

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

Кафедра № 33

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

зав.кафедрой, д.т.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)

С.В. Беззатеев

(инициалы, фамилия)

(подпись)

«20» февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Исследование операций и теории игр»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	10.05.03
Наименование направления подготовки/ специальности	Информационная безопасность автоматизированных систем
Наименование направленности/ специализации	Безопасность открытых информационных систем
Форма обучения	очная
Год приема	2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

ст. преподаватель
(должность, уч. степень, звание)

20.02.26

(подпись, дата)

А.В. Афанасьева
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 33

«20» февраля 2026 г, протокол № 7

Заведующий кафедрой № 33

д.т.н., проф.
(уч. степень, звание)

20.02.26

(подпись, дата)

С.В. Беззатеев
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

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

20.02.26

(подпись, дата)

Н.В. Решетникова
(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Исследование операций и теории игр» входит в образовательную программу высшего образования – программу специалитета по направлению подготовки/специальности 10.05.03 «Информационная безопасность автоматизированных систем» направленности/специализации «Безопасность открытых информационных систем». Дисциплина реализуется кафедрой «№33».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-5 «Способен осуществлять работы по проектированию и разработке автоматизированных систем в защищенном исполнении»

ПК-8 «Способен осуществлять эксплуатацию автоматизированных систем в защищенном исполнении»

ПК-13 «Способен проводить исследования в области оценки эффективности технологий автоматизации открытых информационных систем»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с методологией теории игр и исследования операций; операционным исследованием; классификацией задач исследования операций; выбором методов решения задач теории игр и исследования операций; использованием компьютерных технологий при реализации методов теории игр и исследования операций.

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 дифференцированного зачета (8 семестр).

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

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью курса «Исследование операций и теории игр» является усвоение студентами основных принципов и методов теории игр и исследования операций, приобретение навыков практического применения методов и алгоритмов теории игр и исследования операций. Курс призван научить студентов использовать методологию теории игр и исследования операций; выполнять этапы операционного исследования; классифицировать задачи исследования операций; выбирать методы решения задач теории игр и исследования операций; использовать компьютерные технологии при реализации методов теории игр и исследования операций.

Задачи учебной дисциплины состоят в том, чтобы:

- обучить студентов понятиям и методам теории игр и исследования операций;
- научить студентов решать задачи, являющиеся базовыми при построении моделей и методов решения многих практических задач;
- подготовить студентов к алгоритмическому мышлению и к реализации методов исследования операций на компьютере;
- выработать навыки самостоятельной работы студента (поиск и изучение дополнительной литературы, необходимой для решения возникающих проблем; математическая формулировка проблемы и ее решение с применением доступных для студента математических и компьютерных средств);
- подготовить к самостоятельному анализу полученных результатов и умению формулировать выводы, интерпретировать результаты.

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-5 Способен осуществлять работы по проектированию и разработке автоматизированных систем в защищенном исполнении	ПК-5.У.2 уметь выбирать эффективную технологию реализации защищенной автоматизированной системы на базе моделирования
Профессиональные компетенции	ПК-8 Способен осуществлять эксплуатацию автоматизированных систем в защищенном исполнении	ПК-8.3.1 знать методологические основы, методы и средства построения автоматизированных систем и систем искусственного интеллекта
Профессиональные	ПК-13 Способен	ПК-13.3.2 знать методы построения и

компетенции	проводить исследования в области оценки эффективности технологий автоматизации открытых информационных систем	исследования математических моделей в области автоматизации информационно-аналитической деятельности ПК-13.У.1 уметь решать задачи исследования информационно-аналитических систем методами моделирования
-------------	---	--

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Алгебра и геометрия»;
- «Математическая логика и теория алгоритмов»;
- «Математический анализ»;
- «Дискретная математика»;
- «Теория вероятностей и математическая статистика»;
- «Вычислительная математика».

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

- «Научно-исследовательская работа»,
- «Производственная преддипломная практика».

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
		№8
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	3/ 108	3/ 108
Из них часов практической подготовки	34	34
Аудиторные занятия, всего час.	68	68
в том числе:		
лекции (Л), (час)	34	34
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	34	34
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
Самостоятельная работа, всего (час)	40	40
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Дифф. зач.,	Дифф. зач.,

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)
Семестр 8					
Раздел 1. Классическое исследование операций Тема 1.1. Линейное программирование Тема 1.2 Двойственность в ЛП Тема 1.3 Транспортная задача Тема 1.4 Целочисленное программирование Тема 1.5 Динамическое программирование Тема 1.6 Имитационное моделирование (метод Монте-Карло)	18	18			20
Раздел 2. Теория игр и принятие решений в условиях конфликта Тема 2.1. Статические игры с полной информацией Тема 2.2. Смешанные стратегии и равновесие Нэша Тема 2.3. Динамические игры Тема 2.4. Игры с неполной информацией Тема 2.5. Игры с природой и принятие решений Тема 2.6. Кооперативные игры	16	16			20
Итого в семестре:	34	34			40
Итого	34	34	0	0	40

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	Раздел 1. Классическое исследование операций Предмет и методы исследования операций. Определение исследования операций как науки о принятии оптимальных решений. Основные этапы исследования операций: постановка задачи, построение модели, решение, проверка адекватности. Классификация задач: оптимизационные, игровые, имитационные. Краткая история развития: от военных задач 1940-х годов до современных приложений в экономике, логистике и машинном обучении Тема 1.1. Линейное программирование Постановка задачи и этапы решения. Формы записи задачи ЛП: общая, стандартная, каноническая. Геометрическая интерпретация: выпуклые многогранники, допустимая область, градиент целевой функции. Графический метод решения задач $2 \times n$.

	Идея симплекс-метода: переход от одной вершины многогранника к соседней с улучшением целевой функции. Алгоритм симплекс-преобразований (симплекс-таблицы). Особые случаи: вырожденность, альтернативные оптимумы, неограниченность решения. Тема 1.2 Двойственность в ЛП Построение двойственной задачи. Экономический смысл двойственных оценок (теневые цены ресурсов). Теоремы двойственности: слабая и сильная. Анализ чувствительности: как изменяется оптимальный план при вариации ресурсов или цен Тема 1.3 Транспортная задача Экономическая постановка задачи. Математическая модель. Условие разрешимости. Построение опорного плана: метод северо-западного угла, метод минимального элемента, метод Фогеля. Решение транспортной задачи методом потенциалов. Открытые транспортные задачи и частные случаи. Усложненные разновидности транспортных задач. Тема 1.4 Целочисленное программирование Постановка задач с целочисленными переменными. Методы решения: метод ветвей и границ, метод отсечений (Гомори). Логические ограничения и кусочно-линейная аппроксимация. Задача о рюкзаке, задача о размещении центров обслуживания. Тема 1.5 Динамическое программирование Принцип оптимальности Беллмана. Идея динамического программирования: декомпозиция многошаговой задачи на подзадачи. Задача распределения ресурсов между предприятиями во времени. Тема 1.6 Имитационное моделирование (метод Монте-Карло)
2	Раздел 2. Теория игр и принятие решений в условиях конфликта Тема 2.1. Статические игры с полной информацией Базовые понятия теории игр: игроки, стратегии, платежи. Классификация игр. Матричные игры: нижняя и верхняя цена, седловая точка, решение в чистых стратегиях. Доминирование стратегий и упрощение платежных матриц. Тема 2.2. Смешанные стратегии и равновесие Нэша Понятие смешанной стратегии. Теорема фон Неймана о минимаксе. Решение игр 2×2 аналитическим и геометрическим методами. Решение игр $m \times n$ сведением к задаче линейного программирования. Тема 2.3. Динамические игры Отличие динамических игр от статических Примеры: переговоры, шахматы, дуополия Штакельберга, торг . Развернутая (экстенсивная) форма игры. Информационные множества. Связь между развернутой и нормальной формами. Решение динамических игр. Принцип обратной индукции.

	Алгоритм Цермело. Совершенное по подыграм равновесие (SPNE). Классические примеры применения обратной индукции. Экономические приложения динамических игр: Модель дуополии Штакельберга, Модель последовательного торга Рубинштейна. Тема 2.4. Игры с неполной информацией Статические игры с неполной информацией как частный случай динамических. Байесовские игры. Динамические игры с неполной информацией. Секвенциальное равновесие: уточнение (рафинирование) равновесия Нэша для динамических игр с неполной информацией, интуитивный критерий Хо—Крепса – метод отбора «разумных» равновесий. Тема 2.5. Игры с природой и принятие решений Игры с природой: критерии Вальда (максимин), Сэвиджа (минимаксного риска), Гурвица (пессимизма-оптимизма), Лапласа. Тема 2.6. Кооперативные игры Коалиции, характеристическая функция, дележи. Вектор Шепли и С-ядро.
--	--

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 8					
1	«Решение задачи линейного программирования симплекс-методом»	Решение задач	6	6	1
2	«Решение транспортной задачи»	Решение задач	4	4	1
3	«Задача динамического программирования»	Решение задач	6	6	1
4	«Имитационное моделирование (Метод Монте-Карло)»	Решение задач	2	2	1
5	«Решение матричных игр в чистых и смешанных стратегиях»	Решение задач	6	6	2
6	«Анализ	Решение задач	6	6	2

	неантагонистических игр и кооперативных моделей»				
7	«Инвестиции с риском» (Игра с природой и динамикой)»	Экономическая игра	4	4	2
Всего			34		

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. 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 8, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	20	20
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)		
Домашнее задание (ДЗ)	12	12
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	8	8
Всего:	40	40

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. разделов 6-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
519.6/8 О90	Оуэн, Г. Теория игр = Game theory : [учебное пособие] / Г. Оуэн; Ред.: А. А. Корбут; Пер.: И. Н. Врублевская и др. - М. : Мир, 1971. - 230 с. : ил., граф. - Библиогр. : с. 220 - 225.	4
519.6/8 Д26	Дегтярев, Ю. И. Исследование операций : учебник / Ю. И. Дегтярев. - учеб. изд. - М. : Высш. шк., 1986. - 320 с. : ил., граф., табл. - Библиогр. : с. 315 - 316 (36 назв.).	7
519.6/.8 Н46	Нейман, Д. Теория игр и экономическое поведение : монография / Д. Нейман, О. Моргенштерн. - Москва : Наука : Физматлит, 1970. - 707 с. : ил., табл. - (Теория игр). - Библиогр.: с. 695 - 702.	2
519.6/8 315	Задачи по исследованию операций / Ю. Б. Гермейер; В. В. Морозов, А. Г. Сухарев, В. В. Федоров. - М. : Изд-во МГУ, 1979. - 168 с. : ил. - Библиогр.: с. 166-167.	1
519.6/8 Д13	Давыдов, Э. Г. Исследование операций : учебное пособие / Э. Г. Давыдов. - М. : Высш. шк., 1990. - 383 с. - Библиогр.: с. 380-381.	3
	Модели и методы системного анализа в исследовании операций : учебник / И.Н. Булгакова, Ю.В. Вертакова, О.А. Медведева [и др.]. — Москва : ИНФРА-М, 2025. — 347 с. — (Высшее образование). — DOI 10.12737/2049708. - ISBN 978-5-16-018709-9.	
https://urait.ru/bcode/515369	Северцев, Н. А. Исследование операций: принципы принятия решений и обеспечение безопасности : учебное пособие для вузов / Н. А. Северцев, А. Н. Катулев ; под редакцией П. С. Краснощекова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 319 с. — (Высшее образование). — ISBN	

	978-5-534-07581-6.	
https://urait.ru/bcode/511218	Челноков, А. Ю. Теория игр : учебник и практикум для вузов / А. Ю. Челноков. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 223 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00233-1.	

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://pro.guap.ru/	Материалы для выполнения практических работ, индивидуальные варианты для их выполнения, а также электронный лекционный материал по дисциплине размещаются внутри ЭИОС ГУАП «Интегрированная среда обучения» в течение учебного семестра

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
1	Электронная информационно-образовательная среда ГУАП «Интегрированная среда обучения» (https://pro.guap.ru/) разработана сотрудниками ГУАП (введена в эксплуатацию приказом ГУАП от 06.06.2017 № 05-215/17), перечень модулей и их функциональное назначение изложены по ссылке https://guap.ru/it/system/iso
2	Официальный сайт образовательной организации в сети «Интернет» (https://guap.ru/), разработан сотрудниками ГУАП (введен в эксплуатацию Приказом ГУАП от 23.03.2023 № 05-145/23)
3	LibreOffice 5 (Лицензия LGPLv3)

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	ЭБС Znanium (https://znanium.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
2	ЭБС «Лань» (https://e.lanbook.com/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
3	Электронный каталог библиотеки ГУАП с доступом к базе полнотекстовых

	изданий (https://lib.guap.ru), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП
--	---

9. Материально-техническая база

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

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	
2	Мультимедийная лекционная аудитория	

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
Дифференцированный зачет	Список вопросов; Тесты; Задачи.

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

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«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**.

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«удовлетворительно» «зачтено»	– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 51% до 69% тестовых заданий^{**}.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	– обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений. – правильно выполнил менее 51% тестовых заданий^{**}.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

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

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

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

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Выбор модели. По описанию реальной экономической (или иной) ситуации определите, к какому классу игр она относится (антагонистическая, бескоалиционная, кооперативная, игра с природой). Аргументируйте свой выбор. Выбор критерия для игр с природой. Дана матрица полезностей. В зависимости от типа лица, принимающего решение (пессимист, оптимист, рационалист), выберите и примените критерии Вальда, Гурвица, Сэвиджа или Лапласа. Обоснуйте, почему именно этот критерий подходит для данной ситуации. Решение матричной игры. По заданной платежной матрице определите, имеет ли игра решение в чистых стратегиях (наличие седловой точки). Если нет — примените метод смешанных стратегий (графический или сведение к задаче ЛП) и найдите оптимальные стратегии игроков и цену игры. Упрощение игры. Используя принцип доминирования, упростите платежную матрицу, исключив заведомо невыгодные стратегии для игроков. Применение концепции равновесия Нэша. Для	ПК-5.У.2

	биматричной игры (или игры с n участниками) найдите ситуации равновесия по Нэшу в чистых стратегиях. Оцените устойчивость этого равновесия и его отличие от Парето-оптимального исхода. Работа с кооперативной игрой. По характеристической функции кооперативной игры определите, является ли она существенной. Рассчитайте вектор Шепли или проверьте, пусто ли S-ядро. Интерпретируйте полученный результат как справедливый дележ выигрыша. Анализ динамической игры. Примените принцип обратной индукции для нахождения совершенного по подыграм равновесия в игре с последовательными ходами (например, в игре «Ультиматум» или модели дуополии Штакельберга). Объясните, почему это решение является динамически устойчивым. По текстовому описанию задачи (производственная, транспортная, о назначениях, распределении ресурсов) составьте математическую модель. Обоснуйте, какой метод решения вы выберете (симплекс-метод, метод потенциалов, метод динамического программирования) и почему. Решение задачи линейного программирования. Решите задачу ЛП симплекс-методом. Проведите анализ решения на чувствительность: как изменится оптимальный план при изменении запасов ресурсов (теневые цены ресурсов) или коэффициентов прибыли в целевой функции. Решение транспортной задачи. Постройте опорный план транспортной задачи методом «северо-западного угла» или методом минимального элемента. Найдите оптимальное решение методом потенциалов. Сформулируйте и решите задачу оптимального распределения ограниченного ресурса между несколькими проектами на нескольких временных этапах, используя принцип оптимальности Беллмана.	
	Определение игры, классификация игр (антагонистические, бескоалиционные, кооперативные, игры с природой, позиционные игры). Понятие стратегии (чистой, смешанной), платежной матрицы, функции выигрыша. Матричные игры и методы их решения. Принцип минимакса и максимина. Нижняя и верхняя цена игры. Седловая точка и решение игры в чистых стратегиях. Решение матричных игр в смешанных стратегиях. Теорема фон Неймана о минимаксе (основная теорема матричных игр) . Свойства доминирования. Упрощение платежных матриц. Графический метод решения игр вида $2 \times n$ и $m \times 2$. Сведение матричной игры к паре двойственных задач линейного программирования. Бескоалиционные игры. Постановка задачи. Равновесие по Нэшу в чистых и смешанных стратегиях. Теорема Нэша о существовании.	ПК-8.3.1

	Биматричные игры и методы их решения. Кооперативные игры. Основные понятия: коалиция, характеристическая функция, дележ. Критерии оптимальности дележа: С-ядро, вектор Шепли, решение по Нейману-Моргенштерну. Игры с природой (принятие решений в условиях неопределенности). Критерии выбора оптимальной стратегии: критерии Вальда (максиминный), Сэвиджа (минимаксного риска), Гурвица (пессимизма-оптимизма), Лапласа (недостаточного основания). Обоснование выбора критерия в зависимости от ситуации. Динамические и позиционные игры. Основные понятия. Принцип обратной индукции. Совершенное по подыграм равновесие. Игры с полной и неполной информацией. Линейное программирование (ЛП). Основы симплекс-метода. Постановка и решение задач ЛП. Анализ чувствительности решения (изменение коэффициентов целевой функции и ресурсных ограничений). Сетевые модели. Транспортная задача: постановка и методы решения (метод потенциалов). Задача о максимальном потоке и потоке минимальной стоимости. Алгоритмы их решения. Динамическое программирование. Принцип оптимальности Беллмана. Постановка и решение многошаговых задач оптимизации. Основы имитационного моделирования. Цели, задачи и область применения.	
	Сравнение имитационного и аналитического моделирования. Основные этапы имитационного исследования. Метод Монте-Карло. Статистическое моделирование случайных факторов. Алгоритмы генерации случайных чисел с заданным законом распределения. Применение метода для оценки характеристик сложных систем (например, систем массового обслуживания) . Планирование и анализ результатов имитационного эксперимента. Методы выборочного отбора при имитационном моделировании. Обработка и интерпретация результатов моделирования. Проверка адекватности модели.	ПК-13.3.2
	В зависимости от целей исследования (поиск аналитического решения или анализ сложной системы с неопределенностью) обоснуйте выбор между аналитическим моделированием, имитацией (метод Монте-Карло) или их сочетанием. Проектирование имитационной модели. По описанию	ПК-13.У.1

	системы (например, системы массового обслуживания — СМО) разработайте структуру имитационной модели. Опишите ее основные блоки, входные параметры и выходные показатели эффективности. Применение метода Монте-Карло. Спроектируйте и опишите алгоритм статистического моделирования для оценки надежности технической системы или средней прибыли проекта с учетом случайных факторов (цена, спрос). Обоснуйте выбор закона распределения для случайных величин.	
--	---	--

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
1	1. Тема: Основы теории игр Вопрос: Какое условие является необходимым и достаточным для существования решения матричной игры в чистых стратегиях? А) Выполнение неравенства $\alpha \leq \beta$ В) Наличие седловой точки ($\alpha = \beta$) С) Положительность всех элементов матрицы D) Квадратность платежной матрицы 2. Тема: Решение матричных игр Вопрос: Игра задана платежной матрицей 3×3. Для ее решения в смешанных стратегиях неприменим графический метод, так как: А) Игра не имеет седловой точки В) Один из игроков имеет более двух стратегий С) Матрица содержит отрицательные элементы D) Игра не является антагонистической 3. Тема: Критерии принятия решений (игры с природой) Вопрос: Какой критерий принятия решений в условиях неопределенности ориентирован на минимизацию максимально возможных потерь (рисков)? А) Критерий Вальда В) Критерий Гурвица С) Критерий Сэвиджа D) Критерий Лапласа 4. Тема: Динамические игры Вопрос: Метод, используемый для нахождения совершенного по подыграм равновесия в играх с совершенной информацией и	ПК-13.3.2

	конечным горизонтом, называется: А) Метод итерационного исключения В) Принцип обратной индукции С) Метод Байесовского обновления Д) Метод минимакса 5. Тема: Имитационное моделирование Вопрос: Основное преимущество имитационного моделирования (метода Монте-Карло) по сравнению с аналитическим моделированием заключается в: А) Высокой точности результатов В) Возможности анализа сложных систем, для которых нет аналитического решения С) Простоте построения модели Д) Отсутствии необходимости в программном обеспечении 6. Тема: Классификация игр Вопрос: Какие из перечисленных ниже игр являются антагонистическими? А) Игра, в которой сумма выигрышей всех игроков равна нулю В) Игра, в которой интересы игроков строго противоположны С) Игра, в которой игроки могут образовывать коалиции Д) Игра, заданная платежной матрицей 2×2 без седловой точки 7. Тема: Методы оптимизации Вопрос: Для решения какой задачи неприменим классический симплекс-метод (без модификаций)? А) Транспортная задача В) Задача целочисленного программирования С) Задача линейного программирования с ограничениями-неравенствами Д) Задача нелинейного программирования 8. Тема: Динамические игры Вопрос: Какие утверждения о модели Штакельберга являются верными? А) Это статическая модель с одновременными ходами В) Существует преимущество первого хода (лидера) С) Последователь выбирает объем выпуска, максимизируя свою прибыль при заданном выпуске лидера Д) Равновесие находится методом обратной индукции									
2	9. Тема: Критерии принятия решений и ситуации Установите соответствие между критерием выбора решения в игре с природой и типом ЛПР (лица, принимающего решения): <table><thead><tr><th>Критерий</th><th>Характеристика ЛПР</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Критерий Вальда</td><td>А. Оптимист, ориентирующийся на наилучший случай</td></tr><tr><td>2. Критерий Гурвица</td><td>В. Пессимист, рассчитывающий на наихудший сценарий</td></tr><tr><td>3. Критерий Сэвиджа</td><td>С. Рационалист, взвешивающий оптимистичные и пессимистичные</td></tr></tbody></table>	Критерий	Характеристика ЛПР	1. Критерий Вальда	А. Оптимист, ориентирующийся на наилучший случай	2. Критерий Гурвица	В. Пессимист, рассчитывающий на наихудший сценарий	3. Критерий Сэвиджа	С. Рационалист, взвешивающий оптимистичные и пессимистичные	ПК-13.У.1
Критерий	Характеристика ЛПР									
1. Критерий Вальда	А. Оптимист, ориентирующийся на наилучший случай									
2. Критерий Гурвица	В. Пессимист, рассчитывающий на наихудший сценарий									
3. Критерий Сэвиджа	С. Рационалист, взвешивающий оптимистичные и пессимистичные									

	оценки	
4. Критерий Лапласа	D. ЛПР, опасаящееся допустить ошибку с большими потерями E. ЛПР, предполагающее равновероятность состояний природы	
10. Тема: Методы решения задач оптимизации Установите соответствие между типом задачи и методом ее решения:		
Тип задачи	Метод решения	
1. Производственная задача на максимум прибыли	A. Метод потенциалов	
2. Транспортная задача	B. Симплекс-метод	
3. Задача распределения инвестиций по годам	C. Метод динамического программирования	
4. Задача о назначениях	D. Венгерский алгоритм E. Метод северо-западного угла (только для построения опорного плана)	
11. Тема: Матричные игры (смешанные стратегии) Условие: Дана платежная матрица игры: $A = \begin{pmatrix} 4 & 2 \\ 1 & 3 \end{pmatrix}$ Вопрос: Найдите смешанные стратегии игроков и цену игры.		
12. Тема: Динамические игры (обратная индукция) Условие: Фирма-лидер и фирма-последователь (модель Штакельберга). Функция спроса: $P = 100 - Q$, $MC = 20$. Вопрос: Рассчитайте выпуск лидера q_1 , последователя q_2 и цену равновесия.		
Эталонный ответ (краткий): Прибыль последователя: $\pi_2 = (100 - q_1 - q_2 - 20)q_2 \rightarrow$ максимум по q_2 : $q_2 = (80 - q_1)/2$. Прибыль лидера: $\pi_1 = (100 - q_1 - q_2 - 20)q_1 = (80 - q_1 - (80 - q_1)/2)q_1 = (40 - q_1/2)q_1 \rightarrow$ максимум: $q_1 = 40$. $q_2 = (80 - 40)/2 = 20$. $P = 100 - 40 - 20 = 40$.		
Кейс-задание (комплексный анализ ситуации)		
13. Тема: Сквозной анализ задачи с выбором метода Условие: Руководство предприятия рассматривает возможность вывода на рынок нового продукта. Известно: Затраты на разработку и вывод продукта составляют 5 млн руб. Спрос может быть высоким (вероятность 0.6) или низким (вероятность 0.4). При высоком спросе прибыль (без учета затрат на разработку) = 12 млн руб., при низком = 2 млн руб. Можно заказать маркетинговое исследование (стоимость 0.5 млн руб.), которое с вероятностью 0.8 предскажет высокий спрос, если он действительно высок, и с вероятностью 0.9 предскажет низкий спрос, если он низок.		

	Задания (ответ должен содержать полное решение): Постройте дерево решений для данной задачи. Рассчитайте ожидаемую денежную оценку (EMV) для варианта «без исследования» и «с исследованием». Примите решение: стоит ли заказывать маркетинговое исследование? Как изменится решение, если применить критерий Гурвица с коэффициентом пессимизма $\alpha = 0.4$ (без вероятностей)? Сравните результаты. Краткий эталонный ответ: Дерево: корень — выбор (исследование/нет), узлы Природы (спрос), второй ход (в зависимости от результата исследования). EMV (без исследования) $= 0.6 \times 12 + 0.4 \times 2 - 5 = 7.2 + 0.8 - 5 = 3.0$ млн руб. С исследованием (по формуле Байеса) $\rightarrow EMV \approx 3.3$ млн руб. $\rightarrow$ исследование выгодно. По Гурвицу ($\alpha=0.4$): без исследования $\rightarrow 0.4 \times (-5) + 0.6 \times 12 = 5.2$ млн руб. (оптимистичная оценка). Приоритет может измениться в пользу выхода без исследования.	
--	--	--

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:

- Раздел 1. Классическое исследование операций
- Тема 1.1. Линейное программирование
- Тема 1.2 Двойственность в ЛПП
- Тема 1.3 Транспортная задача
- Тема 1.4 Целочисленное программирование
- Тема 1.5 Динамическое программирование
- Тема 1.6 Имитационное моделирование (метод Монте-Карло)
- Раздел 2. Теория игр и принятие решений в условиях конфликта
- Тема 2.1. Статические игры с полной информацией
- Тема 2.2. Смешанные стратегии и равновесие Нэша
- Тема 2.3. Динамические игры
- Тема 2.4. Игры с неполной информацией
- Тема 2.5. Игры с природой и принятие решений
- Тема 2.6. Кооперативные игры

11.2. 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 обучающимися 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

Вариант задания по каждой задаче при выполнении практических и контрольных заданий обучающийся получает в соответствии с номером в списке группы. Перед решением задачи обучающемуся следует внимательно ознакомиться с условием задачи, с рассмотренными примерами, а также воспользоваться самостоятельно изученными

материалами. В соответствии с заданием обучающийся должен привести решение с необходимыми вычислениями и пояснениями, получить требуемые результаты, оформить задание для сдачи преподавателю, ответить устно на все вопросы по ходу решения задания.

11.3. 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 ему 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;

11.4. 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.

Проводится в виде выполнения и защиты индивидуальных домашних заданий по теме с выставлением оценок «зачтено»/ «незачтено».

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Зачет проводится по билетам, составленным из двух вопросов и одной задачи, с учетом результатов текущего контроля успеваемости.

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