

Учреждение образования
«Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой»

УТВЕРЖДАЮ

Ректор учреждения образования
Полоцкий государственный университет
имени Евфросинии Полоцкой»

Ю. Я. Романовский
«28» _____ 2024 г.

Регистрационный № УД 57524уч.

МОДУЛЬ «АНАЛИЗ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ»

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ

Учебная программа учреждения образования
по учебной дисциплине для специальности

**1-98 01 01 «Компьютерная безопасность (по направлениям)»,
направление специальности**

**1-98 01 01-01 «Компьютерная безопасность (математические методы и
программные системы)»**

2024 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта по специальности высшего образования ОСВО 1-98 01 01-2021 и учебного плана по специальности 1-98 01 01 «Компьютерная безопасность (по направлениям)».
Регистрационный № 21-21/ уч. ФКНЭ от 26.07.2021г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

СКОРОМНИК ОКСАНА ВАЛЕРЬЕВНА, доцент кафедры математики и компьютерной безопасности учреждения образования «Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой», кандидат физико-математических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой математики и компьютерной безопасности учреждения образования «Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой»
(протокол № 5 от «21» 05 2024 г.)

Методической комиссией факультета компьютерных наук и электроники учреждения образования «Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой»
(протокол № 10 от «25» 06 2024 г.)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа отражает содержание учебной дисциплины «Исследование операций».

Цели и задачи учебной дисциплины

Цель учебной дисциплины «Исследование операций» состоит в формировании у студентов фундаментальных знаний и практических навыков по разработке математических моделей и их применении в различных предметно-практических областях.

В рамках поставленной цели **задачи** учебной дисциплины состоят в следующем:

1. Освоение студентами методики, принципов и методов математического моделирования;
2. Построение основных классов математических моделей для определённых предметных областей, анализ и принятие решений по построенным математическим моделям.

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Исследование операций» должно обеспечить формирование следующих **специализированных компетенций**:

СК-1. Использовать методы функционального анализа и применять их для решения прикладных задач в различных областях науки, техники, экономики.

СК-7. Использовать методы решения задач математического программирования, включая линейное, выпуклое, нелинейное, дискретное программирование, методы решения бесконечномерных задач оптимизации, применять теорию двойственности при исследовании оптимизационных задач.

СК-22. Владеть базовыми принципами построения и анализа математических моделей типовых задач организационного управления и естественно-интеллектуальной активности человека.

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- типы задач исследования операций, их особенности и свойства;
- методологию формализации и решения задач исследования операций;
- основные принципы принятия оптимальных решений;
- модели и методы решения задач исследования операций;

уметь:

- строить математические модели, представлять их возможности и ограничения;
- использовать формальные методы при решении задач исследования операций;
- решать практические задачи принятия решений с использованием методов исследования операций;

владеть:

- методологией решения задач организационного управления;
- математическим аппаратом решения задач исследования операций;

-информационными средствами и приложениями для построения математических моделей, анализа и решения задач по управлению целенаправленными процессами.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием.

Учебная дисциплина «Исследование операций» относится к модулю «Анализ интеллектуальных систем» компонента учреждения образования. Учебная дисциплина «Исследование операций» непосредственно **связана** с учебной дисциплиной «Методы оптимизации» компонента учреждения образования. При изложении учебной дисциплины необходимо также использовать результаты учебных дисциплин «Дискретная математика и математическая логика», «Методы численного анализа», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Алгоритмы и структуры данных».

Форма получения образования – дневная.

Всего на изучение учебной дисциплины «Исследование операций» отведено 108 часов, в том числе 54 аудиторных часа. Распределение аудиторных часов по видам занятий: лекции – 36 часов, лабораторные занятия – 18 часов.

Самостоятельная работа студентов – 54 часа.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы. Форма промежуточной аттестации – экзамен на четвертом курсе в 7-ом семестре.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

ТЕМА 1. Введение

Предмет и методология исследования операций. Этапы операционного исследования. Примеры математических моделей. Принятие решений в условиях неопределенности. Типы неопределенностей в исследовании операций. Способы преодоления неопределенностей. Экспертное оценивание. Методы экспертных оценок.

ТЕМА 2. Линейные модели

Построение и анализ линейных моделей. Этапы построения линейной модели. Моделирование сложных систем. Системный подход в операционном исследовании. Иерархические системы. Декомпозиция. Критерии оптимальности декомпозиции. Целочисленные линейные модели.

ТЕМА 3. Принятие решений и теория игр

Основные понятия теории игр. Классификация игр. Антагонистические конечные игры. Верхнее и нижнее значение игры. Седловая точка. Разрешимость в чистых стратегиях. Бесконечные антагонистические игры. Смешанные стратегии. Теорема Фон-Неймана. Свойства оптимальных смешанных стратегий. Доминирование стратегий. Связь матричных игр с линейным программированием. Графоаналитический метод решения матричных игр. Приближенный метод решения матричных игр (метод Брауна-Робинсона). Игры с природой, критерии для определения оптимальности стратегий игрока. Конечные бескоалиционные игры. Равновесие по Нэшу. Теорема Нэша. Критерий оптимальности, поиск решения конечной бескоалиционной игры. Конечные позиционные игры. Информационные множества. Игра с полной информацией. Основная теорема позиционных игр. Кооперативные игры. Характеристическая функция. Дележ кооперативной игры. Стратегически эквивалентные игры. Редуцированная форма игры. С-ядро и H - M -решение кооперативной игры.

ТЕМА 4. Сетевые модели

Основные понятия теории сетей. Основные деревья. Задача о максимальном остовном дереве. Алгоритмы Крускала, Прима, Борушки. Кратчайшие пути. Алгоритмы Дейкстры, Форда-Беллмана, Флойда. Задача со штрафами за повороты. Стационарные потоки в сетях. Максимальный поток и минимальный разрез. Теорема и алгоритм Форда-Фалкерсона. Задача о многополюсном максимальном потоке. Алгоритм Гомори-Ху. Задача о многополюсных путях с максимальными пропускными способностями, алгоритм решения. Потоки минимальной стоимости. Алгоритмы Басакера-Гоуна, Клейна. Классическая задача о назначении. Задача о назначении на узкие места. Максимальное парасочетание. Алгоритм Кёнига-Эгервари. Задача коммивояжера. Общая схема метода ветвей и границ. Алгоритм Литтла. Методы управления проектами. Сетевые графики и их параметры. Линейные диаграммы. Задача распределения ресурсов на сетях. Задачи сетевого планирования при взаимодействии ресурсов. Вероятностные сети.

ТЕМА 5. Вероятностные модели

Системы массового обслуживания (СМО). Математическая модель СМО. Классификация СМО. Задачи анализа, синтеза и оптимизации. Марковский случайный процесс. Граф состояний и переходов. Уравнения Колмогорова. Процессы гибели и размножения. Потоки событий. Простейший поток. Формула Литтла. Задача Эрланга. СМО с ограниченной неограниченной очередью. Замкнутые СМО. Задачи управления запасами их классификация. Детерминированные модели. Модель Уилсона. Статическая модель с равномерной поставкой ресурса. Статическая модель с допущением дефицита ресурса. Обобщенная статическая модель. Многопродуктовая статическая модель. Стохастические модели.

ТЕМА 6. Задачи оптимального упорядочения

Задачи теории расписаний. Их классификация. Оценки эффективности расписаний. Задача теории расписаний для одной машины. Задача Джонсона, общие свойства. Задача Джонсона для двух машин, алгоритм решения. Задача Джонсона для трех машин. Случаи сведения к задаче для двух машин. Взаимные замены машин и работ. Случаи полиномиальной разрешимости общей задачи теории расписаний.

Учебно-методическая карта учебной дисциплины
«Дискретная математика»
Дневная форма получения высшего образования

Номер раздела, темы,	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов				управляемая самостоятельная работа	литература	формы контроля знаний
		лекции	практические занятия	семинарские занятия	Лабораторные занятия			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тема 1. Введение		2						
Тема 1	<i>Введение.</i> Предмет и методология исследования операций. Этапы операционного исследования. Примеры математических моделей. Принятие решений в условиях неопределенности. Типы неопределенностей в исследовании операций. Способы преодоления неопределенностей. Экспертное оценивание. Методы экспертных оценок.	2					[1], [7]	
Тема 2. Линейные модели		6			4			
Тема 2	<i>Линейные модели.</i> Построение и анализ линейных моделей. Этапы построения линейной модели. Моделирование сложных систем.	2			2		[1], [7], [9]	ОАП*
	Системный подход в операционном исследовании. Иерархические системы. Декомпозиция. Критерии оптимальности декомпозиции.	2					[1], [7], [9]	
	Целочисленные линейные модели.	2			2		[1], [7], [9]	ОАП*

Тема 3. Принятие решений и теория игр		8			4			
Тема 3	Принятие решений и теория игр. Основные понятия теории игр. Классификация игр. Антагонистические конечные игры. Верхнее и нижнее значение игры. Седловая точка. Разрешимость в чистых стратегиях. Бесконечные антагонистические игры.	2					[4], [5], [9]	
	Смешанные стратегии. Теорема Фон-Неймана. Свойства оптимальных смешанных стратегий. Доминирование стратегий. Связь матричных игр с линейным программированием. Графоаналитический метод решения матричных игр. Приближенный метод решения матричных игр (метод Брауна-Робинсона).	2			2		[4], [5], [9]	
	Игры с природой, критерии для определения оптимальности стратегий игрока. Конечные бескоалиционные игры. Равновесие по Нэшу. Теорема Нэша. Критерий оптимальности, поиск решения конечной бескоалиционной игры. Конечные позиционные игры. Информационные множества. Игра с полной информацией. Основная теорема позиционных игр.	2			2		[4], [5], [9]	ОАП*
	Кооперативные игры. Характеристическая функция. Дележ кооперативной игры. Стратегически эквивалентные игры. Редуцированная форма игры. S -ядро и H - M -решение кооперативной игры.	2					[4], [5], [9]	
Тема 4. Сетевые модели		10			4			
Тема 4	Основные понятия теории сетей. Остовные деревья. Задача о максимальном остовном дереве. Алгоритмы Крускала, Прима, Борувки. Кратчайшие пути. Алгоритмы Дейкстры, Форда-Беллмана, Флойда. Задача соштрафами за повороты.	2					[5], [6], [12]	
	Стационарные потоки в сетях. Максимальный потоки и минимальный разрез. Теорема и алгоритм Форда- Фалкерсона. Задача о многополюсном максимальном потоке. Алгоритм Гомори-Ху.	2			2		[5], [6], [12]	ОАП*

	Задача о многополюсных путях с максимальными пропускными способностями, алгоритм решения. Потоки минимальной стоимости. Алгоритмы Басакера-Гоуна, Клейна.	2					[5], [6], [12]	
	Классическая задача о назначении. Задача о назначении на узкие места. Максимальное парасочетание. Алгоритм Кёнига-Эгервари. Задача коммивояжера. Общая схема метода ветвей и границ. Алгоритм Литтла. Методы управления проектами.	2					[5], [6], [12]	
	Сетевые графики и их параметры. Линейные диаграммы. Задача распределения ресурсов на сетях. Задачи сетевого планирования при взаимодействии ресурсов. Вероятностные сети.	2			2		[5], [6], [12]	ОАП*
Тема 5. Вероятностные модели		6			4			
	Системы массового обслуживания (СМО). Математическая модель СМО. Классификация СМО. Задачи анализа, синтеза и оптимизации. Марковский случайный процесс. Граф состояний и переходов. Уравнения Колмогорова.	2					[6]-[9]	
	Процессы гибели и размножения. Потоки событий. Простейший поток. Формула Литтла. Задача Эрланга. СМО с ограниченной неограниченной очередью. Замкнутые СМО. Задачи управления запасами их классификация.	2			2		[6]-[9]	ОАП*
	Детерминированные модели. Модель Уилсона. Статическая модель с равномерной поставкой ресурса. Статическая модель с допущением дефицита ресурса. Обобщенная статическая модель. Многопродуктовая статическая модель. Стохастические модели.	2			2		[6]-[9]	ОАП*
Тема 6. Задачи оптимального упорядочения		4			2			
	Задачи теории расписаний. Их классификация. Оценки эффективности расписаний. Задача теории расписаний для одной машины.	2					[5]-[7], [10]	

	Задача Джонсона, общие свойства. Задача Джонсона для двух машин, алгоритм решения. Задача Джонсона для трех машин. Случаи сведения к задаче для двух машин. Взаимные замены машин и работ. Случаи полиномиальной разрешимости общей задачи теории расписаний.	2			2		[5]-[7], [10]	ОАП*
		36			18			

* – Мероприятия текущего контроля:

ОАП – отчет по лабораторным заданиям с их устной защитой

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. Пантелеев, А. В. Методы оптимизации. Практический курс [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. – Москва: Логос, 2020. – 424 с. // ЭБС «Znanium» – Режим доступа: по подписке: URL: <https://znanium.com/catalog/product/1212440>.
2. Аттетков, А. В. Методы оптимизации [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. В. Аттетков, В. С. Зарубин, А. Н. Канатников. — Москва: РИОР: ИНФРА-М, 2023. — 270 с. // ЭБС «Znanium». – Режим доступа: по подписке: URL: <https://znanium.com/catalog/product/1930702>.
3. Поляков, В. М. Методы оптимизации [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. М. Поляков, З. С. Агаларов. - 2-е изд. - Москва: Дашков и К, 2022. – 86 с. // ЭБС «Znanium». – Режим доступа: по подписке: URL: <https://znanium.com/catalog/product/1926409>.
4. Мерчант, Б. Power BI: передовые методы оптимизации [Электронный ресурс]: практическое руководство / Б. Мерчант; пер. с англ. А. Ю. Гинько. – Москва: ДМК Пресс, 2023. – 282 с. // ЭБС «Znanium». – Режим доступа: по подписке: URL: <https://znanium.com/catalog/product/2109516>.
5. Лапицкая, Н. В. Методы оптимизации. В 4 ч. Ч. 1 : Линейная оптимизация и ее приложения [Электронный ресурс]: учеб.-метод. пособие / Н. В. Лапицкая, Н. П. Можей. – Минск: БГУИР, 2018. – 179 с. // Репозиторий БГУИР. – Режим доступа: открытый доступ: <https://libeldoc.bsuir.by/handle/123456789/33024>
6. Трушков, А.С. Исследование операций: учебник: в 2 томах. Том 1: Линейное программирование / А. С. Трушков. – Санкт-Петербург: Лань, 2023. – 288 с.
7. Трушков, А.С. Исследование операций: учебник: в 2 томах. Том 2 : Задачи транспортного типа. Сетевое и целочисленное программирование / А. С. Трушков. – Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 378 с.
8. Есипов, Б. А. Методы исследования операций: учебное пособие / Б. А. Есипов – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 304 с. – Текст электронный. – URL: <https://e.lanbook.com/book/212204> (дата обращения: 18.01.2025)

Перечень дополнительной литературы

9. Алексеев, В.М. Сборник задач по оптимизации: теория. Примеры. Задачи / Московский гос. ун-т им. М.В. Ломоносова. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: ФИЗМАТ ЛИТ, 2007. – 255 с. – Рек. учеб.-метод. советом по матем. и механике УМО по клас. ун-кому образованию в качестве задачника для студ. вузов, обуч. по группе матем. направлений и спец.
10. Летова, Т. А. Методы оптимизации. Практический курс [Электронный ресурс]: учебное пособие / Т.А. Летова, А.В. Пантелеев. – Москва: Логос, 2011. – 424 с. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=84995>.
11. Колмогоров, А. Н. Элементы теории функций и функционального анализа [Электронный ресурс] / А.Н. Колмогоров, С.В. Фомин. — 7-е изд. – Москва: Физматлит, 2012. – 573 с.

Летова Т.А.

12. Писарук, Н.Н. Исследование операций: учебное пособие / Н.Н. Писарук.
– Минск : БГУ, 2017. – 315 с.

13. Краснопрошин, В. В. Исследование операций: учебное пособие / В.В. Краснопрошин, Н.А. Лепешинский. – Минск: БГУ, 2013. – 191 с.

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ

1. Предмет «Исследование операций».
2. Методология операционного исследования.
3. Неопределённость целей в задачах ИСО и способы её преодоления.
4. Метод экспертных оценок. Отбор экспертов.
5. Метод непосредственного ранжирования.
6. Метод парных сравнений.
7. Задачи теории игр. Общие понятия. Формальное определение игры.
8. Антагонистическая конечная игра. Верхнее и нижнее значение игры. Разрешимость в чистых стратегиях.
9. Антагонистическая бесконечная игра. Верхнее и нижнее значение игры. Седловая точка и оптимальная стратегия.
10. Матричные игры. Смешанные стратегии. Теорема Фон-Неймана.
11. Свойства оптимальных смешанных стратегий и значения игры матричных игр.
12. Матричные игры. Доминирование стратегий.
13. Связь матричной игры с задачей линейного программирования.
14. Графоаналитический метод решения матричных игр $2 \times n$ и $m \times 2$.
15. Приближённый метод решения матричных игр.
16. Игры с природой.
17. Конечные бескоалиционные игры. Ситуация равновесия. Теорема Нэша.
18. Позиционные игры. Игра с полной информацией.
19. Кооперативные игры. Характеристическая функция.
20. Кооперативная игра в редуцированной форме.
21. С-ядро и Н-М-решение кооперативной игры.
22. Задача о минимальном остовном дереве. Алгоритмы Крускала, Прима, Борувки.
23. Задача о кратчайшем пути. Алгоритм Дейкстры.
24. Задача о кратчайшем пути. Алгоритм Форда-Беллмана.
25. Матричный алгоритм Флойда поиска кратчайших расстояний.
26. Задача о кратчайшем пути со штрафами за повороты.
27. Задача о максимальном потоке. Максимальный поток и минимальный разрез.
28. Алгоритм Форда-Фалкерсона поиска максимального потока.
29. Многополюсная задача о максимальном потоке. Алгоритм Гомори-Ху.
30. Задача о многополюсной цепи с максимальной пропускной способностью.
31. Потоки минимальной стоимости. Алгоритм Басакера-Гоуэна.
32. Потоки минимальной стоимости. Алгоритм Клейна.

33. Задача о назначении. Общие свойства.
34. Задача о назначении. Алгоритм решения.
35. Задача о назначении на узкие места.
36. Задача коммивояжёра. Алгоритм Литтла.
37. Задача о максимальном паросочетании в двудольном графе. Алгоритм Кёнига-Эгервари построения ММНДК.
38. Сетевые графики, способы их построения.
39. Сетевой график «дуга-работа». Определение временных характеристик сетевых графиков.
40. Сетевой график «вершина-работа». Определение временных характеристик сетевых графиков.
41. Линейные диаграммы.
42. Задача управления проектами при наличии ограниченных ресурсов.
43. Вероятностные сети. Определение критического времени.
44. Случайные процессы. Граф состояний. Марковский случайный процесс.
45. Поток событий.
46. Уравнения Колмогорова. Финальные вероятности.
47. Схема процесса гибели и размножения.
48. Системы массового обслуживания. Формула Литтла.
49. N-канальная СМО с отказами (задача Эрланга).
50. N-канальная СМО с ограниченной очередью.
51. N-канальная СМО с неограниченной очередью.
52. Многоканальная замкнутая СМО.
53. Одно-продуктовая детерминированная задача управления запасами.
54. Управление запасами с учётом убытков из-за неудовлетворённого спроса.
55. Общая детерминированная многопериодная задача управления запасами.
56. Многопродуктовая детерминированная задача при наличии связи между ресурсами.
57. Задача управления запасами при случайном спросе.
58. Задачи теории расписаний.
59. Задача теории расписаний с одной машиной.
60. Задача Джонсона. Общие свойства.
61. Задача Джонсона для двух машин.
62. Задача Джонсона для трёх машин.

ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

1. Построение и анализ линейных моделей. Этапы построения линейной модели.
2. Целочисленные линейные модели.
3. Связь матричных игр с линейным программированием. Графоаналитический метод решения матричных игр. Приближенный метод решения матричных игр (метод Брауна-Робинсона).
4. Критерий оптимальности, поиск решения конечной бескоалиционной игры. Игра с полной информацией.
5. Стационарные потоки в сетях. Теорема и алгоритм Форда-Фалкерсона. Задача о многополюсном максимальном потоке. Алгоритм Гомори-Ху.
6. Сетевые графики и их параметры. Линейные диаграммы. Задача распределения ресурсов на сетях. Задачи сетевого планирования при взаимодействии ресурсов.
7. Процессы гибели и размножения. Потоки событий. Простейший поток. Формула Литтла. Задача Эрланга. СМО с ограниченной неограниченной очередью. Замкнутые СМО.
8. Стохастические модели.
9. Задачи теории расписаний. Оценки эффективности расписаний. Задача теории расписаний для одной машины.

ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Цель самостоятельной работы студентов – усвоение в полном объеме содержания учебной дисциплины и формирование самостоятельности как личностной черты и важного профессионального качества, сущность которых состоит в умении систематизировать, планировать и контролировать собственную деятельность.

Задача самостоятельной работы студентов – усвоение определенных стандартом знаний, умений и навыков по учебной дисциплине, закрепление и систематизация полученных знаний, их применение при выполнении практических заданий и творческих работ, а также выявление пробелов в системе знаний по учебной дисциплине.

При изучении учебной дисциплины «Дифференциальные уравнения» используются следующие **формы самостоятельной работы**:

- самостоятельная работа студента в виде решения индивидуальных задач в аудитории во время проведения практических занятий под контролем преподавателя в соответствии с расписанием;
- самостоятельная работа студента в виде решения индивидуальных задач при подготовке к практическим занятиям;
- работа студента с учебной, справочной, аналитической и другой литературой и материалами;
- подготовка студента к сдаче промежуточной аттестации.

Содержание самостоятельной работы студентов (дневная форма получения высшего образования) дневной формы обучения

Вид работы	Тематическое содержание	Используемые источники	Количество часов
Изучение теоретического материала, подготовка к лабораторным занятиям	Тема 2. Линейные модели - Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий. - Проработать задания, вынесенные на самостоятельную работу. - Выполнить задания теста. - Выполнить индивидуальное домашнее задание.	[12], [13]	8

	Тема 3. Принятие решений и теория игр -Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий. - Проработать задания, вынесенные на самостоятельную работу. – Выполнить задания теста. – Выполнить индивидуальное домашнее задание.	[12], [13]	8
Изучение теоретического материала, подготовка к лабораторным занятиям	Тема 4. Сетевые модели Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий. - Проработать задания, вынесенные на самостоятельную работу. – Выполнить задания теста. Выполнить индивидуальное домашнее задание.	[12], [13]	8
	Тема 5. Вероятностные модели Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий. - Проработать задания, вынесенные на самостоятельную работу. – Выполнить задания теста. Выполнить индивидуальное домашнее задание. Тема 6. Задачи оптимального упорядочения Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий. - Проработать задания, вынесенные на самостоятельную работу. – Выполнить задания теста. Выполнить индивидуальное домашнее задание.	[12], [13]	8
Подготовка к экзамену			14
Всего часов			54

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА УСВОЕНИЯ ЗНАНИЙ

Для оценки достижений студентов используется следующий **диагностический инструментарий**:

- устный опрос по отдельным темам;
- защита выполненных на практических занятиях индивидуальных заданий;
- сдача экзамена по учебной дисциплине.

Диагностика качества усвоения знаний студентами проводится в форме текущего контроля и промежуточной аттестации.

Форма промежуточной аттестации по учебной дисциплине «Исследование операций» – экзамен. Форма проведения экзамена – письменная.

Результат текущего контроля за семестр (ТК) оценивается отметкой в баллах по десятибалльной шкале и выводится исходя из отметок, выставленных в ходе проведения мероприятий текущего контроля в течение семестра, по формуле:

$$TK = \frac{1}{9} \sum_{i=1}^9 OAP_i .$$

Весовой коэффициент (ВК) для текущего контроля и экзаменационной отметки в итоговую отметку по учебной дисциплине «Исследование операций» равен 0,5.

Итоговая экзаменационная отметка (ИЭ) учитывает отметку по результатам текущего контроля (ТК) и экзаменационную отметку (ОЭ) и определяется по формуле:

$$ИЭ = ВК \cdot ТК + (1 - ВК) \cdot ЭО ,$$

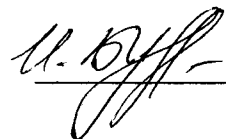
ЭО – отметка, полученная студентом на экзамене за письменный ответ по билету. Билет включает 1 теоретический вопрос и 2 практических задания.

Положительной является итоговая экзаменационная отметка не ниже 4 баллов.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ С ДРУГИМИ УЧЕБНЫМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Дипломное проектирование	Математики и компьютерной безопасности	<i>нет</i>	

Заведующий кафедрой
математики и компьютерной безопасности,
кандидат технических наук, доцент

 И.Б. Бураченко