

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

Кафедра № 41

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель образовательной программы

ДОЦ., К.Т.Н.
(должность, уч. степень, звание)

Е.Л. Турецкая
(инициалы, фамилия)


(подпись)

«19» февраля 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Исследование операций»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	09.03.03
Наименование направления подготовки/ специальности	Прикладная информатика
Наименование направленности	Прикладная информатика в информационной сфере
Форма обучения	заочная
Год приема	2025

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Старший преподаватель
(должность, уч. степень, звание)


(подпись, дата)

Н.Н. Григорьева
(инициалы, фамилия)

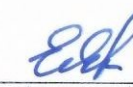
Программа одобрена на заседании кафедры № 41

«19» февраля 2025 г, протокол № 07-2024/25



Заведующий кафедрой № 41

д.т.н., проф.
(уч. степень, звание)


(подпись, дата)

Г.А. Коржавин
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №4 по методической работе

ДОЦ., К.Т.Н.
(должность, уч. степень, звание)


(подпись, дата)

А.А. Фоменкова
(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Исследование операций» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/специальности 09.03.03 «Прикладная информатика» направленности «Прикладная информатика в информационной сфере». Дисциплина реализуется кафедрой «№41».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-13 «способность применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с использованием математических методов при анализе и формализации прикладных (в том числе социально-экономических) задач и процессов с применением методов системного анализа, математического моделирования и компьютерного моделирования для решения подобных задач.

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

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

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

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Цель преподавания дисциплины - воспитание математической культуры, развитие логического мышления; овладение основными методами исследования и решения задач исследования операций; привитие навыков использования математических методов в практической деятельности; выработка умения самостоятельно проводить анализ прикладных задач и выбирать адекватную методологию и инструментарий для их решения.

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-13 способность применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач	ПК-13.3.1 знать подходы и базовые методы решения научно-исследовательских задач в области информационных процессов и систем ПК-13.У.1 уметь осуществлять формализацию задач исследования информационных процессов и систем ПК-13.В.1 владеть навыками решения задач анализа информационных процессов и систем

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Теория систем и системный анализ
- Прикладные методы оптимизации
- Техничко-экономическое обоснование проектных решений
- Имитационное моделирование.

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при выполнении выпускной квалификационной работы бакалавра.

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
		№10
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, 3Е/ (час)	2/ 72	2/ 72

Из них часов практической подготовки	6	6
Аудиторные занятия, всего час.	12	12
в том числе:		
лекции (Л), (час)	6	6
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	6	6
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
Самостоятельная работа, всего (час)	60	60
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) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 10					
Раздел 1. Предмет, цели и задачи дисциплины «Исследование операций»	1				4
Раздел 2. Линейное программирование	2	2			18
Раздел 3. Динамическое программирование	1	2			14
Раздел 4. Теоретико-графовые методы решения задач исследования операций	1				8
Раздел 5. Элементы теории игр и статистических решений	1	2			16
Итого в семестре:	6	6			60
Итого	6	6	0	0	60

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	Исследование операций как область математического программирования. Примеры и классификация задач исследования операций. Основные понятия и определения исследования операций. Прямая и обратная задачи исследования операций
2	2.1. Задачи линейного программирования (ЛП) Типовые задачи линейного программирования и их математические модели. Существование решения задачи линейного программирования.

	Геометрическая интерпретация задачи ЛП. Основная задача линейного программирования (ОЗЛП). Симплекс-метод решения основной задачи линейного программирования. 2.2. Транспортная задача (ТЗ) Транспортная задача как частный случай задачи линейного программирования. Табличный метод решения транспортной задачи. Основные алгоритмы поиска опорного решения и оптимизации опорного плана. Разновидности ТЗ и методы их решения. 2.3 Двойственные задачи линейного программирования Двойственность задач линейного программирования и ее экономическая интерпретация. Постановка двойственной задачи в общем виде. Алгоритм построения, решения и интерпретации двойственных задач. 2.4 Задачи нелинейного и целочисленного программирования Виды задач нелинейного программирования. Понятие о квадратичном программировании. Задачи выпуклого программирования. Геометрическая интерпретация. Особенности задач целочисленного программирования и основные методы их решения.
3	3.1 Постановка задачи динамического программирования Сущность задач динамического программирования и примеры. Математическая модель задачи динамического программирования. Принцип оптимальности Беллмана; алгоритм решения задач динамического программирования. 3.2 Типовые задачи динамического программирования Примеры решения задач динамического программирования. Обобщенный алгоритм решения задачи о распределении ресурсов. Решение задачи целочисленного программирования методами динамического программирования.
4	4.1 Оптимизационные задачи, решаемые на графах. Использование сетевых моделей для анализа организационно-экономических проблем. 4.2 Сетевые модели. Преобразование графов и упорядочение таблиц. Построение сетевого графика и основные временные параметры сетевых моделей. Вероятностные сетевые модели и определение их параметров.
5	5.1 Понятие игры и классификация игр. Антагонистические матричные игры и их математическая модель. Оптимизация и аналитическое решение антагонистической матричной игры в чистых и смешанных стратегиях. Основные методы решения антагонистических игр 2×2, $2 \times m$, $n \times 2$, $m \times n$ и $n \times n$. 5.2 Биматричные игры (БМИ). Основная теорема биматричных игр. Особенности отношений доминирования в БМИ Методы решения БМИ. 5.3 Позиционные игры. Нормализация позиционных игр. Особенности игр с неполной и с полной информацией. 5.4 Принятие решений в условиях неопределенности. Игры с природой. Оптимизация матричной игры. Основные критерии принятия решения в условиях неопределенности.

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 10					
1	Решение задач линейного программирования	занятия по моделированию реальных условий	2	2	2
2	Решение задач динамического программирования	занятия по моделированию реальных условий	2	2	3
3	Решение задач теории игр	занятия по моделированию реальных условий	2	2	5
Всего			6		

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 10, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	30	30
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)		
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)	20	20
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	10	10
Всего:	60	60

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

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

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
https://e.lanbook.com/book/212204	Методы исследования операций : учебное пособие / Б. А. Есипов. - СПб. : Лань, 2021 - 304 с	
https://znanium.com/catalog/product/540959	Колобашкина, Л. В. Основы теории игр: Учебное пособие / Колобашкина Л.В., - 4-е изд., (эл.) - Москва :Лаборатория знаний, 2017. - 198 с.	
https://e.lanbook.com/book/103516	Гордеев, Э.Н. Элементы исследования операций: учебное пособие / Э.Н.Гордеев. – Москва: МВТУ им.Н.Э.Баумана, 2017. – 60 с.	
51 – Г83	Григорьева, Н.Н. Базовые математические методы и модели оптимизации: учеб.-метод.пособие / Н.Н.Григорьева, Е.А.Яковлева. – СПб.: ГУАП, 2023. – 67 с.	5
519.6/.8 С 59	Соколов, Б.В. Прикладные модели оптимизации: учебное пособие /Б.В.Соколов, М.В.Фаттахова; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. – СПб: ГУАП, 2021. - 124 с.	5
https://znanium.com/read?id=36762	Теория игр и исследование операций: конспект лекций / Б.Ю.Лемешко. – Новосибирск: Изд-во НТГУ, 2013.-167 с.	
https://znanium.com/catalog/document?id=371866	Гармаш, А. Н. Математические методы в управлении: Учебное пособие / А.Н. Гармаш, И.В. Орлова. - М.: Вузовский учебник: НИЦ Инфра-М, 2018. - 272 с.	
https://e.lanbook.com/book/211085	Исследование операций: учебное пособие / БА.Горлач. – СПб.: Лань, 2021. – 448 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
https://lms.guap.ru/	Система дистанционного обучения ГУАП.
http://lib.guap.ru/	Электронные ресурсы ГУАП.
https://guap.ru/standart/doc	Нормативная документация для учебного процесса

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
	Microsoft Office

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

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

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

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	
2	Вычислительная лаборатория с компьютерами под управлением ОС Windows	

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

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

использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	– 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»	– 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.
«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.
«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.

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.	Предмет и задачи дисциплины «Исследование операций»	ПК-13.3.1
2.	Классификация задач и моделей исследования операций	ПК-13.3.1
3.	Постановка задачи исследования операций	ПК-13.3.1
4.	Прямая и обратная задача исследования операций: постановка в	ПК-13.3.1

	общем виде	
5.	Постановка задачи линейного программирования	ПК-13.У.1
6.	Основная задача линейного программирования. Приведение задачи линейного программирования к виду ОЗЛП	ПК-13.У.1
7.	Существование решения ОЗЛП. Геометрическая интерпретация	ПК-13.З.1
8.	Симплекс-метод решения задач линейного программирования	ПК-13.В.1
9.	Транспортная задача: постановка задачи, табличная модель	ПК-13.У.1
10.	Транспортная задача: алгоритмы построения опорного плана перевозок	ПК-13.В.1
11.	Транспортная задача: оптимизация опорного плана перевозок методом поиска циклов с отрицательной ценой	ПК-13.В.1
12.	Транспортная задача: оптимизация опорного плана перевозок методом потенциалов	ПК-13.В.1
13.	Разновидности транспортных задач и методы их решения	ПК-13.У.1
14.	Двойственная задача линейного программирования: постановка в общем виде, экономическая интерпретация	ПК-13.З.1
15.	Алгоритм построения двойственной задачи ЛП	ПК-13.У.1
16.	Классификация задач нелинейного программирования и методов их решения	ПК-13.З.1
17.	Динамическое программирование: общая постановка задачи, принцип решения	ПК-13.З.1
18.	Динамическое программирование: использование для решения задач целочисленного программирования	ПК-13.В.1
19.	Динамическое программирование: принцип решения задач распределения ресурсов	ПК-13.В.1
20.	Сетевое планирование (построение сетевого графика и анализ его параметров)	ПК-13.В.1
21.	Вероятностные сетевые модели. Методы анализа и определения их параметров	ПК-13.З.1
22.	Понятие игры и классификация игр	ПК-13.З.1
23.	Антагонистические матричные игры и их математическая модель.	ПК-13.У.1
24.	Оптимизация антагонистической матричной игры и анализ возможности ее решения в чистых стратегиях.	ПК-13.В.1
25.	Понятие о решении антагонистической матричной игры в смешанных стратегиях	ПК-13.З.1
26.	Аналитические и геометрические методы решения антагонистических игр размерностью 2×2 , $2 \times m$, $n \times 2$	ПК-13.В.1
27.	Аналитические методы решения антагонистических игр размерностью $n \times n$	ПК-13.З.1
28.	Методология решения антагонистических игр размерностью $m \times n$ (приведение к задаче линейного программирования)	ПК-13.В.1
29.	Методология решения антагонистических игр размерностью $m \times n$ (алгоритм итерационного метода Брауна-Робинсон)	ПК-13.В.1
30.	Биматричные игры: основные понятия	ПК-13.З.1
31.	Особенности алгоритмов оптимизации в биматричных играх	ПК-13.В.1
32.	Позиционные игры: основные понятия.	ПК-13.З.1
33.	Принятие решений в условиях неопределенности. Формализация и оптимизация матричной игры.	ПК-13.У.1
34.	Основные критерии принятия решения в условиях неопределенности.	ПК-13.В.1

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.	Прочитайте текст и выберите один правильный ответ. Необходимо найти такое решение задачи исследования операций, которое по возможности обеспечивает максимальное значение показателя эффективности W при заданном комплексе условий-ограничений. Укажите, к какому типу относится данная задача: 1 – прямая задача исследования операций 2 – задача исследования операций в условиях неопределенности 3 – обратная задача исследования операций 4 – стохастическую задачу исследования операций	ПК-13.3.1																				
2.	Прочитайте текст и выберите правильные ответы. Определите среди предложенных алгоритмы построения опорного плана транспортной задачи: 1 – метод Крамера 2 – метод северо-западного угла 3 – метод Брауна-Робинсон 4 – метод Фогеля 5 – метод минимального элемента	ПК-13.3.1																				
3.	Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце. Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами. В задаче линейного программирования заданы количество неизвестных и ограничений-неравенств. Соотнесите размерность задачи и количество свободных и базисных переменных в ее решении. <table><tr><th colspan="2">Размерность задачи</th><th colspan="2">Состав переменных</th></tr><tr><td>1</td><td>ограничений 3 неизвестных 6</td><td>А</td><td>свободных 5 базисных 4</td></tr><tr><td>2</td><td>ограничений 4 неизвестных 5</td><td>Б</td><td>свободных 6 базисных 3</td></tr><tr><td>3</td><td>ограничений 5 неизвестных 4</td><td>В</td><td>свободных 3 базисных 6</td></tr><tr><td>4</td><td>ограничений 6 неизвестных 3</td><td>Г</td><td>свободных 4 базисных 5</td></tr></table>	Размерность задачи		Состав переменных		1	ограничений 3 неизвестных 6	А	свободных 5 базисных 4	2	ограничений 4 неизвестных 5	Б	свободных 6 базисных 3	3	ограничений 5 неизвестных 4	В	свободных 3 базисных 6	4	ограничений 6 неизвестных 3	Г	свободных 4 базисных 5	ПК-13.В.1
Размерность задачи		Состав переменных																				
1	ограничений 3 неизвестных 6	А	свободных 5 базисных 4																			
2	ограничений 4 неизвестных 5	Б	свободных 6 базисных 3																			
3	ограничений 5 неизвестных 4	В	свободных 3 базисных 6																			
4	ограничений 6 неизвестных 3	Г	свободных 4 базисных 5																			
4.	Прочитайте текст и установите последовательность.	ПК-13.У.1																				

	Запишите соответствующую последовательность букв слева направо. Геометрический метод решения задачи линейного программирования (при двух свободных переменных) предусматривает последовательное выполнение ряда этапов. Расположите этапы в порядке их выполнения А – построение прямой, соответствующей функции цели Б – определение области допустимых решений (ОДР) В – определение вершины ОДР, соответствующей оптимальному значению целевой функции Г – определение направления возрастания значения целевой функции Д – построение прямых, соответствующих ограничениям	
5.	Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. На очередном этапе применения симплекс-метода целевая функция принимает вид $L=2x_1+3x_2-x_3\rightarrow\min$ Является ли найденное на данном этапе решение оптимальным? Обоснуйте ответ	ПК-13.В.1

Ключи правильных ответов на тесты размещены в Приложении 1 к РПД и находятся у специалистов по УМР кафедры 41, заместителя заведующего кафедрой и руководителя образовательной программы.

Система оценивания тестовых заданий показана в таблице 18.1

Таблица 18.1 – Система оценивания тестовых заданий

№	Указания по оцениванию	Результат оценивания (баллы, полученные за выполнение \ характеристика правильности ответа)
1	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 (либо указывается «верно» \ «неверно»)
2	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 (либо указывается «верно» \ «неверно»)
3	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 (либо указывается «верно» \ «неверно»)
4	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 (либо указывается «верно» \ «неверно»)

5	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 (либо указывается «верно»)\ «неверно»)
---	---	--

Инструкция по выполнению тестового задания находится в таблице 18.2.

Таблица 18.2 - Инструкция по выполнению тестового задания

№	Тип задания	Инструкция
1	Задание закрытого типа на установление соответствия	Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце
2	Задание закрытого типа на установление последовательности	Прочитайте текст и установите последовательность Запишите соответствующую последовательность букв слева направо
3	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора	Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
4	Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора	Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
5	Задание открытого типа с развернутым ответом	Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

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

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Пример индивидуального задания для выполнения контрольной работы по курсу «Исследование операций». Вариант 1 Раздел 2 Линейное программирование 2.1 Решите задачу линейного программирования графическим методом и симплекс-методом $\begin{cases} x_1 + 2x_2 \leq 11 \\ 2x_1 - x_2 \geq 5 \\ x_1 + 3x_2 \geq 14 \end{cases}$ $3x_1 + 2x_2 \rightarrow \max$ 2.2 Составьте опорный план транспортной задачи методом двойного предпочтения и оцените его стоимость.

	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	a _i
A ₁	5	5	3	4	40
A ₂	6	7	6	5	50
A ₃	4	3	4	5	35
A ₄	3	5	7	6	70
b _j	48	65	32	50	195

2.3 Составьте опорный план транспортной задачи из задачи 2.2 методом северо-западного угла, а затем оптимизируйте план распределительным методом (поиск циклов с отрицательной ценой)

Проверьте правильность решения задач данного раздела в MS Excel.

Раздел 3 Динамическое программирование

3.1 Решите задачу эвакуации при ограничении на грузоподъемность $G=11$

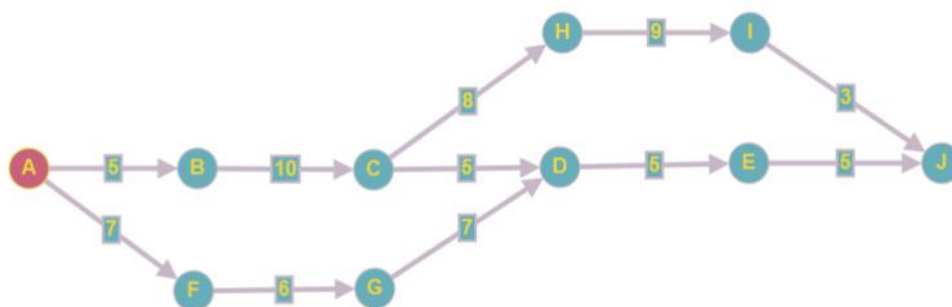
	П1	П2	П3	П4
g (вес)	2	4	6	7
C (цена)	3	4	5	6
x				

3.2 Решите задачу о распределении ресурсов

x	φ1	φ2	φ3	φ4	φ5
1	0,3	1	1,3	0,9	1,0
2	0,4	1,1	1,4	0,9	1,3
3	0,6	1,2	1,6	1,0	1,5
4	0,5	1,2	1,6	1,1	1,7
5	0,7	1,4	1,5	1,1	1,9
6	0,8	1,5	1,8	1,4	2,1
7	0,9	1,7	1,7	1,4	2,3

Раздел 4 Сетевые модели

По приведенному графу постройте сетевой график. Найдите критический путь; определите моменты ранних и поздних начал и окончаний работ, резервы времени для работ, не лежащих на критическом пути.



Раздел 5 Теория игр

5.1 Антагонистические матричные игры

5.1.1 Определите нижнюю и верхнюю цены, проверьте, имеет ли игра решение в чистых стратегиях.

5.1.2. Найдите решение матричной игры 2×2 в смешанных стратегиях аналитически и с использованием понятия равновесия по Нэшу

$$\begin{bmatrix} 4 & 0 \\ 3 & 8 \end{bmatrix}$$

5.1.3 Проведите сокращение размерности игры до формата $m \times 2$ или $2 \times n$ и найдите ее решение в смешанных стратегиях графическим методом. Представьте оптимизированную игру в виде задачи линейного программирования и проверьте правильность решения средствами MS Excel.

$$\begin{bmatrix} 2 & 2,4 & 1,8 & 3 & 3,4 \\ 3,2 & 2,6 & 2,8 & 2 & 1,8 \\ 1,2 & 2,2 & 1,6 & 1 & 3,2 \end{bmatrix}$$

5.1.4 Решите матричную игру методом Брауна-Робинсон и методом Крамера.

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 1 & -1 & 2 \\ 0 & 2 & -4 \end{bmatrix}$$

5.2 Биматричные игры.

Решите графическим методом биматричную игру:

$$A = \begin{pmatrix} 6 & 2 \\ 2 & 4 \end{pmatrix} \quad B = \begin{pmatrix} 2 & 6 \\ 8 & 2 \end{pmatrix}$$

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:

- Изложение материала по рассматриваемой теме;
- Демонстрация примеров решения конкретных задач;
- Ответы на возникающие вопросы по теме лекции.

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

Практические занятия проводятся после чтения лекций, дающих теоретические основы для их выполнения. Допускается выполнение практических занятий до прочтения лекций с целью облегчения изучения теоретического материала при наличии описаний работ, включающих необходимые сведения или ссылки на конкретные учебные издания, содержащие эти сведения.

Практическое занятие состоит из следующих элементов: вводная часть, основная и заключительная. Вводная часть обеспечивает подготовку студентов к выполнению задания на занятии. В нее входят: формулировка темы, цели и задач занятия, обоснование его значимости в профессиональной подготовке студентов; изложение теоретических основ работы; характеристика состава и особенностей заданий работы и объяснение методов (способов, приемов) их выполнения; характеристика требований к результату работы; проверка готовности студентов выполнять задания.

Для некоторых практических занятий предполагается самостоятельное выполнение студентами индивидуальных заданий (как правило, включающих в себя аналитическое решение и компьютерное моделирование) и подготовку отчетов. Выполнение заданий может сопровождаться разъяснениями по ходу работы, устранением трудностей при

выполнении работы, текущим контролем и оценкой результатов отдельных студентов, ответами на вопросы студентов. Возможно пробное выполнение задания(ий) под руководством преподавателя. Заключительная часть содержит: подведение общих итогов занятия; оценку результатов работы отдельных студентов; ответы на вопросы студентов; выдачу рекомендаций по устранению пробелов в системе знаний и умений студентов, по улучшению результатов работы; изложение сведений о подготовке к выполнению следующей работы.

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.

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.

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

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся, являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ, представленные в системе LMS.

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.

Используемые методы текущего контроля:

- устный опрос на занятиях;
- контроль выполнения практических заданий;

По результатам выполнения индивидуальных практических заданий обучающиеся оформляют отчеты, выкладываемые для проверки в личном кабинете. Корректность решения и результатов моделирования, полнота и своевременность представления отчетов учитываются при проведении промежуточной аттестации.

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 – 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».

К промежуточной аттестации допускаются учащиеся, выполнившие, защитившие и выложившие в личном кабинете не менее 75% отчетов по практическим работам. Система оценок при проведении промежуточной аттестации находится в соответствии с требованиями Положения «Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП, осваивающих образовательные программы высшего образования».

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