

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

Кафедра № 41

УТВЕРЖДАЮ


Руководитель направления

проф., д. пед. н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

А.Г. Степанов

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«14» июня 2023г

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

Санкт-Петербург– 2023

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

стар.преподаватель

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

Н.Н.Григорьева

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 41

«14» июня 2023 г, протокол № 11-2022/23

Заведующий кафедрой № 41

д.т.н.,проф.

(уч. степень, звание)



(подпись, дата)

Г.А. Коржавин

(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 09.03.03(01)

доц.,к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

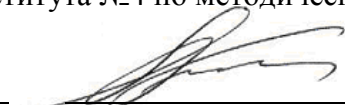
Е.Л. Турнецкая

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №4 по методической работе

доц.,к.т.н.,доц.

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

А.А. Ключарев

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

1.2. 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:

- Основы проектной деятельности
- Теория вероятностей
- Теория систем и системный анализ
- Прикладные методы оптимизации
- Техничко-экономическое обоснование проектных решений
- 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, ЗЕ/ (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. Основные 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. 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.

	<p>Основная задача линейного программирования (ОЗЛП). Симплекс-метод решения основной задачи линейного программирования.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>
3	<p>3.1 Постановка задачи динамического программирования Сущность задач динамического программирования и примеры. Математическая модель задачи динамического программирования. Принцип решения задач динамического программирования.</p> <p>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.</p>
4	<p>4.1 Оптимизационные задачи, решаемые на графах. Использование сетевых моделей для анализа организационно-экономических проблем.</p> <p>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.</p>
5	<p>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 $n \times n$.</p> <p>5.2 Биматричные игры (БМИ). Основная теорема биматричных игр. Особенности отношений доминирования в БМИ Методы решения БМИ.</p> <p>5.3 Позиционные игры. Нормализация позиционных игр. Особенности игр с неполной и с полной информацией.</p> <p>5.4 Принятие решений в условиях неопределенности. Игры с природой. Оптимизация матричной игры. Основные критерии принятия решения в условиях неопределенности.</p>

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	
519.6/.8 – Е 83	Методы исследования операций : учебное пособие / Б. А. Есипов. - СПб. : Лань, 2013. - 304 с.	10
519.6/.8 С 59	Прикладные модели оптимизации : учебное пособие / Б. В. Соколов, М. В. Фаттахова ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Санкт-Петербург : ГУАП, 2021. - 124 с.	5
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://znanium.com/catalog/document?id=144972	Колемаев, В. А. Математические методы и модели исследования операций [Электронный ресурс]/ В. А. Колемаев; под ред. В. А. Колемаева. - М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2012. - 593 с	
004.423.42 – Т24	Таха Х. Введение в исследование операций (Operations research: an introduction). - М. и др.: Вильямс, 2006. - 901 с	10
519.6/.8 Г 68	Исследование операций и методы оптимизации : учебник / В. А. Горелик. - М. : Академия, 2013. - 272 с.	5
004.4'416 – В29	Вентцель Е.С. Исследование операций: задачи, принципы, методология: Учебное пособие. - М.: Высш. шк., 2001. - 208 с.	11
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=37186	Гармаш, А. Н. Математические методы в управлении: Учебное пособие / А.Н. Гармаш,	

6	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
http://window.edu.ru/resource/587/50587	Лутманов С.В. Линейные задачи оптимизации: Учебное пособие. Ч.1. Линейное программирование. - Пермь: Перм. гос. ун-т, 2004. - 128 с.
http://window.edu.ru/resource/588/50588	Лутманов С.В. Линейные задачи оптимизации: Учебное пособие. Ч.2. Оптимальное управление линейными динамическими объектами. - Пермь: Перм. гос. ун-т, 2005. - 195 с.
http://window.edu.ru/catalog/pdf2txt/017/80017/60424	Романовская, А. М. Динамическое программирование: Учебное пособие / А.М. Романовская, М.В. Мендзив - Омск: Издатель Омский институт (филиал) РГТЭУ, 2010. - 58 с.

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

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

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.
Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. Зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
1.	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 общем виде	ПК-13.3.1
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-13.3.1
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-13.3.1
15.	Алгоритм построения двойственной задачи ЛП	ПК-13.У.1
16.	Классификация задач нелинейного программирования и методов их решения	ПК-13.3.1
17.	Целочисленное программирование: метод Гомори	ПК-13.В.1
18.	Целочисленное программирование: метод ветвей и границ	ПК-13.В.1
19.	Динамическое программирование: общая постановка задачи, принцип решения	ПК-13.3.1
20.	Динамическое программирование: использование для решения задач целочисленного программирования	ПК-13.В.1
21.	Динамическое программирование: принцип решения задач распределения ресурсов	ПК-13.В.1
22.	Сетевое планирование (построение сетевого графика и анализ его параметров)	ПК-13.В.1
23.	Вероятностные сетевые модели. Методы анализа и определения их параметров	ПК-13.У.1
24.	Понятие игры и классификация игр	ПК-13.3.1
25.	Антагонистические матричные игры и их математическая модель.	ПК-13.У.1
26.	Оптимизация и аналитическое решение антагонистической матричной игры в чистых и смешанных стратегиях.	ПК-13.В.1

27.	Аналитические и геометрические методы решения антагонистических игр размерностью 2×2 , $2 \times m$, $n \times 2$	ПК-13.В.1
28.	Аналитические методы решения антагонистических игр размерностью $n \times n$	ПК-13.В.1
29.	Методы решения антагонистических игр размерностью $m \times n$	ПК-13.В.1
30.	Биматричные игры: основные понятия	ПК-13.3.1
31.	Особенности анализа отношений доминирования в биматричных играх	ПК-13.У.1
32.	Основные методы решения биматричных игр	ПК-13.В.1
33.	Позиционные игры: основные понятия.	ПК-13.3.1
34.	Нормализация позиционных игр; особенности нормализации игр с неполной информацией	ПК-13.В.1
35.	Принятие решений в условиях неопределенности. Формализация и оптимизация матричной игры.	ПК-13.У.1
36.	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

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

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ												
	<p>Пример индивидуального задания для выполнения контрольной работы по курсу «Исследование операций». Вариант 1</p> <p>Раздел 2 Линейное программирование</p> <p>2.1 Решите задачу линейного программирования графическим методом и симплекс-методом</p> $\begin{cases} x_1 + 2x_2 \leq 11 \\ 2x_1 - x_2 \geq 5 \\ x_1 + 3x_2 \geq 14 \end{cases}$ <p>$3x_1 + 2x_2 \rightarrow \max$</p> <p>2.2 Составьте опорный план транспортной задачи методом двойного предпочтения и оцените его стоимость.</p> <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th></th> <th>B_1</th> <th>B_2</th> <th>B_3</th> <th>B_4</th> <th>a_i</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>A_1</th> <td>5</td> <td>5</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>40</td> </tr> </tbody> </table>		B_1	B_2	B_3	B_4	a_i	A_1	5	5	3	4	40
	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 $G=11$

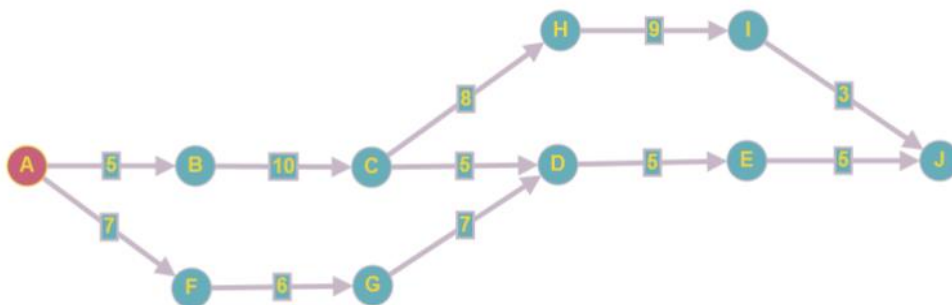
	П1	П2	П3	П4
g (вес)	2	4	6	7
C (цена)	3	4	5	6
x				

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.

Основная часть предполагает самостоятельное выполнение студентами индивидуальных заданий и подготовку отчетов. Она 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 заданий 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.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа включает 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, 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:

- проверка контрольных работ;
- контроль выполнения практических заданий.

По результатам выполнения контрольных работ обучающиеся готовят отчеты, выкладываемые для проверки в личном кабинете до начала экзаменационной сессии. Корректность решения, полнота и своевременность представления отчетов учитываются при проведении промежуточной аттестации.

Результаты выполнения практических заданий и результаты моделирования обсуждаются в ходе занятий и учитываются при проведении промежуточной аттестации.

По результатам проверки контрольных и практических работ принимается решение о допуске к 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».

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