя ограничениями в форме неравенств. Проверка решения с использованием табличного редактора Excel	4	4	2
3.	Решение задачи выпуклого программирования с линейной целевой квадратичной функцией трех переменных с одним ограничением в форме квадратичной формы аналитически методом неопределенных множителей	4	4	3

	Лагранжа с проверкой результата с использованием табличного редактора Excel			
4.	Решение задачи распределения капиталовложений с использованием принципа оптимальности Беллмана методом прямой прогонки	5	5	4
Всего		17	17	

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 2, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	26	26
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)	20	20
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	6	6
Домашнее задание (ДЗ)	14	14
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	8	8
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)
<i>URL адрес</i>	<i>Наименование электронного учебного издания</i>	

https://e.lanbook.com/book/510028 Режим доступа: для авторизованных пользователей	Ефромеев, Н. М. Исследование операций : учебное пособие для вузов / Н. М. Ефромеев, Е. В. Ефромеева. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2026. — 284 с.	
https://e.lanbook.com/book/520890 Режим доступа: для авторизованных пользователей.	Малинина, Н. Л. Исследование операций. Задачник : учебное пособие для вузов / Н. Л. Малинина. — Санкт-Петербург : Лань, 2026. — 264 с.	
https://e.lanbook.com/book/211085 Режим доступа: для авторизованных пользователей.	Горлач, Б. А. Исследование операций : учебное пособие / Б. А. Горлач. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 448 с.	
https://e.lanbook.com/book/213248 Режим доступа: для авторизованных пользователей.	Ржевский, С. В. Исследование операций : учебное пособие / С. В. Ржевский. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 480 с.	

#### 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
<b>Программные средства общего назначения</b>	
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> )
<b>Специальные программные средства</b>	
1	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> )
2	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
1	Электронный каталог библиотеки ГУАП с доступом к базе полнотекстовых изданий ( <a href="https://lib.guap.ru/">https://lib.guap.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

## 9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1.	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, для проведения занятий семинарского типа, для текущего контроля и промежуточной аттестации  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	22-03 (ул. Гастелло, д. 15, лит. А)

	Обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети	
2.	<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)
3.	<p>Помещение для самостоятельной работы обучающихся - Читальный зал библиотеки ГУАП</p> <p>Специализированная мебель; персональные компьютеры – 10 шт., проектор NEC NP510, телевизор ЖК PHILIPS 52PFL5605, экран обратной проекции Draper, акустическая система Behringer Euroline B215D Стойка телевизионная, радиомикрофоны Sienhizer, пульт для управления презентацией Logitech R400, аудиомикшер Behringer, комплект проводов</p> <p>Обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети и точке доступа WiFi, а также к электронно-библиотечным системам, реферативной базе данных Scopus; копировальный аппарат Kyocera KM2035.</p>	Читальный зал библиотеки ГУАП (ул. Гастелло, д. 15, лит. А)

#### 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
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Экзаменационные билеты*; Задачи; Тесты.

Примечание: \*экзаменационные билеты формируются на основе вопросов и задач таблицы 15.

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»	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
1.	Постановка задачи принятия решений (ЗПР). Люди и их роли в принятии решений.	ПК-3.3.1
2.	Доминирующие и доминируемые альтернативы, множество Парето-Эджворта.	ПК-2.У.1
3.	Этапы получения решения ЗПР.	ПК-3.3.1
4.	Основные понятия исследования операций. Построение экономико-математических моделей и их классификация.	ПК-3.3.1
5.	Математическое моделирование операций. Преимущества и недостатки использования моделей.	ПК-3.3.1
6.	Понятие отрезка в n-мерном пространстве. Понятие выпуклого множества.	ПК-3.3.2
7.	Выпуклость гиперплоскости и полупространства. Теорема о пересечении	ПК-4.3.1

	выпуклых множеств.	
8.	Проекция точки на множество. Понятие крайней точки выпуклого множества. Теоремы отделимости.	ПК-4.У.1
9.	Выпуклые и вогнутые множества. Дифференцируемость по направлению.	ПК-3.3.1
10.	Постановка задачи линейного программирования (ЗЛП). Свойства ЗЛП. Разрешимые и неразрешимые ЗЛП	ПК-3.3.1
11.	Базисные и свободные переменные ЗЛП. Опорные планы. Базис опорного плана.	ПК-4.3.1 ПК-4.У.1
12.	Геометрическая интерпретация и графическое решение ЗЛП.	ПК-2.У.1
13.	Каноническая форма ЗЛП. Приведение общей ЗЛП к канонической форме.	ПК-3.3.2
14.	Симплекс-метод решения ЗЛП. Построение начального опорного плана. Понятие о вырожденном и невырожденном опорных планах.	ПК-3.3.1
15.	Алгоритм симплекс-метода. Симплекс-разности. Проверка опорного плана на оптимальность.	ПК-2.У.1 ПК-3.3.1
16.	Определение двойственной ЗЛП. Общие правила построения двойственной задачи.	ПК-2.У.1
17.	Лемма о взаимной двойственности. 1-ая и 2-ая теоремы двойственности	ПК-3.3.2
18.	Двойственный симплекс-метод.	ПК-2.У.1
19.	Анализ чувствительности ЗЛП. Экономический смысл анализа на чувствительность.	ПК-2.У.1
20.	Транспортная задача и ее свойства. Закрытые и открытые модели.	ПК-4.У.1
21.	Методы построения первоначального опорного плана транспортной задачи: северо-западного угла, наименьшего элемента, Фогеля.	ПК-3.3.1
22.	Метод потенциалов решения транспортной задачи.	ПК-2.У.1
23.	Усложнённые постановки транспортных задач. Метод блокирования перевозок.	ПК-3.3.1
24.	Задача о замене оборудования ( $\lambda$ -задача)	ПК-2.У.1
25.	Постановка задачи одномерной безусловной оптимизации. Основные методы получения решений: дихотомии, Фибоначчи и "золотого сечения".	ПК-3.3.1
26.	Задача многомерной оптимизации без ограничений. Модели и условия сходимости численных методов.	ПК-3.3.1
27.	Классификация методов НЛП. Градиентные и безградиентные методы поиска экстремума функций многих переменных.	ПК-3.3.2
28.	Примеры безградиентных методов поиска экстремума: алгоритмы методов сканирования, поочередного изменения переменных (Гаусса-Зейделя).	ПК-2.У.1
29.	Методы отыскания экстремума функций многих переменных: случайного поиска, деформируемого многогранника (симплексный метод).	ПК-2.У.1
30.	Градиентные и методы поиска оптимума в $R^n$ , их сравнительный анализ.	ПК-3.3.2
31.	Задача многомерной оптимизации с ограничениями.	ПК-4.У.1
32.	Метод проекции и метод условного градиента.	ПК-2.У.1
33.	Метод возможных направлений.	ПК-2.У.1
34.	Метод штрафных функций.	ПК-2.У.1
35.	Сведение задачи условной оптимизации к задаче о безусловной оптимизации в пространстве большей размерности. Множители и функция Лагранжа.	ПК-3.3.1
36.	Выпуклое программирование, седловая точка функции Лагранжа.	ПК-3.3.2
37.	Теорема Куна-Таккера о разрешимости задачи выпуклого программирования.	ПК-4.3.1 ПК-4.У.1
38.	Экстремальные задачи на графах – основные понятия	ПК-3.3.1
39.	Ориентированные и неориентированные графы. Задача о построении остовного дерева минимального веса.	ПК-4.3.1 ПК-4.У.1
40.	Задача о построении кратчайшего пути между двумя заданными вершинами.	ПК-3.3.1
41.	Задача коммивояжера. Метод ветвей и границ.	ПК-4.У.1
42.	Общая постановка задач динамического программирования. Принцип оптимальности Беллмана.	ПК-4.3.1 ПК-4.У.1
43.	Покажите различие в постановке задач динамического программирования и линейного программирования.	ПК-4.3.1

44.	Что лежит в основе метода ДП?	ПК-2.У.1
45.	Методы прямой и обратной прогонки в задачах динамического программирования.	ПК-4.3.1
46.	Задача об оптимальном маршруте.	ПК-4.3.1 ПК-4.У.1
47.	Задача об оптимальном распределении ресурсов между отраслями на n лет.	ПК-4.3.1 ПК-4.У.1
48.	Задача определения кратчайших расстояний по заданной сети.	ПК-3.3.1
49.	Задача об оптимальном распределении капиталовложений.	ПК-4.3.1 ПК-4.У.1
50.	Метод дискретного динамического программирования.	ПК-4.У.1

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
	Учебным планом не предусмотрено	

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
	Данный вид оценочных средств не применяется при промежуточной аттестации и текущем контроле успеваемости	

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.

Структура предоставления лекционного материала:

- формулировка темы лекции;
- указание основных изучаемых разделов/вопросов и предполагаемых временных;
- изложение вводной и основной частей лекции;
- краткие выводы по лекции, ответы на вопросы.

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

Проведение семинаров не предусмотрено учебным планом данной дисциплины.

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

Проведение практических занятий не предусмотрено учебным планом данной дисциплины.

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

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.

Требования к проведению лабораторных работ, структура и форма отчета о лабораторной работе, требования к оформлению отчета о лабораторной работе размещены на сайте ГУАП:

<https://guap.ru/regdocs/docs/uch>

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

Выполнение курсовых работ не предусмотрено учебным планом данной дисциплины.

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.

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 выполнения студентами расчетно-графических работ.

Результаты текущего контроля оцениваются в баллах, и учитываются при проведении промежуточных аттестаций.

В течение периода изучения дисциплины обучающиеся выполняют четыре лабораторные работы. Для каждой работы устанавливается предельный срок её сдачи и максимально возможное число баллов в количестве 15 баллов. В случае сдачи работы после указанного срока, снижается максимально возможное количество баллов за данный практикум (за неделю пропуска срока снимается 1 балл).

Посещаемость лекционных занятий оценивается из расчета 17 баллов в семестр (1 балл за лекцию). Интерактивная работа с преподавателем (подготовка сообщений по теме курса, участие в работе НСО, конференциях, в национальных и международных студенческих олимпиадах, участие в мероприятиях, проводимых ГУАП) в течении семестра максимально оценивается в 23 балла за семестр.

В конце семестра подсчитывается общее количество баллов за обучающегося и выставляется оценка ТКУ, формируемая следующим образом:

Баллы за семестр	Оценка (словами)	Оценка (числовой эквивалент)
$\geq 90$	<i>Отлично</i>	5
75-89	<i>Хорошо</i>	4
60-74	<i>Удовлетв.</i>	3
$< 60$	<i>Неудовлетв.</i>	2

Обучающиеся, получившие оценку «неудовлетворительно» к промежуточной аттестации не допускаются.

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 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».

К экзамену допускаются обучающиеся, получившие оценку не ниже «удовлетворительно» в результате контроля ТКУ, согласно пункту 11.7. сдавшие указанное в пункте 11.7.

Оценка за экзамен выставляется по пятибалльной системе в соответствии с таблицей 14.

Итоговая аттестационная оценка за экзамен определяется, как среднее арифметическое между оценкой ТКУ и оценкой, полученной на экзамене. При среднем арифметическом, не являющемся целым числом, в качестве итоговой аттестационной оценки берётся оценка, полученная на экзамене.

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