

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования

«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»

---


Кафедра №34

«УТВЕРЖДАЮ»

Руководитель направления

проф., д.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

 С.В. Беззатеев

(подпись)

«24» мая 2020 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Исследование операций и теории игр»

(Название дисциплины)

Код направления	10.05.03
Наименование направления/ специальности	Информационная безопасность автоматизированных систем
Наименование направленности	Обеспечение информационной безопасности распределенных информационных систем
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург 2020 г.

## Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил(а)

доцент, к.э.н.

должность, уч. степень, звание


24.05.2020

подпись, дата

Т.Н. Елина

инициалы, фамилия

Программа одобрена на заседании кафедры № 34

«21» мая 2020 г, протокол № 10

Заведующий кафедрой № 34

д.т.н., доц.

должность, уч. степень, звание


24.05.2020

подпись, дата


С.В. Беззатеев

инициалы, фамилия

Ответственный за ОП 10.05.03(07)

доц., к.т.н., доц.

должность, уч. степень, звание


24.05.2020

подпись, дата

В.А. Мыльников

инициалы, фамилия

Заместитель директора института (декана факультета) № 3 по методической работе

доц., к.э.н. гоч

должность, уч. степень, звание


24.05.2020

подпись, дата

Г.С. Армашова-Тельник

инициалы, фамилия

### **Аннотация**

Дисциплина «Исследование операций и теории игр» входит в базовую часть образовательной программы подготовки обучающихся по специальности «10.05.03 «Информационная безопасность автоматизированных систем» направленность «Обеспечение информационной безопасности распределенных информационных систем». Дисциплина реализуется кафедрой №34.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника

общекультурных компетенций:

ОК-8 «способность к самоорганизации и самообразованию»;

общепрофессиональных компетенций:

ОПК-1 «способность анализировать физические явления и процессы, применять соответствующий математический аппарат для формализации и решения профессиональных задач»;

ОПК-2 «способность корректно применять при решении профессиональных задач соответствующий математический аппарат алгебры, геометрии, дискретной математики, математического анализа, теории вероятностей, математической статистики, математической логики, теории алгоритмов, теории информации, в том числе с использованием вычислительной техники»;

профессионально-специализированных компетенций:

ПСК-7.3 «способность проводить аудит защищенности информационно-технологических ресурсов распределенных 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, лабораторные работы, самостоятельная работа студента, консультации.

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

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

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

ОК-8 «способность к самоорганизации и самообразованию»:

знать - основные разделы теории игр и решаемые в них задачи, методику проведения исследования операций, методы отыскания оптимальных решений в разных классах игр;

уметь - использовать методы и модели исследования операций при исследовании и оптимизации реальных процессов и систем; провести анализ постановки задачи по выбору решений в различных ситуациях; подобрать подходящую теоретико-игровую модель; используя модель, получить результат, проинтерпретировать его в содержательных терминах решаемой задачи и оценить его эффективность;

владеть навыками - расчета значений выигрыш-функции, цен игры, показателей эффективности и неэффективности в различных теоретико-игровых моделях; определять адекватную модель для моделирования конкретной ситуации; выполнять исследование теоретико-игровой модели;

иметь опыт деятельности - самостоятельно выполнять анализ полученных результатов и формулировать выводы; различать типы задач исследования операций;

ОПК-1 «способность анализировать физические явления и процессы, применять соответствующий математический аппарат для формализации и решения профессиональных задач»:

знать - основные модели исследования операций; основные понятия и методы линейного программирования, дискретного программирования;

уметь - использовать методологию исследования операций; выполнять этапы операционного исследования; классифицировать задачи исследования операций; выбирать методы решения задач исследования операций; использовать компьютерные технологии при реализации методов исследования операций;

владеть навыками - использования всей совокупности инструментов и приемов ведения теоретико-игрового анализа с целью построения и игровой модели и принятия оптимального решения;

иметь опыт деятельности - анализировать и интерпретировать данные статистики о социально-экономических процессах и явлениях, уметь самостоятельно находить и обрабатывать информацию, необходимую для решения задачи;

ОПК-2 «способность корректно применять при решении профессиональных задач соответствующий математический аппарат алгебры, геометрии, дискретной математики, математического анализа, теории вероятностей, математической статистики, математической логики, теории алгоритмов, теории информации, в том числе с использованием вычислительной техники»:

знать - основные принципы классификации (типологии) игр; методы практического построения и анализа теоретико-игровых моделей;

уметь - различать типы задач исследования операций; логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь с использованием терминов предметной области;

владеть навыками - обрабатывать информацию, приводить ее к проблемно-задачной форме;

иметь опыт деятельности - основные теоретико-игровые модели и уметь сопоставлять их с реальными экономическими ситуациями, уметь интерпретировать результат решения в терминах прикладной области;

ПСК-7.3 «способность проводить аудит защищенности информационно-технологических ресурсов распределенных информационных систем»:

знать - основные научные принципы и базовые понятия теории игр, точные и приближенные методы решения игр; концепции экономико-математического моделирования с помощью теории игр; эволюцию теории игр;

уметь - применять методы исследования операций, составлять алгоритмы для решения практических задач, реализовывать их на компьютере;

владеть навыками - определения подходящего типа игры для моделирования конкретной ситуации; поиска и изучения дополнительной литературы, необходимой для решения возникающих проблем, осуществления математической формулировки проблемы;

иметь опыт деятельности –строить модели на основе описания реальных процессов и явлений, анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина базируется 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 дисциплины в ЗЕ/академ. час

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 1

Таблица 1 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по
--------------------	-------	-----------------

		семестрам
		№8
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/(час)</b>	3/ 108	3/ 108
<i>Аудиторные занятия</i> , всего час., <i>В том числе</i>	34	34
лекции (Л), (час)	17	17
Практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
Экзамен, (час)		
<i>Самостоятельная работа</i> , всего	74	74
<b>Вид промежуточного контроля:</b> 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 и темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 2.

Таблица 2. – Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 8					
Раздел 1. Введение	1				4
Раздел 2. Линейное программирование	2		2		8
Раздел 3. Двойственная задача линейного программирования	2		2		8
Раздел 4. Транспортная задача линейного программирования	2		2		8
Раздел 5. Дискретное программирование. Метод ветвей и границ	2		2		10
Раздел 6. Теория игр как раздел исследования операций	2		2		10
Раздел 7. Матричные игры	2		2		10
Раздел 8. Бескоалиционные игры	2		2		10
Раздел 9. Кооперативные игры	2		3		10

Итого в семестре:	17		17		74
Итого:	17	0	17	0	74

#### 4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 3.

Таблица 3 - Содержание разделов и тем лекционных занятий

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
Раздел 1. Введение	История возникновения исследования операций (ИО). Современное содержание научной области ИО. Предмет ИО. Цели ИО. Основные этапы ИО. Оптимальное решение. Критерии оптимальности. Однокритериальные задачи ИО. Многокритериальные задачи ИО. Дисциплины, входящие в область ИО. Системный анализ и его связь с ИО
Раздел 2. Линейное программирование	Примеры моделей, приводящих к задачам линейного программирования (ЗЛП). Задача о диете, задача о составлении плана производства. Формы записи ЗЛП. Первая и вторая стандартные формы. Каноническая форма. Преобразование форм записи ЗЛП. Геометрическая интерпретация ЗЛП. Геометрический метод решения ЗЛП. Выпуклый многогранник. Вершины выпуклого многогранника (угловые точки). Представление всякой точки выпуклого многогранника в виде выпуклой линейной комбинации его вершин. Существование решения ЗЛП. Нахождение вершин многогранника. Переход от вершины к вершине. Переход к новому базису. Нахождение оптимального плана. Понятие о симплекс-методе. Условие оптимальности плана. Алгоритм симплекс-метода. Симплекс-таблица. Метод искусственного базиса
Раздел 3. Двойственная задача линейного программирования	Понятие о двойственности. Общие правила построения двойственной задачи. Симметричная форма двойственности. Несимметричная форма двойственности. Экономическая интерпретация двойственных ЗЛП. Свойства двойственной задачи. Лемма о взаимной двойственности. Первая и вторая теоремы двойственности. Одновременное решение прямой и двойственной задач. Использование второй теоремы двойственности для проверки на оптимальность решения ЗЛП. Экономические приложения. Двойственный симплекс-метод
Раздел 4. Транспортная задача линейного программирования	Понятие о транспортной задаче. Свойства транспортной задачи. Существование решения для всякой транспортной задачи. Построение исходного опорного плана (метод северо-западного угла). Понятие потенциала. Метод потенциалов. Алгоритм перехода к новому опорному плану. Закрытые и открытые модели. Транспортные задачи с ограничениями
Раздел 5. Дискретное программирование. Метод ветвей и границ	Основная идея метода ветвей и границ. Иллюстрирующие примеры. Метод ветвей и границ для задачи целочисленного линейного программирования. Алгоритм метода. Примеры применения метода ветвей и границ
Раздел 6. Теория игр как	Определение и классификация игр. Классификация игр по времени,

раздел исследования операций	множеству игроков, интересам, стратегиям, функциям выигрыша. Основные вопросы ТИ: выбор принципа оптимальности, его реализуемость, нахождение оптимальной стратегии
Раздел 7. Матричные игры	Описание матричных игр Принцип мини- макса. Смешанное расширение игры. Свойства решений МИ. Вычисление оптимальных стратегий в МИ (прямое). Решение игры «2×2». Решение игр «2×n» и «m×2». Решение игр «m×n» (m,n > 2)
Раздел 8. Бескоалиционные игры	Природа и структура бескоалиционных игр (БИ). Смешанное расширение БИ. Ситуации равновесия в БИ. Биматричные игры. Моделирование реального конфликта БИ
Раздел 9. Кооперативные игры	Природа и структура кооперативных игр (КИ). Дележи. Доминирование дележей. Понятие решения КИ. С-ядро. Н-М- решение. Вектор Шепли

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено				
Всего:				

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 8			
1	Решение ЗЛП. Графический метод. Симплексный метод. Метод искусственного базиса.	2	2
2	Построение и решение двойственных ЗЛП. Двойственный симплекс-метод. Экономические приложения	2	3
3	Построение и решение транспортной задачи. Построение исходного опорного плана (метод северо-западного угла). Метод потенциалов. Закрытые и открытые модели. Транспортные задачи с ограничениями	2	4
4	Решение задач целочисленного линейного программирования. Метод ветвей и границ. Экономические приложения	2	5
5	Математическое моделирование задач исследования операций	1	6
6	Математическое моделирование задач принятия решения	1	6
7	Вычисление оптимальных стратегий в матричной игре (принцип минимакса)	1	7
8	Решение игр «2×2». Решение игр «2×n» и «m×2». Решение игр «m×n» (m,n > 2)	1	7



9	Решение биматричных игр.	1	8
10	Равновесие в бескоалиционных играх	1	8
11	Вычисление С-ядра, НМ-решения	1	9
12	Вектора Шепли	2	9
Всего:		17	

#### 4.5. Курсовое проектирование (работа)

Учебным планом не предусмотрено

#### 4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 8, час
1	2	3
<b>Самостоятельная работа, всего</b>	74	74
изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	50	50
курсовое проектирование (КП, КР)		
расчетно-графические задания (РГЗ)		
выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю (ТК)	24	24
домашнее задание (ДЗ)		
контрольные работы заочников (КРЗ)		

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

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 8-10.

### 6. Перечень основной и дополнительной литературы

#### 6.1. Основная литература

Перечень основной литературы приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень основной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных)

		экземпляров)
517 П 69	Практикум и индивидуальные задания по интегральному исчислению функции одной переменной ( типовые расчеты) [Текст] : учебное пособие / В. А. Болотюк [и др.]. - СПб. : Лань, 2012. - 336 с.	29
517 Г 96	Гусман, Юрий Аронович. Линейные пространства и линейные операторы : основные теоретические понятия и упражнения [Текст] : учебное пособие / Ю. А. Гусман, А. О. Смирнов, В. И. Франк ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2012. - 44 с.	53
517 И 73	Интегральное исчисление [Текст] : методические указания / С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения ; сост.: Г. М. Головачев, Ю. А. Гусман, А. А. Зингер. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2014. - 50 с.	67
517 П 71	Пределы и производная [Текст] : методические указания к решению дистантной контрольной работы / С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения ; сост. Г. М. Головачев [и др.]. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2014. - 42 с.	82
517 М 15	Макарова, Мария Валентиновна (доц.). Высшая математика (Математика - 1) [Текст] : учебное пособие. ч. 1. Интегралы / М. В. Макарова, А. Б. Плаченев ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2016. - 127 с.	20
517 Г 96	Гусман, Юрий Аронович (доц.). Высшая математика. Ряды [Текст] : учебное пособие / Ю. А. Гусман, С. П. Помыткин, А. О. Смирнов ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2015. - 77 с.	67

## 6.2. Дополнительная литература

Перечень дополнительной литературы приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень дополнительной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка/ URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
519.6 Ф 15	Фаддеев, М. А. Основные методы вычислительной математики [Текст] : учебное пособие / М. А. Фаддеев, К. А. Марков. - СПб. : Лань, 2014. - 160 с.	5
517 П 35	Письменный Д. Т. Конспект лекций по высшей математике [Текст] : [в 2 ч.] / Д. Т. Письменный. - М. : Айрис-Пресс, 2013 - . - (Высшее образование). - ISBN 978-5-8112-4000-5. Ч. 1. - 12-е изд. - 2013. - 278 с.	10
517 П 69	Практикум и индивидуальные задания по интегральному исчислению функции одной переменной ( типовые расчеты) [Текст] : учебное пособие / В. А. Болотюк [и др.]. - СПб. : Лань, 2012. - 336 с.	29
517 Ш 13	Шабунин, М. И. Теория функций комплексного переменного [Текст] : учебник / М. И. Шабунин. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 248 с.	19

## 7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

URL адрес	Наименование
<a href="http://www.intuit.ru">www.intuit.ru</a>	Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ"

## 8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

### 8.1. Перечень программного обеспечения

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

### 8.2. Перечень информационно-справочных систем

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

## 9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Состав материально-технической базы 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	

## 10. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

10.1. Состав фонда оценочных средств приведен в таблице 13

Таблица 13 - Состав фонда оценочных средств для промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Примерный перечень оценочных средств
Дифференцированный зачёт	Список вопросов; Тесты.

10.2. Перечень компетенций, относящихся к дисциплине, и этапы их формирования в процессе освоения образовательной программы приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Номер семестра	Этапы формирования компетенций по дисциплинам/практикам в процессе освоения ОП
ОК-8 «способность к самоорганизации и самообразованию»	
1	История
1	Алгебра и геометрия
1	Математическая логика и теория алгоритмов
1	Информатика
1	Математический анализ
1	Иностранный язык
1	Экономика
2	Алгебра и геометрия
2	Математический анализ
2	Дискретная математика
2	Физика
2	Культурология
2	Философия
2	Иностранный язык
3	Информационные технологии
3	Теория вероятностей и математическая статистика
3	Физика
3	Социология и политология
3	Электротехника
3	Иностранный язык
4	Основы радиотехники
4	Вычислительная математика
4	Иностранный язык
5	Математические основы обработки информации
5	Теория информации
6	Международный бизнес
6	Мировая экономика
6	Теория кодирования
8	Исследование операций и теории игр
9	Прикладная экономика
9	Экономика проектов в информационных технологиях
ОПК-1 «способность анализировать физические явления и процессы, применять соответствующий математический аппарат для формализации и решения профессиональных задач»	
1	Математический анализ
1	Математическая логика и теория алгоритмов
2	Физика
2	Математический анализ
2	Учебная (ознакомительная) практика

3	Теория вероятностей и математическая статистика
3	Электротехника
3	Физика
3	Инженерная графика
4	Основы радиотехники
4	Вычислительная математика
4	Технологии и методы программирования
4	Учебная практика
4	Электроника и схемотехника
5	Мультимедиа технологии
5	Технологии обработки аудио- и видеоданных
5	Устройства и системы беспроводной связи
5	Организация ЭВМ и вычислительных систем
5	Метрология
5	Микропроцессорная техника
5	Математические основы обработки информации
6	Производственная (эксплуатационная) практика
6	Моделирование систем
6	Системное программное обеспечение
6	Операционные системы
7	Распределенные информационные системы
7	Постквантовая криптография
7	Безопасность сетей ЭВМ
7	Распределенные сети хранения данных
7	Безопасность операционных систем
8	Языки программирования
8	Теория графов и ее приложения
8	Производственная (конструкторская) практика
8	Исследование операций и теории игр
9	Научно-исследовательская работа
9	Научно-исследовательская работа
9	Защита информации в сенсорных сетях
10	Научно-исследовательская работа
10	Научно-исследовательская работа
10	Производственная преддипломная практика
ОПК-2 «способность корректно применять при решении профессиональных задач соответствующий математический аппарат алгебры, геометрии, дискретной математики, математического анализа, теории вероятностей, математической статистики, математической логики, теории алгоритмов, теории информации, в том числе с использованием вычислительной техники»	
1	Математическая логика и теория алгоритмов
1	Алгебра и геометрия
1	Математический анализ
2	Алгебра и геометрия
2	Математический анализ

2	Дискретная математика
2	Физика
3	Инженерная графика
3	Физика
3	Теория вероятностей и математическая статистика
4	Вычислительная математика
5	Математические основы обработки информации
6	Теория кодирования
7	Постквантовая криптография
8	Исследование операций и теории игр
8	Теория графов и ее приложения
ПСК-7.3 «способность проводить аудит защищенности информационно-технологических ресурсов распределенных информационных систем»	
8	Исследование операций и теории игр
10	Технология построения защищенных распределенных приложений

10.3. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) у обучающихся компетенций применяется шкала модульно–рейтинговой системы университета. В таблице 15 представлена 100–балльная и 4–балльная шкалы для оценки сформированности компетенций.

Таблица 15 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции		Характеристика сформированных компетенций
100-балльная шкала	4-балльная шкала	
$85 \leq K \leq 100$	«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>- уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>- опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>- умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>- делает выводы и обобщения;</li> <li>- свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
$70 \leq K \leq 84$	«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>- не допускает существенных неточностей;</li> <li>- увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>- аргументирует научные положения;</li> <li>- делает выводы и обобщения;</li> <li>- владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
$55 \leq K \leq 69$	«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>- допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>- испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>- слабо аргументирует научные положения;</li> </ul>

		- затрудняется в формулировании выводов и обобщений; - частично владеет системой специализированных понятий.
$K \leq 54$	«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.

#### 10.4. Типовые контрольные задания или иные материалы:

##### 1. Вопросы (задачи) для экзамена (таблица 16)

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для экзамена

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

##### 2. Вопросы (задачи) для зачета / дифференцированного зачета (таблица 17)

Таблица 17 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифференцированного зачета
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные понятия исследования операций. Основные особенности ИО. Основные этапы ИО.</li> <li>2. Постановка задачи линейного программирования. Свойства ЗЛП. Разрешимые и неразрешимые ЗЛП.</li> <li>3. Геометрическая интерпретация и графическое решение ЗЛП.</li> <li>4. Симплекс-метод.</li> <li>5. Метод искусственного базиса.</li> <li>6. Вырожденность ЗЛП.</li> <li>7. Определение двойственной ЗЛП. Общие правила построения двойственной задачи.</li> <li>8. Лемма о взаимной двойственности.</li> <li>9. Первая и вторая теоремы двойственности.</li> <li>10. Одновременное решение прямой и двойственной задач.</li> <li>11. Двойственный симплекс-метод.</li> <li>12. Транспортная задача и ее свойства. Закрытые и открытые модели.</li> <li>13. Метод потенциалов для решения транспортной задачи.</li> <li>14. Транспортные задачи с ограничениями.</li> <li>15. Анализ устойчивости ЗЛП.</li> <li>16. Метод ветвей и границ.</li> <li>17. Применение метода ветвей и границ к задаче целочисленного линейного программирования</li> <li>18. Определение и классификация игр.</li> <li>19. Описание матричных игр (МИ).</li> <li>20. Принцип минимакса.</li> <li>21. Смешанное расширение игры.</li> <li>22. Свойства решений МИ.</li> <li>23. Вычисление оптимальных стратегий в МИ (прямое).</li> <li>24. Решение игры «<math>2 \times 2</math>».</li> <li>25. Решение игр «<math>2 \times n</math>» и «<math>m \times 2</math>».</li> <li>26. Решение игр «<math>m \times n</math>» (<math>m, n &gt; 2</math>).</li> <li>27. Моделирование реального конфликта МИ.</li> </ol>

	28. Природа и структура бескоалиционных игр (БИ). 29. Смешанное расширение БИ. 30. Ситуации равновесия в БИ. 31. Биматричные игры. 32. Моделирование реального конфликта БИ. 33. Природа и структура кооперативных игр (КИ). 34. Дележи. Доминирование дележей. 35. Понятие решения КИ. 36. 0-1-редуцированная форма КИ. 37. С-ядро. 38. НМ-решение. 39. Вектор Шепли
--	--

3. Темы и задание для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта (таблица 18)

Таблица 18 – Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта
	Учебным планом не предусмотрено

4. Вопросы для проведения промежуточной аттестации при тестировании (таблица 19)

Таблица 19 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
	1. Если платежные матрицы двух игр с одинаковым числом ходов для каждого игрока инвариантны относительно линейного преобразования, то и соответствующие арбитражные решения инвариантны относительно линейного преобразования с теми же коэффициентами инвариантности это А. Аксиома инвариантности относительно линейного преобразования В. Аксиома независимости несвязанных альтернатив С. Аксиома оптимальности по Парето D. Аксиома симметрии в теории игр Ответ: А 2. Если к игре добавить новые ходы игроков с добавлением новых элементов платежных матриц таким образом, что точка status quo не меняется, то либо арбитражное решение также не меняется, либо оно совпадает с одной из добавленных сделок это А. Аксиома инвариантности относительно линейного преобразования В. Аксиома независимости несвязанных альтернатив С. Аксиома оптимальности по Парето D. Аксиома симметрии в теории игр Ответ: В 3. Арбитражное решение должно быть элементом переговорного множества это А. Аксиома инвариантности относительно линейного преобразования В. Аксиома независимости несвязанных альтернатив С. Аксиома оптимальности по Парето D. Аксиома симметрии в теории игр Ответ: С 4. Алгоритм перехода к новому опорному плану транспортной задачи, дающему меньшее значение функции потерь, до обнаружения оптимального плана называется А. Алгоритм двойственного симплекс-метода В. Алгоритм улучшения плана транспортной задачи С. Алгоритм метода Гомори



	<p>D. Алгоритм симплекс-метода          Ответ: B</p> <p>15. Вершина выпуклого многогранника это          A. любая точка выпуклого многогранника, которая не является внутренней никакого отрезка целиком принадлежащего этому многограннику          B. любая точка выпуклого многогранника, которая является внутренней отрезка целиком принадлежащего этому многограннику          C. любая точка выпуклого многогранника, которая является концом отрезка целиком принадлежащего этому многограннику          D. любая точка выпуклого многогранника, которая является серединой отрезка целиком принадлежащего этому многограннику          Ответ: A</p> <p>5. Выбор решений при неопределенности это          A. Игры, где одним из определяющих факторов является внешняя среда или природа, которая может находиться в одном из состояний, которые неизвестны лицу, принимающему решение          B. Игры, где одним из определяющих факторов является внешняя среда или природа, которая может находиться в одном из состояний, которые известны лицу, принимающему решение          C. Игры, где все факторы известны          D. Правильного ответа нет          Ответ: A</p> <p>6. Выпуклая комбинация точек это          A. Точка, компоненты которой представлены суммой произведений неотрицательных коэффициентов не больших единицы и соответствующих компонент данных точек, при этом сумма всех коэффициентов равна единице          B. Точка, компоненты которой представлены суммой произведений неотрицательных коэффициентов не больших единицы и соответствующих компонент данных точек, при этом сумма всех коэффициентов равна нулю          C. Точка, компоненты которой представлены суммой произведений отрицательных коэффициентов не больших единицы и соответствующих компонент данных точек, при этом сумма всех коэффициентов равна единице          D. Правильного ответа нет          Ответ: A</p> <p>7. Вырожденный опорный план          A. Опорный план, число ненулевых компонент которого меньше числа ограничений          B. Опорный план, число ненулевых компонент которого больше числа ограничений          C. Опорный план, число ненулевых компонент которого равно числу ограничений          D. Правильного ответа нет          Ответ: A</p> <p>8. Коммивояжер должен посетить один, и только один, раз каждый из <math>n</math> городов и вернуться в исходный пункт. Его маршрут должен минимизировать суммарную длину пройденного пути это          A. Задача коммивояжера          B. Задача о диете          C. Задача о назначении          D. Задача о рюкзаке          Ответ: A</p> <p>9. Задача, которая возникает при необходимости максимизации дохода от реализации продукции, производимой некоторой организацией, при этом производство ограничено имеющимися сырьевыми ресурсами, называется          A. Задача коммивояжера          B. Задача о составлении плана производства          C. Задача о назначении          D. Задача о рюкзаке          Ответ: B</p> <p>10. Метод минимального элемента это          A. Один из комбинаторных методов дискретного программирования, при котором</p>
--	---

	<p>гиперплоскость, определяемая целевой функцией задачи, вдавливаются внутрь многогранника планов соответствующей задачи линейного программирования до встречи с ближайшей целочисленной точкой этого многогранника</p> <p>В. Один из методов отсечения, с помощью которого решаются задачи целочисленного программирования</p> <p>С. Один из группы методов определения первоначального опорного плана транспортной задачи</p> <p>Д. Один из методов, упрощающий определение исходного опорного плана задачи линейного программирования и симплекс-таблицы</p> <p>Ответ: С</p> <p>11. Методы отсечений это</p> <p>А. Методы проверки опорного плана транспортной задачи на оптимальность</p> <p>В. Комбинаторные методов дискретного программирования, при котором гиперплоскость, определяемая целевой функцией задачи, вдавливаются внутрь многогранника планов соответствующей задачи линейного программирования до встречи с ближайшей целочисленной точкой этого многогранника</p> <p>С. Методы, упрощающие определение исходного опорного плана задачи линейного программирования и симплекс-таблицы</p> <p>Д. Методы решения задач дискретного программирования, для которых характерна регуляризация задачи, состоящая в погружении исходной области допустимых решений в объемлющую ее выпуклую область, т. е. во временном отбрасывании условий дискретности, после чего к получившейся регулярной задачи применяются стандартные методы</p> <p>Ответ: D</p> <p>12. Множество точек, которые могут быть представлены в виде выпуклой комбинации данных двух точек, называется</p> <p>А. Луч</p> <p>В. Отрезок</p> <p>С. Прямая</p> <p>Д. Интервал</p> <p>Ответ: В</p> <p>13. Стратегия случайного выбора хода игрока это</p> <p>А. Смешанные стратегии</p> <p>В. Оптимальная стратегия</p> <p>С. Стохастическая стратегия</p> <p>Д. Правильного ответа нет</p> <p>Ответ: А</p> <p>14. Цена игры это</p> <p>А. Величина выигрыша игрока</p> <p>В. Величина выигрыша обоих игроков</p> <p>С. Сумма всевозможных выигрышей</p> <p>Д. Правильного ответа нет</p> <p>Ответ: А</p>
--	---

5. Контрольные и практические задачи / задания по дисциплине (таблица 20)

Таблица 20 – Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий

№ п/п	Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий
-------	---

	<p>1. Решить задачу ЛП: а) графически ; б) симплекс-методом</p> $x_1 + x_2 \rightarrow \min$ $2x_1 + x_2 \geq 2$ $x_1 + 3x_2 \geq 3$ $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$ <p>2. Найти опорный план методом СЗУ для ТЗ с матрицей</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>10</td><td>100</td></tr> <tr><td>3</td><td>5</td><td>8</td><td>6</td><td>100</td></tr> <tr><td>5</td><td>4</td><td>2</td><td>8</td><td>200</td></tr> <tr><td>140</td><td>140</td><td>70</td><td>50</td><td></td></tr> </table> <p>3. Решить ТЗ, если ТЗ и исходный опорный план заданы матрицей</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td>4 (20)</td><td>1</td><td>9</td><td>5 (100)</td><td>120</td></tr> <tr><td>5 (60)</td><td>3</td><td>1 (80)</td><td>9</td><td>140</td></tr> <tr><td>0</td><td>8 (80)</td><td>4</td><td>3 (60)</td><td>140</td></tr> <tr><td>80</td><td>80</td><td>80</td><td>160</td><td></td></tr> </table> <p>4. Решить задачу ЦЛП методом ветвей и границ</p> $f(x) = x_1 + x_2 \rightarrow \max$ $x_2 - 2x_1 \leq 2$ $2x_1 + x_2 \leq 7$ $x_1, x_2 - \text{целые неотрицательные}$ <p>5. Решить матричную игру</p> $\begin{pmatrix} 2 & 1 & 1 \\ 6 & 3 & -1 \\ 1 & 1 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \\ 26 & -12 & -11 \end{pmatrix}.$ <p>6. Вычислить ситуацию равновесия в биматричной игре. 7. Вычислить С-ядро в игре трех лиц.</p>	0	1	2	10	100	3	5	8	6	100	5	4	2	8	200	140	140	70	50		4 (20)	1	9	5 (100)	120	5 (60)	3	1 (80)	9	140	0	8 (80)	4	3 (60)	140	80	80	80	160	
0	1	2	10	100																																					
3	5	8	6	100																																					
5	4	2	8	200																																					
140	140	70	50																																						
4 (20)	1	9	5 (100)	120																																					
5 (60)	3	1 (80)	9	140																																					
0	8 (80)	4	3 (60)	140																																					
80	80	80	160																																						

10.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и / или опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в Положениях «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

## 11. Методические указания для обучающихся по освоению 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.

### **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 обучающимся 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:

- Введение;
- Линейное программирование;
- Двойственная задача линейного программирования;
- Транспортная задача линейного программирования;
- Дискретное программирование. Метод ветвей и границ;
- Теория игр как раздел исследования операций;
- Матричные игры;
- Бескоалиционные игры;
- Кооперативные игры.

## Методические указания для обучающихся по прохождению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач у обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

### Задание и требования к проведению лабораторных работ

Задания для лабораторных работ заключаются в решении задач, рассмотренных в ходе лекций, таких как:

Решение ЗЛП. Графический метод. Симплексный метод. Метод искусственного базиса.

Построение и решение двойственных ЗЛП. Двойственный симплекс-метод. Экономические приложения

Построение и решение транспортной задачи. Построение исходного опорного плана (метод северо-западного угла). Метод потенциалов. Закрытые и открытые модели. Транспортные задачи с ограничениями

Решение задач целочисленного линейного программирования. Метод ветвей и границ. Экономические приложения

Математическое моделирование задач исследования операций

Математическое моделирование задач принятия решения

Вычисление оптимальных стратегий в матричной игре (принцип минимакса)

Решение игр « $2 \times 2$ ». Решение игр « $2 \times n$ » и « $m \times 2$ ». Решение игр « $m \times n$ » ( $m, n > 2$ )

Решение биматричных игр.

Равновесие в бескоалиционных играх

Вычисление С-ядра, НМ-решения

Вектора Шепли

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

Преподаватель имеет право определять содержание лабораторных работ, выбирать методы и средства проведения лабораторных исследований, наиболее полно отвечающие их особенностям и обеспечивающие высокое качество учебного процесса.

Преподаватель формирует рубежные и итоговые результаты (рейтинги) студента по результатам выполнения лабораторных работ.

На лабораторном занятии студент имеет право задавать преподавателю и (или) лаборанту вопросы по содержанию и методике выполнения работы и требовать ответа по существу обращения.

Студент имеет право на выполнение лабораторной работы по оригинальной методике с согласия преподавателя и под его надзором – при безусловном соблюдении требований безопасности.

К выполнению лабораторной работы допускаются студенты, подтвердившие готовность в объеме требований, содержащихся в методических указаниях к лабораторной работе и (или) в устных предварительных указаниях преподавателя.

В ходе лабораторных занятий студенты ведут необходимые записи, составляют (по требованию преподавателя) итоговый письменный отчет. На первом занятии цикла лабораторных работ преподаватель должен дать конкретные указания по составлению и оформлению отчетов с целью обеспечения единообразия. В зависимости от особенностей цикла лабораторных занятий отчет

составляется каждым студентом индивидуально, либо общий отчет – подгруппой из 2-3 студентов. По окончании лабораторной работы студенты обязаны представить отчет преподавателю для проверки с последующей защитой. По согласованию с преподавателем допускается представление к защите отчета о лабораторной работе во время следующего лабораторного занятия или в индивидуальные сроки, оговоренные с преподавателем. Допускается по согласованию с преподавателем представлять отчет о лабораторной работе в электронном виде.

Лабораторное занятие состоит из следующих элементов: вводная часть, основная и заключительная.

Вводная часть обеспечивает подготовку студентов к выполнению заданий работы. В ее состав 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;
- инструктаж по технике безопасности при эксплуатации технических средств;
- проверка готовности студентов выполнять задания работы;
- указания по самоконтролю результатов выполнения заданий студентами.

Основная часть включает процесс выполнения лабораторной работы, оформление отчета и его защиту. Она может сопровождаться дополнительными разъяснениями по ходу работы, устранением трудностей при ее выполнении, 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;
- сбор отчетов студентов для проверки, изложение сведений, касающихся подготовки к выполнению следующей работы.

Вводная и заключительная части лабораторного занятия проводятся фронтально. Основная часть может выполняться индивидуально или коллективно (в зависимости от формы организации занятия).

#### **Структура и форма отчета о лабораторной работе**

Отчёт по лабораторной работе оформляется индивидуально каждым студентом, выполнившим необходимые (независимо от того, выполнялся ли эксперимент индивидуально или в составе группы студентов). Страницы отчёта следует пронумеровать (титульный лист не нумеруется, далее идет страница 2 и т.д.). Титульный лист отчёта должен содержать фразу: «Отчёт по лабораторной работе «Название работы», чуть ниже: Выполнил студент группы (номер группы) (Фамилия, инициалы)». Внизу листа следует указать текущий год. Например, Отчёт по лабораторной работе № (номер работы) «Введение в спектральный анализ», Выполнил студент группы 5221 Иванов И.И. Вторая страница текста, следующая за титульным листом, должна начинаться с пункта: Цель работы. Отчёт, как правило, должен содержать следующие основные разделы:

1. Цель работы;
2. Теоретическая часть;
3. Программное обеспечение, используемое в работе;
4. Результаты;
5. Выводы.

В случае необходимости в конце отчёта приводится перечень литературы.

#### **Требования к оформлению отчета о лабораторной работе**

Теоретическая часть должна содержать минимум необходимых теоретических сведений о предметной области. Не следует копировать целиком или частично методическое пособие (описание) лабораторной работы или разделы учебника.

В разделе Программное обеспечение необходимо описать, с помощью каких инструментальных средств и каким образом были разработаны модели и получены результаты.

Рисунки, блок-схемы, описание модели и её особенностей, необходимость отладки – все это должно быть представлено в указанном разделе.

Раздел Результаты включает в себя скриншоты программного приложения, полученные при выполнении лабораторной работы. Рисунки, графики и таблицы нумеруются и подписываются заголовками.

Выводы не должны быть простым перечислением того, что сделано. Здесь важно отметить, какие новые знания о предмете исследования были получены при выполнении работы, к чему привело обсуждение результатов, насколько выполнена заявленная цель работы. Выводы по работе каждый студент делает самостоятельно. В случае необходимости в конце отчёта приводится Список литературы, использованной при подготовке к работе. В тексте отчёта делаются краткие ссылки на литературу (учебники, справочники, иные источники...) номером в квадратных скобках, напр., [1]. Литературные источники нумеруются по мере их появления в тексте отчёта. В конце отчёта даётся их подробный список. На все источники списка литературы должны быть ссылки в тексте отчёта, там, где это необходимо.

При сдаче отчёта преподаватель может сделать устные и письменные замечания, задать дополнительные вопросы. Все ответы на дополнительные вопросы, обсуждения выполняются студентом на отдельных листах, включаемых в отчёт (при этом в тексте основного отчёта делается сноска или другой значок, которому будет соответствовать новый материал). При этом письменные замечания преподавателя должны остаться в тексте для ясности динамики работы над отчётом.

Объём отчёта должен быть оптимальным для понимания того, что и как сделал студент, выполняя работу. Обязательные требования к отчёту включают общую и специальную грамотность изложения, а также аккуратность оформления.

После приёма преподавателем отчёт хранится на кафедре.

### **Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы**

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

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

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

*Если методические указания по прохождению самостоятельной работы имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП, системы LMS, кафедры и т.д., необходимо дать на них ссылку или привести URL адрес.*

### **Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации**

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

– экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

– 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».

– 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».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».



## 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