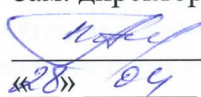


**МИНИСТЕРСТВО ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ, СВЯЗИ
И МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Северо-Кавказский филиал
ордена Трудового Красного Знамени федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Московский технический университет связи и информатики»

Утверждаю
Зам. директора по УР
 Н.А. Андреева
«28» 04 2026 г.

Б1.В.04 Системный анализ и исследование операций
рабочая программа дисциплины

Кафедра **Общенаучной подготовки**
Направление подготовки **09.03.01 Информатика и вычислительная техника**
Профиль **Искусственный интеллект и машинное обучение**
Формы обучения **очная, заочная**

**Распределение часов дисциплины по семестрам (для очной формы обучения (ОФО)),
курсам (для заочной формы обучения (ЗФО))**

Вид учебной работы	ОФО		ЗФО	
	ЗЕ	часов/семестр	ЗЕ	часов/курс
Общая трудоемкость дисциплины, в том числе (по семестрам, курсам):	3	108/4	3	108/2
Контактная работа, в том числе (по семестрам, курсам):		48/4		14/2
Лекции		16/4		6/2
Лабораторных работ				
Практических занятий		32/4		8/2
Семинаров				
Самостоятельная работа		60/4		94/2
Контроль				
Число контрольных работ (по семестрам, курсам)				1/2
Число КР (по семестрам, курсам)				
Число КП (по семестрам, курсам)				
Число зачетов с разбивкой по семестрам, курсам		1/4		1/2
Число экзаменов с разбивкой по семестрам, курсам				

Программу составил:

Доцент кафедры ОНП к.ф.-м.н. доцент Ефимов С.В.

Рабочая программа дисциплины

Системный анализ и исследование операций

Разработана в соответствии с ФГОС ВО

направления подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, утверждённым приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 сентября 2017 г. N 929.

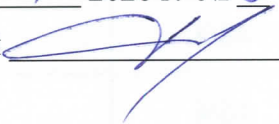
Составлена на основании учебных планов

направления подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, профиль «Искусственный интеллект и машинное обучение», одобренных Учёным советом СКФ МТУСИ, протокол № 8 от 31.03 2026 г., и утвержденных директором СКФ МТУСИ 31.03 2026г.

Одобрена на заседании кафедры

Общенаучной подготовки

Протокол от 28.04 2026 г. № 9

И.о. зав. кафедрой  Е.А. Денисов

1. Цели изучения дисциплины

Целью изучения дисциплины «Системный анализ и исследование операций» является освоение обучающимися системно-аналитических методов для решения прикладных задач в области управления объектами техники и организационными системами:

- изучение моделей и методов теории принятия решений,
- овладение навыками применения методов системного анализа и выработки научно-обоснованных решений при решении прикладных задач.

2. Планируемые результаты обучения

Изучение дисциплины направлено на формирование у обучающегося способности решать следующие профессиональные задачи в соответствии с **проектной деятельностью**.

Результатом освоения дисциплины являются сформированные у обучающегося следующие компетенции:

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (в части, обеспечиваемой дисциплиной), и индикаторы их достижения	
ПК-2: Способен осуществлять концептуальное, функциональное и логическое проектирование систем среднего и крупного масштаба и сложности	
Знать:	
основы математического аппарата для осуществления проектирования систем разной сложности	
Уметь:	
применять теоретические знания и современные технологии для проведения проектирования (логического, функционального) систем разной сложности	
Владеть:	
навыками проведения проектных работ систем среднего и крупного масштаба и сложности	

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Требования к предварительной подготовке обучающегося (предшествующие дисциплины, модули, темы):	
1	Б1.О.19 Высшая математика
2	Б1.О.20 Линейная алгебра и аналитическая геометрия
3	Б1.О.23 Теория вероятностей и математическая статистика
4	Б1.О.26 Введение в информационные технологии
Последующие дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо:	
1	Б1.О.07 Системы искусственного интеллекта
2	Б1.О.14 Управление ИТ-проектами
3	Б1.В.ДВ.02.02 Основы компьютерного моделирования
4	Б1.В.ДВ.04.02 Математическое моделирование
5	Б1.В.ДВ.05.02 Проектирование интеллектуальных информационных систем

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Очная форма обучения, 4 года (всего 108 часов, контактной работы 48 часов)

Код зан.	Тема и краткое содержание занятия	Вид зан.	Кол. часов	Компетенции	УМИО
Курс 2, Семестр 4					
Модуль 1. Оптимизация функций – 56 (26+30) часов					

1.1.	<u>Лекция 1. Предмет, основные задачи и понятия системного анализа. Принципы декомпозиции систем</u> Предмет и основные задачи системного анализа. Связь системного анализа с другими науками. Система – центральное понятие системного анализа. Неформальное и короткое определение системы и структуры. Классификация систем. Примеры. Декомпозиция систем, принципы декомпозиции. Примеры. Подсистема, модуль, элемент. Основные принципы системного подхода.	Лек.	2	ПК-2	Л1.1 Л1.2
1.2.	<u>Лекция 2. Проблема выбора оптимальных решений</u> Множество допустимых решений. Критерий эффективности решения (целевая функция задачи). Многокритериальная задача. Примеры. Различные условия выбора оптимальных решений: определенность, риск, неопределенность. Неопределенность «доброкачественная» (стохастическая) и существенная (неустраняемая). Примеры.	Лек.	2	ПК-2	Л1.1 Л1.2
1.3.	<u>Лекция 3. Оптимизация функции нескольких переменных</u> Проблема оптимизации функции нескольких переменных. Градиентные методы оптимизации. Задача линейного программирования (ЗЛП). Каноническая и стандартная ЗЛП. Пример смыслового содержания, приводящий к ЗЛП. План, допустимый план, оптимальный план ЗЛП. Графическое решение ЗЛП. Решение ЗЛП симплекс-методом.	Лек.	2	ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л2.2
1.4.	<u>Лекция 4. Транспортная задача.</u> Постановка транспортной задачи по критерию стоимости. Особенности транспортной задачи как частного случая ЗЛП. Транспортная задача с правильным балансом: метод «северо-западного угла» (диагональный метод) и метод наименьшей стоимости (метод минимального элемента), распределительный метод и метод потенциалов. Транспортная задача с неправильным балансом. Тест рубежного контроля №1.	Лек.	2	ПК-2	Л1.1 Л1.2
1.5.	<u>Практическое занятие 1. Опорные решения системы линейных уравнений (СЛУ)</u> Поиск опорных решений СЛУ с помощью модифицированных жордановых исключений. Симплексные таблицы. Применение метода ложного базиса.	ПЗ	2	ПК-2	Л1.2 Л2.2 Л3.1
1.6.	<u>Практическое занятие №2. Неотрицательные опорные решения СЛУ и вершины многогранника</u> Поиск неотрицательных опорных решений СЛУ с помощью принципа минимального симплексного отношения. Поиск вершин канонических и произвольных многогранников в многомерных арифметических пространствах с помощью опорных решений.	ПЗ	2	ПК-2	Л1.2 Л2.2 Л3.1
1.7.	<u>Практическое занятие 3. Решение канонической ЗЛП</u> Решение канонической ЗЛП симплекс-методом.	ПЗ	2	ПК-2	Л1.2 Л2.2 Л3.1

1.8.	<u>Практическое занятие 4. Решение произвольных ЗЛП</u> Решение произвольных ЗЛП симплекс-методом с помощью метода дополнительных переменных.	ПЗ	2	ПК-2	Л1.2 Л2.2 Л3.1
1.9.	<u>Практическое занятие 5. Решение ЗЛП смыслового содержания</u> Формализация оптимизационных задач предметной области, построение их математических моделей в форме ЗЛП и их решение.	ПЗ	2	ПК-2	Л1.1 Л3.1
1.10.	<u>Практическое занятие 6. Начальное опорное решение и решение транспортных задач распределительным методом</u> Отыскание начального опорного решения транспортной задачи методом «северо-западного угла» (диагональный метод) и методом наименьшей стоимости (метод минимального элемента). Решение транспортных задач распределительным методом.	ПЗ	2	ПК-2	Л1.1 Л3.1
1.11.	<u>Практическое занятие 7. Решение транспортных задач методом потенциалов и задачи с неправильным балансом</u> Решение транспортных задач методом потенциалов. Решение транспортных задач с неправильным балансом.	ПЗ	2	ПК-2	Л1.1 Л3.1
1.12.	<u>Практическое занятие 8. Максимальный поток сети</u> Поиск максимального потока сети путем ее постепенного насыщения.	ПЗ	2	ПК-2	Л1.2
1.13.	<u>Практическое занятие 9. Контрольная работа №1</u>	ПЗ	2	ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л2.2 Л3.1
1.14.	Оптимизация функции одной переменной: 1) задача оптимизации функции одной переменной и проблемы, связанные с ее оптимизацией при проектировании систем, 2) методы оптимизации функции одной переменной: – метод дихотомии, – метод “золотого сечения”, – метод Фибоначчи, 3) сравнение трех методов, 4) примеры прикладного характера оптимизации функции одной переменной.	СРС	10	ПК-2	Л2.2
1.15.	Двойственные ЗЛП: стандартная двойственная пара и пример смыслового содержания, решение стандартной двойственной пары двойственным методом, первая теорема двойственности, построение различных двойственных пар	СРС	6	ПК-2	Л1.1 Л1.2
1.16.	Решение задач о назначениях венгерским методом.	СРС	4	ПК-2	Л1.2
1.17.	Подготовка к рубежному контролю.	СРС	10	ПК-2	Л1.1 Л1.2

					Л2.2 Л3.1
Модуль 2. Системы массового обслуживания – 52 (22+30) часа					
2.1.	<u>Лекция 5. Принятие решений в условиях риска</u> Стохастические модели принятия решений; примеры. Понятие о марковском случайном процессе. Примеры марковского процесса с дискретным множеством состояний и непрерывным временем. Вероятности переходов и предельные вероятности. Стохастическая матрица. Уравнения Колмогорова и нормировочное условие.	Лек.	2	ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л3.1
2.2.	<u>Лекция 6. Поток событий</u> Поток событий. Интенсивность потока; примеры. Простейший поток событий – свойства стационарности, ординарности и отсутствия последствия; примеры. Пуассоновское распределение числа событий на произвольном интервале времени простейшего потока. Показательное распределение интервалов между последовательными наступлениями событий в простейшем потоке. Марковское свойство показательного распределения; примеры.	Лек.	2	ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л3.1
2.3.	<u>Лекция 7. Системы массового обслуживания (СМО) и СМО с отказами</u> Понятие СМО. Поток заявок и время обслуживания заявки; примеры. Классификация и примеры СМО разных типов. Схема гибели-размножения и формулы предельных вероятностей для неё. СМО с отказами: определение, граф и показатели эффективности работы. Формулы Эрланга.	Лек.	2	ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л3.1
2.4.	<u>Лекция 8. СМО с очередью</u> Одноканальная СМО с очередью: определение, граф, критерий ограничения по длине очереди и показатели эффективности работы. Многоканальная СМО с очередью: определение, граф, критерий ограничения по длине очереди и показатели эффективности работы. Формулы Литтла. Тест рубежного контроля №2.	Лек.	2	ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л3.1
2.5.	<u>Практическое занятие 10. Уравнения Колмогорова и нормировочное условие</u> Вычисление предельных вероятностей состояний СМО с помощью уравнений Колмогорова и нормировочного условия.	ПЗ	2	ПК-2	Л3.1
2.6.	<u>Практическое занятие 11. Процессы гибели-размножения</u> Вычисление предельных вероятностей состояний СМО, работающей по схеме гибели-размножения.	ПЗ	2	ПК-2	Л1.1 Л3.1
2.7.	<u>Практическое занятие 12. Одноканальная СМО с отказами</u> Решение задач с одноканальной СМО с отказами: вычисление предельных вероятностей состояний, построение графа и определение показателей эффективности работы.	ПЗ	2	ПК-2	Л1.1 Л3.1

2.8.	<u>Практическое занятие 13. Многоканальная СМО с отказами</u> Решение задач с многоканальной СМО с отказами: вычисление предельных вероятностей состояний, построение графа и определение показателей эффективности работы.	ПЗ	2	ПК-2	Л1.1 Л3.1
2.9.	<u>Практическое занятие 14. Одноканальная СМО с очередью</u> Решение задач с одноканальной СМО с очередью: проверка ограничения по длине очереди, вычисление предельных вероятностей состояний, построение графа и определение показателей эффективности работы.	ПЗ	2	ПК-2	Л1.1 Л3.1
2.10.	<u>Практическое занятие 15. Многоканальная СМО с очередью</u> Решение задач с многоканальной СМО с очередью: проверка ограничения по длине очереди, вычисление предельных вероятностей состояний, построение графа и определение показателей эффективности работы.	ПЗ	2	ПК-2	Л1.1 Л3.1
2.11.	<u>Практическое занятие 16. Контрольная работа №2</u>	ПЗ	2	ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л3.1
2.12.	Построение математической модели динамической задачи и ее решение методом динамического программирования.	СРС	4	ПК-2	Л1.1 Л2.2
2.13.	Принятие решений в условиях многокритериальности. Примеры. Редукция множества альтернатив; метод анализа иерархий и метод ELECTRE. Парето-оптимальное подмножество множества допустимых решений. Скаляризация векторного критерия оптимизации. Линейная и мультипликативная свертки. Метод идеальной точки. Выделение главного критерия и сведение задачи выбора к задаче математического программирования. Метод последовательных уступок и схема компромиссов. Лексикографическое ранжирование.	СРС	8	ПК-2	Л1.2 Л2.2
2.14.	Основные понятия теории игр – игра, ход, стратегия. Конечные и бесконечные игры, антагонистические игры. Основное допущение теории игр. Кorteжное определение игры. Платежная матрица игры. Принцип гарантированного результата (принципы максимина и минимакса). Необходимое и достаточное условие наличия седловой точки, цена игры. Чистые и смешанные стратегии. Основная теорема теории игр (теорема Дж. фон Неймана о существовании решения конечной игры двух лиц с нулевой суммой). Доминирующие и дублирующие стратегии. Сведение антагонистической матричной игры к задаче линейного программирования.	СРС	8	ПК-2	Л1.1 Л2.1
2.15.	Подготовка к рубежному контролю.	СРС	10	ПК-2	Л1.1 Л1.2

					Л2.1 Л2.2 Л3.1
Зачет					
Итого – 108 часов					

4.2 Заочная форма обучения, 4 года 8 месяцев (всего 108 часов, контактной работы 14 часов)

Код зан.	Тема и краткое содержание занятия	Вид зан.	Кол. часов	Компетенции	УМИО
Курс 2					
Модуль 1. Оптимизация функций – 58 (8+50) часов					
1.1.	<u>Лекция 1. Предмет, основные задачи и понятия системного анализа. Принципы декомпозиции систем</u> Предмет и основные задачи системного анализа. Связь системного анализа с другими науками. Система – центральное понятие системного анализа. Неформальное и короткое определение системы и структуры. Классификация систем. Примеры. Декомпозиция систем, принципы декомпозиции. Примеры. Подсистема, модуль, элемент. Основные принципы системного подхода.	Лек.	2	ПК-2	Л1.1 Л1.2
1.2.	<u>Лекция 2. Проблема выбора оптимальных решений. Оптимизация функции нескольких переменных</u> Множество допустимых решений. Критерий эффективности решения (целевая функция задачи). Многокритериальная задача. Примеры. Различные условия выбора оптимальных решений: определенность, риск, неопределенность. Неопределенность «доброкачественная» (стохастическая) и существенная (неустраняемая). Примеры. Проблема оптимизации функции нескольких переменных. Задача линейного программирования (ЗЛП). Каноническая и стандартная ЗЛП. Пример смыслового содержания, приводящий к ЗЛП. План, допустимый план, оптимальный план ЗЛП. Решение ЗЛП симплекс-методом.	Лек.	2	ПК-2	Л1.1 Л1.2
1.3.	<u>Практическое занятие 1. Опорные решения системы линейных уравнений (СЛУ). Неотрицательные опорные решения СЛУ</u> Поиск опорных решений СЛУ с помощью модифицированных жордановых исключений. Симплексные таблицы. Применение метода ложного базиса. Поиск неотрицательных опорных решений СЛУ с помощью принципа минимального симплексного отношения.	ПЗ	2	ПК-2	Л1.2 Л2.2 Л3.1
1.4.	<u>Практическое занятие 2. Решение ЗЛП симплекс-методом</u> Решение канонической ЗЛП симплекс-методом. Решение произвольных ЗЛП симплекс-методом с помощью метода дополнительных переменных.	ПЗ	2	ПК-2	Л1.2 Л2.2 Л3.1

1.5.	Оптимизация функции одной переменной: 1) задача оптимизации функции одной переменной и проблемы, связанные с ее оптимизацией при проектировании систем, 2) методы оптимизации функции одной переменной: – метод дихотомии, – метод “золотого сечения”, – метод Фибоначчи, 3) сравнение трех методов, 4) примеры прикладного характера оптимизации функции одной переменной.	СРС	10	ПК-2	Л2.2
1.6.	Градиентные методы оптимизации функции нескольких переменных.	СРС	2	ПК-2	Л2.2
1.7.	Графическое решение ЗЛП.	СРС	2	ПК-2	Л2.2
1.8.	Поиск вершин канонических и произвольных многогранников в многомерных арифметических пространствах с помощью опорных решений СЛУ.	СРС	2	ПК-2	Л3.1
1.9.	Решение ЗЛП смыслового содержания: формализация оптимизационных задач предметной области, построение их математических моделей в форме ЗЛП и их решение.	СРС	2	ПК-2	Л1.1 Л3.1
1.10.	Двойственные ЗЛП: стандартная двойственная пара и пример смыслового содержания, решение стандартной двойственной пары двойственным методом, первая теорема двойственности, построение различных двойственных пар	СРС	6	ПК-2	Л1.1 Л1.2
1.11.	Транспортная задача: отыскание начального опорного решения транспортной задачи методом «северо-западного угла» (диагональный метод) и методом наименьшей стоимости (метод минимального элемента); решение транспортных задач распределительным методом и методом потенциалов; решение транспортных задач с неправильным балансом.	СРС	8	ПК-2	Л1.1 Л3.1
1.12.	Решение задач о назначениях венгерским методом.	СРС	4	ПК-2	Л1.2
1.13.	Поиск максимального потока сети путем ее постепенного насыщения.	СРС	4	ПК-2	Л1.2
1.14.	Выполнение контрольной работы по дисциплине «Системный анализ и исследование операций» (задания №1–2).	СРС	10	ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л2.2 Л3.1
Модуль 2. Системы массового обслуживания – 50 (6+44) часов					
2.1.	<u>Лекция 3. Принятие решений в условиях риска. Потоки событий. Системы массового обслуживания (СМО)</u> Стохастические модели принятия решений; примеры. Понятие о марковском случайном процессе. Примеры марковского процесса с дискретным множеством состояний и непрерывным временем. Вероятности переходов и предельные вероятности. Стохастическая матрица. Уравнения Колмогорова и	Лек.	2	ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л3.1

	нормировочное условие. Поток событий. Интенсивность потока; примеры. Простейший поток событий – свойства стационарности, ординарности и отсутствия последствия; примеры. Понятие СМО. Поток заявок и время обслуживания заявки; примеры. Классификация и примеры СМО разных типов. Схема гибели-размножения и формулы предельных вероятностей для неё. СМО с отказами: определение, граф и показатели эффективности работы. Формулы Эрланга. Одноканальная СМО с очередью: определение, граф, критерий ограничения по длине очереди и показатели эффективности работы. Многоканальная СМО с очередью: определение, граф, критерий ограничения по длине очереди и показатели эффективности работы. Формулы Литтла.				
2.2.	<u>Практическое занятие 3. Процессы гибели-размножения и СМО с отказами</u> Вычисление предельных вероятностей состояний СМО, работающей по схеме гибели-размножения. Решение задач с одноканальной и многоканальной СМО с отказами: вычисление предельных вероятностей состояний, построение графа и определение показателей эффективности работы.	ПЗ	2	ПК-2	Л1.1 Л3.1
2.3.	<u>Практическое занятие 4. СМО с очередью</u> Решение задач с одноканальной и многоканальной СМО с очередью: проверка ограничения по длине очереди, вычисление предельных вероятностей состояний, построение графа и определение показателей эффективности работы.	ПЗ	2	ПК-2	Л1.1 Л3.1
2.4.	Пуассоновское распределение числа событий на произвольном интервале времени простейшего потока. Показательное распределение интервалов между последовательными наступлениями событий в простейшем потоке. Марковское свойство показательного распределения; примеры.	СРС	4	ПК-2	Л1.1 Л3.1
2.5.	Вычисление предельных вероятностей состояний СМО с помощью уравнений Колмогорова и нормировочного условия.	СРС	4	ПК-2	Л3.1
2.6.	Построение математической модели динамической задачи и ее решение методом динамического программирования.	СРС	6	ПК-2	Л1.1 Л2.2
2.7.	Принятие решений в условиях многокритериальности. Примеры. Редукция множества альтернатив; метод анализа иерархий и метод ELECTRE. Парето-оптимальное подмножество множества допустимых решений. Скаляризация векторного критерия оптимизации. Линейная и мультипликативная свертки. Метод идеальной точки. Выделение главного критерия и сведение задачи выбора к задаче математического программирования. Метод последовательных уступок и схема компромиссов. Лексикографическое ранжирование.	СРС	10	ПК-2	Л1.2 Л2.2

2.8.	Основные понятия теории игр – игра, ход, стратегия. Конечные и бесконечные игры, антагонистические игры. Основное допущение теории игр. Кorteжное определение игры. Платежная матрица игры. Принцип гарантированного результата (принципы максимина и минимакса). Необходимое и достаточное условие наличия седловой точки, цена игры. Чистые и смешанные стратегии. Основная теорема теории игр (теорема Дж. фон Неймана о существовании решения конечной игры двух лиц с нулевой суммой). Доминирующие и дублирующие стратегии. Сведение антагонистической матричной игры к задаче линейного программирования.	СРС	10	ПК-2	Л1.1 Л2.1
2.9.	Выполнение контрольной работы по дисциплине «Системный анализ и исследование операций» (задания №3–4).	СРС	10	ПК-2	Л1.1 Л3.1
Зачет					
Итого – 108 часов					

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Рекомендуемая литература				
5.1.1. Основная литература				
Код	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Кол.
Л1.1	Бабенышев С.В., Матеров Е.Н.	Системный анализ и исследование операций: учебное пособие	Железногорск: Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2022	Э1
Л1.2	Кузнецов А.С.	Введение в теорию принятия решений и методы оптимизации (элементы информационных технологий поиска эффективных решений): учебное пособие	Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2023	Э2
5.1.2. Дополнительная литература				
Код	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Кол.
Л2.1	Стронгин Р.Г.	Исследование операций и модели экономического поведения: учебное пособие, 4-е изд.	Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2024	Э3
Л2.2	Литовка Ю.В., Майстренко Н.В., Егоров С.Я.	Математические методы исследования операций: учебное пособие	Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2023	Э4
5.1.3. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающегося				
Код	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Кол.
Л3.1	Ефимов С.В.	Методические указания и контрольные задания	Ростов-на-Дону:	Э5

		по выполнению контрольной работы по дисциплине «Системный анализ и исследование операций»	ПЦ СКФ МТУСИ, 2025	
5.2. Электронные образовательные ресурсы				
Э1	https://www.iprbookshop.ru/123097.html			
Э2	https://www.iprbookshop.ru/138819.html			
Э3	https://www.iprbookshop.ru/142271.html			
Э4	https://www.iprbookshop.ru/141053.html			
Э5	https://elib.mtuci.ru/ для зарегистрированных пользователей корпоративной почты СКФ МТУСИ			
5.3. Программное обеспечение				
СКФ МТУСИ обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства:				
П.1	MS Excel – с лицензией			
П.2	MS Word – с лицензией			

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины	
6.1 МТО лекционных занятий	
1	Лекционная аудитория, оснащенная проектором, ПК (ноутбуком), экраном.
6.2 МТО практических занятий	
1	Учебные аудитории, оборудованные компьютерной техникой, с возможностью подключения к сети «Интернет», и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СКФ МТУСИ
6.3 МТО рубежных контролей и зачетов	
1	Учебные аудитории, оборудованные компьютерной техникой, с возможностью подключения к сети «Интернет», и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СКФ МТУСИ
6.4 МТО самостоятельной работы студентов	
	Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СКФ МТУСИ

7. Оценочные материалы
Оценочные материалы и перечень видов оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в Приложении 1 к рабочей программе дисциплины.

8. Методические рекомендации по освоению дисциплины
Методические рекомендации по освоению дисциплины представлены в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины.

9. Особенности реализации дисциплины (модуля) при обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Рабочая программа дисциплины при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. При обучении лиц с ограниченными

возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания.

Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.).

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме.

При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочесть задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).

10. Дополнения и изменения в Рабочей программе

Лист актуализации рабочей программы дисциплины Б1.В.04 «Системный анализ и исследование операций» для использования в 20__/20__ учебном году

Утверждаю

Зам. директора по УР _____
«__» _____ 20__ г.

Направление: 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Профиль: Искусственный интеллект и машинное обучение

Формы обучения: очная, заочная

(Возможны следующие варианты):

а) Рабочая программа действует без изменений.

б) В рабочую программу вносятся следующие изменения:

- 1)
- 2)
- 3)

Разработчик (и): _____
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«__» _____ 20__ г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры _____

Протокол № _____ от «__» _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____

Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине 1.1 Шкала оценивания компетенций

Оценка	Уровень освоения компетенции	Критерии оценивания
«Отлично»	Высокий уровень	Обучающийся показывает всестороннее, систематическое и глубокое знание основного и дополнительного учебного материала, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные программой; усвоил основную и знаком с дополнительной рекомендованной литературой; может объяснить взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для последующей профессиональной деятельности; проявляет творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного материала.
«Хорошо»	Повышенный уровень	Обучающийся показывает достаточный уровень знаний в пределах основного учебного материала, без существенных ошибок выполняет предусмотренные в программе задания; усвоил основную литературу, рекомендованную в программе; способен объяснить взаимосвязь основных понятий дисциплины при дополнительных вопросах преподавателя. Допускает несущественные погрешности в ответах, устраняет их без помощи преподавателя.
«Удовлетворительно»	Пороговый уровень	Обучающийся показывает знания основного учебного материала в минимальном объеме, необходимом для дальнейшей учебы; справляется с выполнением заданий, предусмотренных программой, допуская при этом большое количество не принципиальных ошибок; знаком с основной литературой, рекомендованной программой. Допускает существенные погрешности в ответах, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.
«Неудовлетворительно»	Минимальный уровень не достигнут	Обучающийся обнаруживает пробелы в знаниях основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, не знаком с рекомендованной литературой, не может исправить допущенные ошибки. Как правило, оценка «неудо-

		влетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.
--	--	---

1.2 Показатели, критерии и шкалы оценивания компетенций

Показатели компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания (в баллах)
ПК-2: Способен осуществлять концептуальное, функциональное и логическое проектирование систем среднего и крупного масштаба и сложности		
Знать:		
основы математического аппарата для осуществления проектирования систем разной сложности	Тест №1	Модуль 1 0÷20 «Неудовлетворительно» – 0-7 «Удовлетворительно» – 8-11 «Хорошо» – 12-15 «Отлично» – 16-20
	Тест №2	Модуль 2 0÷20 «Неудовлетворительно» – 0-8 «Удовлетворительно» – 9-12 «Хорошо» – 13-16 «Отлично» – 17-20
Уметь:		
применять теоретические знания и современные технологии для проведения проектирования (логического, функционального) систем разной сложности	Контрольная работа №1	Модуль 1 0÷15 «Неудовлетворительно» – 0-5 «Удовлетворительно» – 6-8 «Хорошо» – 9-11 «Отлично» – 12-15
	Контрольная работа №2	Модуль 2 0÷15 «Неудовлетворительно» – 0-5 «Удовлетворительно» – 6-8 «Хорошо» – 9-11 «Отлично» – 12-15
Владеть:		
навыками проведения проектных работ систем среднего и крупного масштаба и сложности	Контрольная работа №1	Модуль 1 0÷15 «Неудовлетворительно» – 0-5 «Удовлетворительно» – 6-8 «Хорошо» – 9-11 «Отлично» – 12-15
	Контрольная работа №2	Модуль 2 0÷15 «Неудовлетворительно» – 0-5 «Удовлетворительно» – 6-8 «Хорошо» – 9-11

		«Отлично» – 12-15
	Зачет	0÷100 «Не зачтено» – 0-40 «Зачтено» – 41-100

1.3 Оценочные материалы: типовые контрольные задания, иные материалы

1.3.1 Оценочные материалы текущего контроля для очной формы обучения

Модуль 1 (50 баллов):

Модуль содержит 4 лекционных и 9 практических занятий, на последнем из которых дается контрольная работа №1. Знание лекционного материала оценивается с помощью теста №1, состоящего из 10 вопросов, максимальное количество баллов за тест составляет 20. Максимальное количество баллов за контрольную работу №1 составляет 30. Общее максимальное количество баллов за модуль 1 составляет 50.

1) Тестовый контроль №1 (ПК-2):

- К основным задачам системного анализа относятся ...
 - 1) декомпозиция систем;
 - 2) определение целей и критериев эффективности;
 - 3) решение систем линейных дифференциальных уравнений;
 - 4) решение систем линейных алгебраических уравнений.
- Декомпозиция системы – это ...
 - 1) разрушение системы;
 - 2) собирание нескольких систем в одну общую систему;
 - 3) разбиение сложной системы на более простые и управляемые части;
 - 4) управление системой с помощью нормативных актов (законодательства).
- Критерий оптимальности решения задачи оптимизации – это ...
 - 1) целевая функция;
 - 2) множество допустимых решений;
 - 3) оптимальное значение целевой функции;
 - 4) оптимальное решение задачи.
- Опорным решением СЛУ называется ...
 - 1) ноль-вектор;
 - 2) частное решение с нулевым базисом;
 - 3) правая часть СЛУ;
 - 4) частное решение с нулевыми свободными переменными.
- Опорное решение неоднородной СЛУ ...
 - 1) является частным решением СЛУ;
 - 2) содержит нулевую координату;
 - 3) содержит значения только базисных неизвестных;
 - 4) может быть ноль-вектором.
- Для поиска опорных решений СЛУ применяются методы ...
 - 1) ложного базиса;
 - 2) Крамера;
 - 3) модифицированных Жордановых исключений;
 - 4) дополнительных переменных.
- Генеральный элемент преобразования МЖИ ...
 - 1) может быть равен 0;
 - 2) может быть положительным;
 - 3) может быть отрицательным;
 - 4) всегда положительный.
- В СЛУ $\begin{cases} x_3 + x_2 = 3 \\ x_1 - x_2 = 5 \end{cases}$ выделен базис ...
 - 1) x_1, x_3 ;
 - 2) x_2 ;
 - 3) x_1, x_2 ;
 - 4) x_2, x_3 .

9. СЛУ $\begin{cases} x_1 - x_3 = 2 \\ x_2 + x_3 = -3 \end{cases}$ равносильна СЛУ с выделенным базисом $x_1, x_3 \dots$
- 1) $\begin{cases} x_1 - x_3 = 2 \\ x_3 + x_2 = -3 \end{cases}$; 2) $\begin{cases} x_3 + x_2 = -3 \\ x_1 + x_2 = -1 \end{cases}$; 3) $\begin{cases} x_1 - x_2 = 1 \\ x_3 - x_2 = 3 \end{cases}$; 4) $\begin{cases} x_1 + x_2 = -1 \\ x_3 + x_2 = -3 \end{cases}$.
10. Опорным решением СЛУ $\begin{cases} x_1 - x_2 + x_4 = 1 \\ x_3 + x_2 + 2x_4 = 4 \end{cases}$ с базисом x_1, x_4 является ...
- 1) $(-1; 0; 0; 2)$; 2) $(0; -1; 5; 0)$; 3) $(1; 0; 4; 0)$; 4) $(2; 0; 6; -1)$.
11. Одним из опорных решений СЛУ $\begin{cases} x_1 + x_3 = 1 \\ x_2 + x_3 = -1 \end{cases}$ является ...
- 1) $(0; 0; 1)$; 2) $(1; -1; 0)$; 3) $(0; -1; 1)$; 4) $(3; 1; -2)$.
12. В основе поиска неотрицательных опорных решений СЛУ лежат принципы ...
- 1) минимального симплексного отношения; 2) положительности генерального столбца; 3) положительности генеральной строки; 4) положительности генерального элемента.
13. Неотрицательными опорными решениями СЛУ $\begin{cases} x_1 + x_3 = 2 \\ x_2 - 2x_3 = -1 \end{cases}$ являются ...
- 1) $(2; -1; 0)$; 2) $(2; 1; 0)$; 3) $(0; 3; 2)$; 4) $(3/2; 0; 1/2)$.
14. Вершиной канонического многогранника $\{A\bar{x} = \bar{b}, \bar{x} \geq \bar{0}\}$ является ...
- 1) начало координат;
2) опорное решение однородной СЛУ $A\bar{x} = \bar{0}$;
3) неотрицательное опорное решение СЛУ $A\bar{x} = \bar{b}$;
4) неотрицательное опорное решение однородной СЛУ $A\bar{x} = \bar{0}$.
15. Для перехода от линейных неравенств к линейным уравнениям применяется метод ...
- 1) ложного базиса; 2) дополнительных переменных;
3) замены переменных; 4) прямоугольников.
16. Для поиска вершин стандартного многогранника $\{A\bar{x} \leq \bar{b}, \bar{x} \geq \bar{0}\}$ применяются ...
- 1) метод ложного базиса;
2) метод дополнительных переменных;
3) метод Крамера;
4) переход к каноническому многограннику $\{A'\bar{x}' = \bar{b}', \bar{x}' \geq \bar{0}\}$ в пространстве большей размерности.
17. Вершинами многогранника $\{x_1 + x_2 - x_4 = 3, -x_1 + 2x_3 + 2x_4 = 2, \bar{x} \geq \bar{0}\}$ являются ...
- 1) $(0; 0; 0; 0)$; 2) $(0; 3; 1; 0)$; 3) $(0; 4; 0; 1)$; 4) $(-2; 5; 0; 0)$.
18. Вершинами многогранника $\{2x_1 + x_2 + x_3 \leq 4, 2x_1 + x_2 - x_3 = 0, \bar{x} \geq \bar{0}\}$ являются ...
- 1) $(1; 0; 2)$; 2) $(0; 0; 0)$; 3) $(1/2; 1; 2)$; 4) $(1; -2; 0)$.
19. Задачей линейного программирования называется задача на максимум или минимум ...
- 1) с линейными ограничениями;
2) с линейной функцией цели;
3) с линейной функцией цели и ограничениями неотрицательности переменных;
4) с линейной функцией цели и линейными ограничениями.

20. Оптимальным решением (оптимальным планом) задачи линейного программирования называется ...
- 1) максимальное или минимальное значение функции цели;
 - 2) точка максимума или минимума функции цели;
 - 3) начало координат;
 - 4) значение функции цели в начале координат.
21. Канонической ЗЛП называется ЗЛП с ограничениями ...
- 1) $A\bar{x} \leq \bar{b}, \bar{x} \geq \bar{0}$;
 - 2) $A\bar{x} \leq \bar{b}$;
 - 3) $A\bar{x} = \bar{b}$;
 - 4) $A\bar{x} = \bar{b}, \bar{x} \geq \bar{0}$.
22. Стандартной ЗЛП называется ЗЛП с ограничениями ...
- 1) $A\bar{x} \leq \bar{b}, \bar{x} \geq \bar{0}$;
 - 2) $A\bar{x} \leq \bar{b}$;
 - 3) $A\bar{x} = \bar{b}$;
 - 4) $A\bar{x} = \bar{b}, \bar{x} \geq \bar{0}$.
23. ЗЛП $f(\bar{x}) = \bar{c}\bar{x} \rightarrow \max, A\bar{x} \leq \bar{b}, \bar{x} \geq \bar{0}$ является ...
- 1) стандартной;
 - 2) канонической;
 - 3) двойственной;
 - 4) ложной.
24. Для перехода от произвольной ЗЛП к канонической ЗЛП применяются методы ...
- 1) модифицированных Жордановых исключений;
 - 2) дополнительных переменных;
 - 3) ложного базиса;
 - 4) замены переменных.
25. Задачей симплекс-метода является ...
- 1) полный перебор всех вершин;
 - 2) полный перебор вершин с нулевой координатой;
 - 3) перебор вершин с улучшением функции цели;
 - 4) полный перебор вершин без нулевых координат.
26. Симплексная таблица канонической ЗЛП содержит ...
- 1) функцию цели как свободную переменную;
 - 2) строку целевой функции;
 - 3) функцию цели как базисную переменную;
 - 4) столбец целевой функции.
27. Для увеличения функции цели необходимо, чтобы ...
- 1) генеральная строка оканчивалась положительным элементом;
 - 2) генеральный столбец оканчивался положительным элементом;
 - 3) генеральная строка оканчивалась нулем;
 - 4) генеральный столбец оканчивался отрицательным элементом.
28. Для уменьшения функции цели необходимо, чтобы ...
- 1) генеральная строка оканчивалась положительным элементом;
 - 2) генеральный столбец оканчивался положительным элементом;
 - 3) генеральная строка оканчивалась нулем;
 - 4) генеральный столбец оканчивался отрицательным элементом.
29. Признаком оптимальной симплексной таблицы задачи на максимум является ...
- 1) положительное значение функции цели;
 - 2) неотрицательная строка оценок;
 - 3) неположительная строка оценок;
 - 4) целое значение функции цели.
30. Признаком оптимальной симплексной таблицы задачи на минимум является ...
- 1) отрицательное значение функции цели;
 - 2) неотрицательная строка оценок;
 - 3) неположительная строка оценок;
 - 4) целое значение функции цели.
31. Если генеральный столбец оканчивается нулем, то функция цели ...
- 1) уменьшится;
 - 2) увеличится;
 - 3) не изменится;
 - 4) станет равной нулю.
32. Если генеральная строка оканчивается нулем, то функция цели ...
- 1) примет оптимальное значение;
 - 2) увеличится в задаче на максимум;

- 3) уменьшится в задаче на минимум; 4) не изменит свое значение.

33. Оптимальное решение некоторой канонической задачи на максимум содержится в симплексной таблице ...

1)	2)	3)	4)																																																																
<table> <tr> <th>св 6</th><th>x_3</th><th>x_4</th><th>1</th></tr> <tr> <th>x_1</th><td>2</td><td>-1</td><td>7</td></tr> <tr> <th>x_2</th><td>3</td><td>5</td><td>8</td></tr> <tr> <th>f</th><td>0</td><td>-2</td><td>4</td></tr> </table>	св 6	x_3	x_4	1	x_1	2	-1	7	x_2	3	5	8	f	0	-2	4	<table> <tr> <th>св 6</th><th>x_3</th><th>$-x_4$</th><th>1</th></tr> <tr> <th>x_1</th><td>2</td><td>-1</td><td>7</td></tr> <tr> <th>x_2</th><td>3</td><td>5</td><td>8</td></tr> <tr> <th>f</th><td>0</td><td>2</td><td>4</td></tr> </table>	св 6	x_3	$-x_4$	1	x_1	2	-1	7	x_2	3	5	8	f	0	2	4	<table> <tr> <th>св 6</th><th>x_3</th><th>x_4</th><th>1</th></tr> <tr> <th>x_1</th><td>2</td><td>-1</td><td>7</td></tr> <tr> <th>$-x_2$</th><td>3</td><td>5</td><td>8</td></tr> <tr> <th>f</th><td>0</td><td>2</td><td>4</td></tr> </table>	св 6	x_3	x_4	1	x_1	2	-1	7	$-x_2$	3	5	8	f	0	2	4	<table> <tr> <th>св 6</th><th>x_3</th><th>$-x_4$</th><th>1</th></tr> <tr> <th>x_1</th><td>2</td><td>-1</td><td>7</td></tr> <tr> <th>x_2</th><td>3</td><td>5</td><td>8</td></tr> <tr> <th>f</th><td>0</td><td>-2</td><td>4</td></tr> </table>	св 6	x_3	$-x_4$	1	x_1	2	-1	7	x_2	3	5	8	f	0	-2	4
св 6	x_3	x_4	1																																																																
x_1	2	-1	7																																																																
x_2	3	5	8																																																																
f	0	-2	4																																																																
св 6	x_3	$-x_4$	1																																																																
x_1	2	-1	7																																																																
x_2	3	5	8																																																																
f	0	2	4																																																																
св 6	x_3	x_4	1																																																																
x_1	2	-1	7																																																																
$-x_2$	3	5	8																																																																
f	0	2	4																																																																
св 6	x_3	$-x_4$	1																																																																
x_1	2	-1	7																																																																
x_2	3	5	8																																																																
f	0	-2	4																																																																

34. Оптимальное решение некоторой канонической задачи на минимум содержится в симплексной таблице ...

1)	2)	3)	4)																																																																
<table> <tr> <th>св 6</th><th>x_3</th><th>x_4</th><th>1</th></tr> <tr> <th>x_1</th><td>2</td><td>-1</td><td>7</td></tr> <tr> <th>x_2</th><td>3</td><td>5</td><td>8</td></tr> <tr> <th>f</th><td>0</td><td>-2</td><td>4</td></tr> </table>	св 6	x_3	x_4	1	x_1	2	-1	7	x_2	3	5	8	f	0	-2	4	<table> <tr> <th>св 6</th><th>x_3</th><th>x_4</th><th>1</th></tr> <tr> <th>x_1</th><td>2</td><td>-1</td><td>7</td></tr> <tr> <th>x_2</th><td>3</td><td>5</td><td>8</td></tr> <tr> <th>f</th><td>0</td><td>2</td><td>4</td></tr> </table>	св 6	x_3	x_4	1	x_1	2	-1	7	x_2	3	5	8	f	0	2	4	<table> <tr> <th>св 6</th><th>x_3</th><th>x_4</th><th>1</th></tr> <tr> <th>x_1</th><td>2</td><td>-1</td><td>7</td></tr> <tr> <th>$-x_2$</th><td>3</td><td>5</td><td>8</td></tr> <tr> <th>f</th><td>0</td><td>-2</td><td>4</td></tr> </table>	св 6	x_3	x_4	1	x_1	2	-1	7	$-x_2$	3	5	8	f	0	-2	4	<table> <tr> <th>св 6</th><th>x_3</th><th>$-x_4$</th><th>1</th></tr> <tr> <th>x_1</th><td>2</td><td>-1</td><td>7</td></tr> <tr> <th>x_2</th><td>3</td><td>5</td><td>8</td></tr> <tr> <th>f</th><td>0</td><td>-2</td><td>4</td></tr> </table>	св 6	x_3	$-x_4$	1	x_1	2	-1	7	x_2	3	5	8	f	0	-2	4
св 6	x_3	x_4	1																																																																
x_1	2	-1	7																																																																
x_2	3	5	8																																																																
f	0	-2	4																																																																
св 6	x_3	x_4	1																																																																
x_1	2	-1	7																																																																
x_2	3	5	8																																																																
f	0	2	4																																																																
св 6	x_3	x_4	1																																																																
x_1	2	-1	7																																																																
$-x_2$	3	5	8																																																																
f	0	-2	4																																																																
св 6	x_3	$-x_4$	1																																																																
x_1	2	-1	7																																																																
x_2	3	5	8																																																																
f	0	-2	4																																																																

35. Оптимальным решением задачи линейного программирования $f(\bar{x}) = x_1 - x_2 \rightarrow \max$ при ограничениях $2x_1 - x_2 + x_3 = 1$, $x_1 + 3x_2 + x_4 = 4$, $\bar{x} \geq \bar{0}$ является ...

- 1) $(1/2; 1; 1; 7/2)$; 2) $(0; 0; 1; 4)$; 3) $(1/2; 0; 0; 7/2)$; 4) $1/2$.

36. Вектор $(3; 0; 0; 1)$ является оптимальным решением канонической задачи ...

1)	2)	3)	4)																																																																																
<table> <tr> <th>св 6</th><th>$-$</th><th>$-$</th><th>1</th></tr> <tr> <th>x_2</th><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <th>x_3</th><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <th>x_1</th><td>5</td><td>-1</td><td>3</td></tr> <tr> <th>x_4</th><td>2</td><td>4</td><td>1</td></tr> <tr> <th>f</th><td>3</td><td>1</td><td>7</td></tr> </table> на максимум	св 6	$-$	$-$	1	x_2				x_3				x_1	5	-1	3	x_4	2	4	1	f	3	1	7	<table> <tr> <th>св 6</th><th>x_1</th><th>x_4</th><th>1</th></tr> <tr> <th>x_2</th><td>5</td><td>-1</td><td>3</td></tr> <tr> <th>x_3</th><td>2</td><td>4</td><td>1</td></tr> <tr> <th>f</th><td>3</td><td>1</td><td>7</td></tr> </table> на максимум	св 6	x_1	x_4	1	x_2	5	-1	3	x_3	2	4	1	f	3	1	7	<table> <tr> <th>св 6</th><th>x_1</th><th>x_4</th><th>1</th></tr> <tr> <th>x_2</th><td>5</td><td>-1</td><td>3</td></tr> <tr> <th>x_3</th><td>2</td><td>4</td><td>1</td></tr> <tr> <th>f</th><td>3</td><td>1</td><td>7</td></tr> </table> на минимум	св 6	x_1	x_4	1	x_2	5	-1	3	x_3	2	4	1	f	3	1	7	<table> <tr> <th>св 6</th><th>$-$</th><th>$-$</th><th>1</th></tr> <tr> <th>x_2</th><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <th>x_3</th><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <th>x_1</th><td>5</td><td>-1</td><td>3</td></tr> <tr> <th>x_4</th><td>2</td><td>4</td><td>1</td></tr> <tr> <th>f</th><td>3</td><td>1</td><td>7</td></tr> </table> на минимум	св 6	$-$	$-$	1	x_2				x_3				x_1	5	-1	3	x_4	2	4	1	f	3	1	7
св 6	$-$	$-$	1																																																																																
x_2																																																																																			
x_3																																																																																			
x_1	5	-1	3																																																																																
x_4	2	4	1																																																																																
f	3	1	7																																																																																
св 6	x_1	x_4	1																																																																																
x_2	5	-1	3																																																																																
x_3	2	4	1																																																																																
f	3	1	7																																																																																
св 6	x_1	x_4	1																																																																																
x_2	5	-1	3																																																																																
x_3	2	4	1																																																																																
f	3	1	7																																																																																
св 6	$-$	$-$	1																																																																																
x_2																																																																																			
x_3																																																																																			
x_1	5	-1	3																																																																																
x_4	2	4	1																																																																																
f	3	1	7																																																																																

37. Начальное опорное решение транспортной задачи можно найти ...

- 1) методом дополнительных переменных; 2) методом ложного базиса;
3) методом «северо-западного угла»; 4) методом замены переменных.

38. Начальное опорное решение транспортной задачи можно найти ...

- 1) методом наименьшей стоимости; 2) по правилу Лопиталья;
3) по закону Архимеда; 4) методом прогнозирования.

39. Стоимость перевозок по плану

Потребители Поставщики	B_1	B_2	Запасы
A_1	20 ²	10 ⁵	30
A_2	40 ³	10 ¹	50

Потребности	60	20	80
-------------	----	----	----

равна ...

- 1) 80; 2) 160; 3) 220; 4) 880.

40. Опорным решением транспортной задачи

Потребители Поставщики	B_1	B_2	Запасы
A_1	2	5	70
A_2	3	1	30
Потребности	40	60	100

является ...

1)

Потребители Поставщики	B_1	B_2	Запасы
A_1	2 40	1 30	70
A_2	3	5 30	30
Потребности	40	60	100

2)

Потребители Поставщики	B_1	B_2	Запасы
A_1	2 30	1 40	70
A_2	3 10	5 20	30
Потребности	40	60	100

3)

Потребители Поставщики	B_1	B_2	Запасы
A_1	2 40	1	70
A_2	3	5 60	30
Потребности	40	60	100

4)

Потребители Поставщики	B_1	B_2	Запасы
A_1	2	1 70	70
A_2	3 30	5	30
Потребности	40	60	100

41. Оптимальное решение транспортной задачи существует ...

- 1) всегда;
 2) только для достаточно дорогих перевозок;
 3) только для достаточно дешевых перевозок;
 4) только при равенстве количества поставщиков и потребителей.
42. Оптимальное решение транспортной задачи можно найти ...
 1) распределительным методом; 2) методом исключения поставщиков;
 3) методом наименьших квадратов; 4) методом случайной выборки.
43. Оптимальное решение транспортной задачи можно найти ...
 1) методом исключенного третьего; 2) методом потенциалов;
 3) методом Крамера; 4) методом случайного отбора.
44. Если в условии транспортной задачи с правильным балансом имеется М поставщиков и N потребителей, то количество базисных переменных равно ...
 1) $M+N$; 2) $M-N$; 3) $M+N-1$; 4) $M+N+1$.
45. Если в условии транспортной задачи имеется 2 поставщика и 3 потребителя, то количество базисных переменных равно ...
 1) 2; 2) 3; 3) 4; 4) 5.
46. Оптимальным решением транспортной задачи

Потребители Поставщики	B_1	B_2	Запасы
A_1	2	1	70
A_2	3	5	30
Потребности	40	60	100

является ...

1)

Потребители Поставщики	B_1	B_2	Запасы
A_1	40 2	30 1	70
A_2	3	30 5	30
Потребности	40	60	100

2)

Потребители Поставщики	B_1	B_2	Запасы
A_1	10 2	60 1	70
A_2	30 3	5	30
Потребности	40	60	100

Потребители Поставщики	B_1	B_2	Запасы
A_1	20 2	50 1	70
A_2	20 3	10 5	30

3)

Потребности	40	60	100
-------------	----	----	-----

4)

Потребители Поставщики	V_1	V_2	Запасы
A_1	30 ²	40 ¹	70
A_2	10 ³	50 ⁵	30
Потребности	40	60	100

47. Для решения транспортных задач с неправильным балансом используются ...
- 1) фиктивный поставщик;
 - 2) исключение лишнего поставщика;
 - 3) фиктивный потребитель;
 - 4) исключение лишнего потребителя.

48. Максимальный поток сети равен ...
- 1) пропускной способности максимальной дуги;
 - 2) пропускной способности минимальной дуги;
 - 3) пропускной способности максимального сечения;
 - 4) пропускной способности минимального сечения.

49. Максимальный поток сети ...
- 1) равен пропускной способности максимального сечения;
 - 2) равен пропускной способности минимального сечения;
 - 3) всегда проходит через дугу с максимальной пропускной способностью;
 - 4) всегда проходит через дугу с минимальной пропускной способностью.

50. Задана матрица пропускных способностей сети:

Вершины	Вершины	1	2	3	4
Источник	1		2	5	
	2	5			3
	3	1			2
Сток	4		1	4	

Тогда максимальный поток сети равен ...

- 1) 2;
- 2) 4;
- 3) 5;
- 4) 8.

2) Вопросы для контрольной работы №1 (ПК-2):

1. Найти опорные решения СЛУ
- $$\begin{cases} x_1 + 2x_2 - 5x_3 = 3 \\ 3x_1 + x_2 - 2x_3 = 4 \\ 2x_1 - x_2 + 3x_3 = 1 \end{cases}$$

2. Найти неотрицательные опорные решения СЛУ
- $$\begin{cases} x_1 + x_2 + 5x_3 - 4x_4 = 1 \\ 2x_1 + x_2 - x_3 + 3x_4 = 2 \end{cases}$$

3. Найти вершины многогранника $\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 \leq 3 \\ 2x_1 - x_2 + x_3 \geq 2 \\ x_1 + x_2 - x_3 = 1 \end{cases}$

4. Решить ЗЛП $f(\bar{x}) = 2x_1 + x_2 + x_3 \rightarrow \max$ при ограничениях $\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 \leq 2 \\ 2x_1 + 2x_2 + x_3 \geq 2, \bar{x} \geq \bar{0} \\ x_1 + x_2 - x_3 = 0 \end{cases}$

5. Решить ЗЛП $f(\bar{x}) = 2x_1 + 5x_2 \rightarrow \min$ при ограничениях $\begin{cases} x_1 + 4x_2 \geq 6 \\ x_1 + 2x_2 \geq 4 \end{cases}, \bar{x} \geq \bar{0}$

6. Решить транспортную задачу

Потребители Поставщики	B ₁	B ₂	B ₃	Запасы
A ₁	2	5	2	70
A ₂	3	1	4	20
A ₃	1	3	3	10
Потребности	40	10	50	100

7. Решить транспортную задачу

Потребители Поставщики	B ₁	B ₂	B ₃	Запасы
A ₁	2	5	2	60
A ₂	3	1	4	20
Потребности	40	10	50	80 100

8. Решить транспортную задачу

Потребители Поставщики	B ₁	B ₂	Запасы
A ₁	2	5	70
A ₂	3	1	20
A ₃	1	3	10
Потребности	40	20	100 60

9. Восстановить сеть по матрице её пропускных способностей, найти максимальный поток сети и указать его реализацию:

Вершины Вершины	1	2	3	4	5	6
Источник 1		7	4	2		
2	3		8	4	2	
3	6	8			2	
4	5	9			8	4
5		5	2	3		5
Сток 6				6	7	

Модуль 2 (50 баллов):

Модуль содержит 4 лекционных и 7 практических занятий, на последнем из которых дается контрольная работа №2. Знание лекционного материала оценивается с помощью теста №2, состоящего из 10 вопросов, максимальное количество баллов за тест составляет 20. Максимальное количество баллов за контрольную работу №2 составляет 30. Общее максимальное количество баллов за модуль 2 составляет 50.

1) Тестовый контроль №2 (ПК-2):

1. Случайный процесс без последствия, происходящий в некоторой системе, называется также ...

- 1) марковским; 2) пуассоновским; 3) ординарным; 4) стационарным.

2. Если на любом промежутке времени вероятность наступления того или иного числа событий зависит только от длины этого промежутка и не зависит от расположения этого промежутка на временной шкале, то поток событий называется ...

- 1) стационарным; 2) однородным; 3) ординарным; 4) равномерным.

3. Если вероятность того, что за элементарный промежуток времени наступит более одного события, пренебрежимо мала по сравнению с вероятностью наступления одного события, то поток таких событий называется ...

- 1) ординарным; 2) однородным; 3) стационарным; 4) равномерным.

4. Если для любых двух непересекающихся промежутков времени число событий, попадающих на один промежуток, не зависит от числа событий, попадающих на другой промежуток, то поток событий называется потоком ...

- 1) без последствия; 2) ординарным; 3) стационарным; 4) равномерным.

5. Поток событий, обладающий свойствами стационарности, ординарности и отсутствия последствия, называется ...

- 1) простейшим; 2) однородным; 3) равномерным; 4) сложным.

6. Пуассоновским потоком событий называется ...

- 1) ординарный поток без последствия; 2) ламинарный поток;
3) равномерный поток без последствия; 4) турбулентный поток.

7. Заявкой на обслуживание в СМО может быть ...

- 1) подготовка к экзамену; 2) запись на приём к нотариусу;
3) звонок на данный телефонный номер; 4) отказ от услуг эвакуатора.

8. Поток заявок в СМО является ...

- 1) случайным; 2) убывающим; 3) предсказуемым; 4) возрастающим.

9. Число каналов СМО может быть равно ...

- 1) 0; 2) 2; 3) только чётному числу; 4) только 1.

10. Число всевозможных состояний двухканальной СМО с отказами равно ...

- 1) $+\infty$; 2) 1; 3) 3; 4) 2.

11. Длительность промежутка времени ожидания обслуживания заявки в СМО ...

- 1) не менее 2 минут; 2) известна заранее;
3) зависит от числа каналов СМО; 4) является случайной величиной.

12. Длительность промежутка времени обслуживания заявки в СМО ...

- 1) не менее 1 минуты;
 - 2) зависит от числа каналов СМО;
 - 3) известна заранее;
 - 4) является случайной величиной.
13. Для СМО с состояниями S_0, S_1, S_2 нормировочное условие ...
- 1) имеет вид $p_0(t_0) + p_1(t_1) + p_2(t_2) = 1$;
 - 2) выполняется в любой момент времени t ;
 - 3) выполняется только при $t \rightarrow +\infty$;
 - 4) выполняется только при $t = 0$.
14. Для СМО с состояниями S_0, S_1, S_2, S_3 нормировочное условие имеет вид ...
- 1) $p_0(t) + p_1(t) + p_2(t) + p_3(t) = 1$;
 - 2) $p_0(t_0) + p_1(t_1) + p_2(t_2) + p_3(t_3) = 1$;
 - 3) $p_0(t) + p_1(t) + p_2(t) + p_3(t) = 0$;
 - 4) $p_0(t_0) + p_1(t_1) + p_2(t_2) + p_3(t_3) = 0$.
15. Предельные вероятности состояний СМО определяются как пределы вероятностей $p_i(t)$ при ...
- 1) $i \rightarrow 0$;
 - 2) $i \rightarrow +\infty$;
 - 3) $t \rightarrow 0$;
 - 4) $t \rightarrow +\infty$.
16. Предельные вероятности состояний любой СМО с конечным графом можно найти с помощью
- 1) модели гибели-размножения;
 - 2) формул Литтла;
 - 3) уравнений Колмогорова;
 - 4) уравнений Колмогорова и нормировочного условия.
17. Если у СМО 2 состояния, то их предельные вероятности можно найти с помощью ...
- 1) формул Литтла;
 - 2) модели гибели-размножения;
 - 3) формул Крамера;
 - 4) формул Эрланга.
18. Пусть состояния СМО S_0 и S_1 , а интенсивности переходов $\lambda_{01}=5$ и $\lambda_{10}=7$. Тогда ...
- 1) $p'_0(t) = 7p_1(t) - 5p_0(t)$;
 - 2) $p'_0(t) = 7p_0(t) + 5p_1(t)$;
 - 3) $p'_0(t) = 5p_0(t) - 7p_1(t)$;
 - 4) $p'_0(t) = 5p_0(t) + 7p_1(t)$.
19. Пусть состояния СМО S_0 и S_1 , а интенсивности переходов $\lambda_{01}=8$ и $\lambda_{10}=3$. Тогда ...
- 1) $p'_1(t) = 3p_1(t) - 8p_0(t)$;
 - 2) $p'_1(t) = 3p_0(t) + 8p_1(t)$;
 - 3) $p'_1(t) = 8p_0(t) - 3p_1(t)$;
 - 4) $p'_1(t) = 8p_0(t) + 3p_1(t)$.
20. Цепочка гибели-размножения допускает число состояний СМО, равное ...
- 1) 10;
 - 2) 0;
 - 3) 1;
 - 4) 2.
21. Процесс гибели-размножения допускает прямые переходы ...
- 1) из состояния S_1 в состояние S_0 ;
 - 2) из состояния S_2 в состояние S_0 ;
 - 3) из состояния S_4 в состояние S_5 ;
 - 4) из состояния S_5 в состояние S_3 .
22. Если в цепочке гибели-размножения наблюдаются 3 возможных состояния, то число прямых переходов равно ...
- 1) 6;
 - 2) 4;
 - 3) 3;
 - 4) 2.
23. Если СМО работает по модели гибели-размножения и известны интенсивности двух переходов $\lambda_{23}=7$ и $\lambda_{32}=10$, то ...
- 1) $7p_2 = 10p_3$;
 - 2) $\lambda_{12}=7$ и $\lambda_{21}=10$;
 - 3) $10p_2 = 7p_3$;
 - 4) $10p_2 + 7p_3 = 1$.
24. Если в трёхканальной СМО с отказами $\lambda_{01}=5$ и $\lambda_{10}=6$, то ...
- 1) $\lambda_{23}=15$ и $\lambda_{32}=18$;
 - 2) $\lambda_{23}=5$ и $\lambda_{32}=18$;
 - 3) $\lambda_{23}=15$ и $\lambda_{32}=6$;
 - 4) $\lambda_{23}=5$ и $\lambda_{32}=6$.

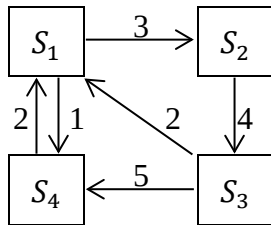
25. Если СМО 4-канальная с отказами и $\lambda = \lambda_{01} = 6$, $\mu = \lambda_{10} = 3$, то ...
 1) $p_3 = 2p_2$; 2) $p_3 = 0,5p_2$; 3) $p_3 = 3p_2/2$; 4) $p_3 = 2p_2/3$.
26. Если СМО трёхканальная с отказами и $\lambda = \lambda_{01} = 10$, $\mu = \lambda_{10} = 5$, то ...
 1) $p_2 = p_0/10$; 2) $p_2 = 2p_0$; 3) $p_2 = p_0/50$; 4) $p_2 = 50p_0$.
27. Если в СМО с отказами $\lambda_{23} = 15$ и $\lambda_{32} = 12$, то ...
 1) $\lambda_{01} = 5$ и $\lambda_{10} = 4$; 2) $\lambda_{01} = 5$ и $\lambda_{10} = 12$; 3) $\lambda_{01} = 15$ и $\lambda_{10} = 4$; 4) $\lambda_{01} = 15$ и $\lambda_{10} = 12$.
28. Если СМО двухканальная с отказами и $\lambda = \lambda_{01} = 2/\text{мин}$, $\mu = \lambda_{10} = 5/\text{мин}$, то среднее время обслуживания одной заявки равно ...
 1) 30 с; 2) 12 с; 3) 10 с; 4) 6 с.
29. Если СМО двухканальная с отказами и $\lambda = \lambda_{01} = 3/\text{мин}$, а предельная интенсивность потока заявок $\rho = 0,75$, то среднее время обслуживания одной заявки равно ...
 1) 5 с; 2) 10 с; 3) 15 с; 4) 20 с.
30. Если в СМО с отказами интенсивность потока заявок 4/мин, а вероятность отказа в обслуживании заявки 0,2, то абсолютная пропускная способность СМО равна ...
 1) 4/мин; 2) 0,05 мин; 3) 3,2/мин; 4) 0,8/мин.
31. Если в СМО с отказами предельная интенсивность потока заявок $\rho = 4$, а вероятность обслуживания заявки $Q = 0,8$, то среднее число занятых каналов СМО равно ...
 1) 3,2; 2) 4,8; 3) 0,2; 4) 5.
32. Если в одноканальной СМО с неограниченной очередью определены предельные вероятности состояний, то предельная интенсивность потока заявок ρ может быть равна ...
 1) 2; 2) 1; 3) 0,7; 4) 1,7.
33. Число различных состояний одноканальной СМО с неограниченной очередью ...
 1) бесконечно; 2) равно 2; 3) равно 1; 4) равно интенсивности потока заявок.
34. Если в одноканальной СМО с неограниченной очередью $\lambda = \lambda_{01} = 3/\text{мин}$ и $\mu = \lambda_{10} = 4/\text{мин}$, то среднее время нахождения заявки в СМО равно ...
 1) 1 мин; 2) 15 с; 3) 20 с; 4) 4 мин.
35. Если в одноканальной СМО с неограниченной очередью $\lambda = \lambda_{01} = 3$ и $\mu = \lambda_{10} = 6$, то среднее число заявок на обслуживании равно ...
 1) 2; 2) 0,5; 3) 1; 4) 0.
36. Число различных состояний 5-канальной СМО с неограниченной очередью равно ...
 1) 30; 2) 6; 3) 5; 4) бесконечно.
37. Если в 3-канальной СМО с неограниченной очередью $\lambda = \lambda_{01} = 5$ и $\mu = \lambda_{10} = 4$, то ...
 1) очередь не может расти бесконечно; 2) $p_3 = 5p_2$; 3) $p_3 = 5p_2/12$; 4) $p_3 = 4p_2$.
38. Если в 4-канальной СМО с неограниченной очередью $\lambda = \lambda_{01} = 7$ и $\mu = \lambda_{10} = 3$, то ...
 1) $p_3 = 7p_2/9$; 2) $p_3 = 7p_2$; 3) очередь не может расти бесконечно; 4) $p_3 = 7p_2/3$.
39. Если в СМО с неограниченной очередью $\mu = \lambda_{10} = 5/\text{мин}$, то среднее время обслуживания одной заявки равно ...
 1) 30 с; 2) 12 с; 3) 10 с; 4) 6 с.

40. Если в СМО с неограниченной очередью $\lambda = \lambda_{01} = 3/\text{мин}$, а предельная интенсивность потока заявок $\rho = 0,75$, то среднее время обслуживания одной заявки равно ...

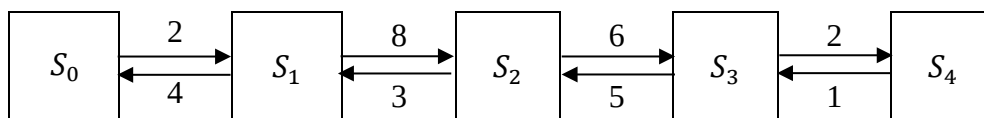
- 1) 5 с; 2) 10 с; 3) 15 с; 4) 20 с.

2) Вопросы для контрольной работы №2 (ПК-2):

1. Найти предельные вероятности состояний СМО



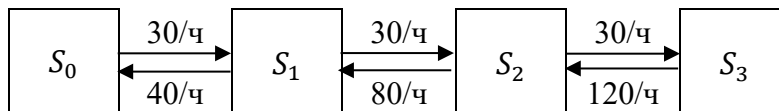
2. Найти предельные вероятности состояний СМО



3. В офисе подключен телефон, при занятости которого звонок отклоняется. Интенсивность звонков в офис составляет 35 звонков в час, а средняя продолжительность разговора по телефону – 1,5 мин. Найти предельные вероятности состояний и показатели эффективности работы офиса. Построить граф состояний.

4. Звонки в офис распределяются между 3 операторами, при занятости которых звонки отклоняются. Интенсивность звонков в офис составляет 45 звонков в час, а средняя продолжительность разговора – 2 мин. Найти предельные вероятности состояний и показатели эффективности работы офиса. Построить граф состояний.

5. СМО представлена графом состояний

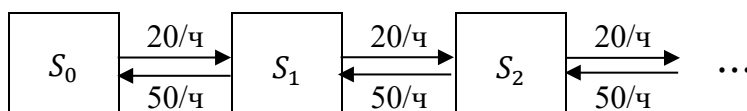


Определить тип СМО и количество каналов обслуживания. Найти предельные вероятности состояний и показатели эффективности работы СМО.

6. В офисе подключен телефон, при занятости которого заявка на переговоры становится в очередь. Интенсивность звонков в офис составляет 20 звонков в час, а средняя продолжительность разговора по телефону – 2 мин. Может ли очередь заявок расти бесконечно? Найти предельные вероятности состояний и показатели эффективности работы офиса. Построить граф состояний.

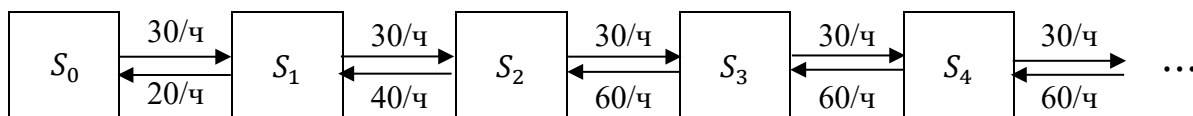
7. Звонки в офис распределяются между 3 операторами, при занятости которых заявки на переговоры становятся в очередь. Интенсивность звонков в офис составляет 60 звонков в час, а средняя продолжительность разговора – 2,5 мин. Может ли очередь заявок расти бесконечно? Найти предельные вероятности состояний и показатели эффективности работы офиса. Построить граф состояний.

8. СМО представлена графом состояний



Определить тип СМО и количество каналов обслуживания. Найти предельные вероятности состояний и показатели эффективности работы СМО.

9. СМО представлена графом состояний



Определить тип СМО и количество каналов обслуживания. Найти предельные вероятности состояний и показатели эффективности работы СМО.

1.3.2 Вопросы, выносимые на зачет по дисциплине «Системный анализ и исследование операций» (промежуточная аттестация):

1. Теоретический вопрос (ПК-2)

1. Предмет, основные задачи и понятия системного анализа.
2. Принципы декомпозиции систем.
3. Проблема выбора оптимальных решений. Множество допустимых решений. Критерий эффективности решения.
4. Градиентные методы оптимизации функции нескольких переменных.
5. Постановка задачи линейного программирования. План, допустимый план, оптимальный план. Каноническая и стандартная задачи линейного программирования.
6. Пример смыслового содержания, приводящий к задаче линейного программирования. Графическое решение задачи линейного программирования.
7. Опорные решения системы линейных уравнений и их поиск с помощью симплексных таблиц.
8. Неотрицательные опорные решения системы линейных уравнений и вершины многогранника.
9. Решение канонической задачи линейного программирования симплекс-методом.
10. Решение произвольных задач линейного программирования симплекс-методом.
11. Постановка транспортной задачи по критерию стоимости и методы отыскания её начального опорного решения.
12. Решение транспортных задач распределительным методом.
13. Решение транспортных задач методом потенциалов.
14. Решение транспортных задач с неправильным балансом.
15. Потoki в сетях. Алгоритм поиска максимального потока сети путем её постепенного насыщения.
16. Сечение сети и формулировка теоремы Форда-Фалкерсона.
17. Потoki событий и их разновидности.
18. Пуассоновское распределение числа событий на произвольном интервале времени простейшего потока.
19. Показательное распределение интервалов между последовательными наступлениями событий в простейшем потоке.
20. Понятие системы массового обслуживания. Поток заявок и время обслуживания заявки; примеры. Классификация и примеры СМО разных типов.
21. Системы массового обслуживания и процессы в них. Марковский случайный процесс.
22. Вероятности состояний системы массового обслуживания и предельные вероятности состояний.
23. Уравнения Колмогорова и нормировочное условие.
24. Процессы гибели-размножения.
25. Система массового обслуживания с отказами и её граф. Формулы Эрланга.
26. Показатели эффективности работы системы массового обслуживания с отказами.

27. Одноканальная система массового обслуживания с неограниченной очередью, её граф и критерий существования предельных вероятностей её состояний.
28. Показатели эффективности работы одноканальной системы массового обслуживания с неограниченной очередью. Формулы Литтла.
29. Многоканальная система массового обслуживания с неограниченной очередью, её граф и критерий существования предельных вероятностей её состояний.
30. Показатели эффективности работы многоканальной системы массового обслуживания с неограниченной очередью. Формулы Литтла.

2. Первое практическое задание (ПК-2)

1. Решить ЗЛП $f(\bar{x}) = 2x_1 + x_2 + x_3 \rightarrow \max$ при ограничениях
$$\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 \leq 2 \\ 2x_1 + 2x_2 + x_3 \geq 2, \quad \bar{x} \geq \bar{0}. \\ x_1 + x_2 - x_3 = 0 \end{cases}$$

2. Решить ЗЛП $f(\bar{x}) = 2x_1 + 5x_2 \rightarrow \min$ при ограничениях
$$\begin{cases} x_1 + 4x_2 \geq 6 \\ x_1 + 2x_2 \geq 4, \quad \bar{x} \geq \bar{0}. \end{cases}$$

3. Решить транспортную задачу

Потребители Поставщики	В ₁	В ₂	В ₃	Запасы
A ₁	2	5	2	70
A ₂	3	1	4	20
A ₃	1	3	3	10
Потребности	40	10	50	100

4. Решить транспортную задачу

Потребители Поставщики	В ₁	В ₂	В ₃	Запасы
A ₁	2	5	2	60
A ₂	3	1	4	20
Потребности	40	10	50	80 100

5. Решить транспортную задачу

Потребители Поставщики	В ₁	В ₂	Запасы
A ₁	2	5	70
A ₂	3	1	20
A ₃	1	3	10
Потребности	40	20	100 60

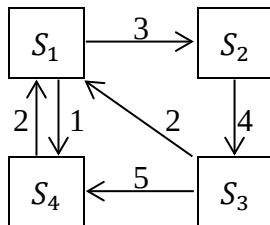
6. Восстановить сеть по матрице её пропускных способностей, найти максимальный поток сети и указать его реализацию:

Вершины	1	2	3	4	5	6
Вершины						

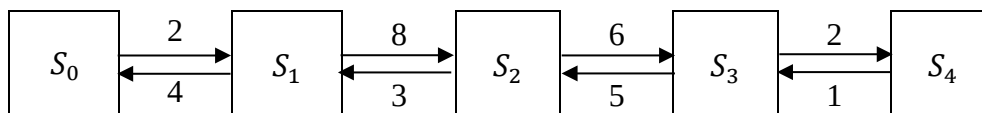
Источник 1		7	4	2		
2	3		8	4	2	
3	6	8			2	
4	5	9			8	4
5		5	2	3		5
Сток 6				6	7	

3. Второе практическое задание (ПК-2)

1. Найти предельные вероятности состояний СМО



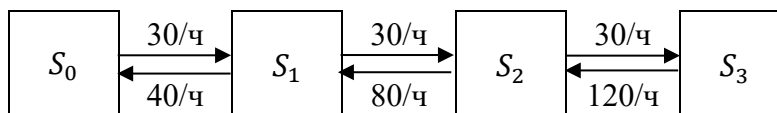
2. Найти предельные вероятности состояний СМО



3. В офисе подключен телефон, при занятости которого звонок отклоняется. Интенсивность звонков в офис составляет 35 звонков в час, а средняя продолжительность разговора по телефону – 1,5 мин. Найти предельные вероятности состояний и показатели эффективности работы офиса. Построить граф состояний.

4. Звонки в офис распределяются между 3 операторами, при занятости которых звонки отклоняются. Интенсивность звонков в офис составляет 45 звонков в час, а средняя продолжительность разговора – 2 мин. Найти предельные вероятности состояний и показатели эффективности работы офиса. Построить граф состояний.

5. СМО представлена графом состояний

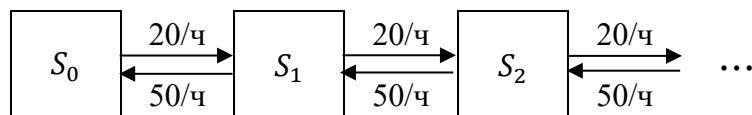


Определить тип СМО и количество каналов обслуживания. Найти предельные вероятности состояний и показатели эффективности работы СМО.

6. В офисе подключен телефон, при занятости которого заявка на переговоры становится в очередь. Интенсивность звонков в офис составляет 20 звонков в час, а средняя продолжительность разговора по телефону – 2 мин. Может ли очередь заявок расти бесконечно? Найти предельные вероятности состояний и показатели эффективности работы офиса. Построить граф состояний.

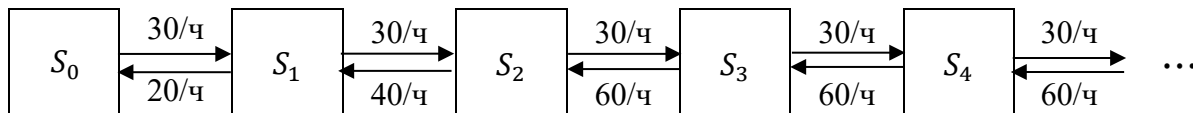
7. Звонки в офис распределяются между 3 операторами, при занятости которых заявки на переговоры становятся в очередь. Интенсивность звонков в офис составляет 60 звонков в час, а средняя продолжительность разговора – 2,5 мин. Может ли очередь заявок расти бесконечно? Найти предельные вероятности состояний и показатели эффективности работы офиса. Построить граф состояний.

8. СМО представлена графом состояний



Определить тип СМО и количество каналов обслуживания. Найти предельные вероятности состояний и показатели эффективности работы СМО.

9. СМО представлена графом состояний



Определить тип СМО и количество каналов обслуживания. Найти предельные вероятности состояний и показатели эффективности работы СМО.

1.4 Оценочные материалы для заочной формы обучения

1.4.1 Контрольная работа по дисциплине «Системный анализ и исследование операций» (ПК-2).

Выполнение указанной контрольной работы является необходимым условием допуска студента на зачет. Методические указания и контрольные задания по выполнению данной контрольной работы размещены в корпоративной почте СКФ МТУСИ по адресу elib.mtuci.ru.

Типовые задания контрольной работы по дисциплине «Системный анализ и исследование операций»:

1. Решить задачу линейного программирования $f(\bar{x}) = 2x_1 + x_2 + x_3 \rightarrow \max$ при ограничении

$$\text{ях} \begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 \leq 2 \\ 2x_1 + 2x_2 + x_3 \geq 2, \quad \bar{x} \geq \bar{0}. \\ x_1 + x_2 - x_3 = 0 \end{cases}$$

2. Решить транспортную задачу

Потребители Поставщики	В ₁	В ₂	В ₃	Запасы
A ₁	2	5	2	60
A ₂	3	1	4	20
Потребности	40	10	50	80 100

3. Звонки в офис распределяются между 3 операторами, при занятости которых звонки отклоняются. Интенсивность звонков в офис составляет 45 звонков в час, а средняя продолжительность разговора – 2 мин. Найти предельные вероятности состояний и показатели эффективности работы офиса. Построить граф состояний.

4. Звонки в офис распределяются между 3 операторами, при занятости которых заявки на переговоры становятся в очередь. Интенсивность звонков в офис составляет 60 звонков в час, а средняя продолжительность разговора – 2,5 мин. Может ли очередь заявок расти бесконечно? Найти предельные вероятности состояний и показатели эффективности работы офиса. Построить граф состояний.

1.4.2 Вопросы, выносимые на зачет по дисциплине «Системный анализ и исследование операций» (промежуточная аттестация):

1. Теоретический вопрос (ПК-2)

1. Предмет, основные задачи и понятия системного анализа.
2. Принципы декомпозиции систем.
3. Проблема выбора оптимальных решений. Множество допустимых решений. Критерий эффективности решения.
4. Градиентные методы оптимизации функции нескольких переменных.
5. Постановка задачи линейного программирования. План, допустимый план, оптимальный план. Каноническая и стандартная задачи линейного программирования.
6. Пример смыслового содержания, приводящий к задаче линейного программирования. Графическое решение задачи линейного программирования.
7. Опорные решения системы линейных уравнений и их поиск с помощью симплексных таблиц.
8. Неотрицательные опорные решения системы линейных уравнений и вершины многогранника.
9. Решение канонической задачи линейного программирования симплекс-методом.
10. Решение произвольных задач линейного программирования симплекс-методом.
11. Постановка транспортной задачи по критерию стоимости и методы отыскания её начального опорного решения.
12. Решение транспортных задач распределительным методом.
13. Решение транспортных задач методом потенциалов.
14. Решение транспортных задач с неправильным балансом.
15. Потоки в сетях. Алгоритм поиска максимального потока сети путем её постепенного насыщения.
16. Сечение сети и формулировка теоремы Форда-Фалкерсона.
17. Потоки событий и их разновидности.
18. Пуассоновское распределение числа событий на произвольном интервале времени простейшего потока.
19. Показательное распределение интервалов между последовательными наступлениями событий в простейшем потоке.
20. Понятие системы массового обслуживания. Поток заявок и время обслуживания заявки; примеры. Классификация и примеры СМО разных типов.
21. Системы массового обслуживания и процессы в них. Марковский случайный процесс.
22. Вероятности состояний системы массового обслуживания и предельные вероятности состояний.
23. Уравнения Колмогорова и нормировочное условие.
24. Процессы гибели-размножения.
25. Система массового обслуживания с отказами и её граф. Формулы Эрланга.
26. Показатели эффективности работы системы массового обслуживания с отказами.
27. Одноканальная система массового обслуживания с неограниченной очередью, её граф и критерий существования предельных вероятностей её состояний.
28. Показатели эффективности работы одноканальной системы массового обслуживания с неограниченной очередью. Формулы Литтла.
29. Многоканальная система массового обслуживания с неограниченной очередью, её граф и критерий существования предельных вероятностей её состояний.
30. Показатели эффективности работы многоканальной системы массового обслуживания с неограниченной очередью. Формулы Литтла.

2. Первое практическое задание (ПК-2)

1. Решить ЗЛП $f(\bar{x}) = 2x_1 + x_2 + x_3 \rightarrow \max$ при ограничениях
$$\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 \leq 2 \\ 2x_1 + 2x_2 + x_3 \geq 2, \quad \bar{x} \geq \bar{0}. \\ x_1 + x_2 - x_3 = 0 \end{cases}$$

2. Решить ЗЛП $f(\bar{x}) = 2x_1 + 5x_2 \rightarrow \min$ при ограничениях $\begin{cases} x_1 + 4x_2 \geq 6 \\ x_1 + 2x_2 \geq 4 \end{cases}, \bar{x} \geq \bar{0}.$

3. Решить транспортную задачу

Потребители Поставщики	B ₁	B ₂	B ₃	Запасы
A ₁	2	5	2	70
A ₂	3	1	4	20
A ₃	1	3	3	10
Потребности	40	10	50	100

4. Решить транспортную задачу

Потребители Поставщики	B ₁	B ₂	B ₃	Запасы
A ₁	2	5	2	60
A ₂	3	1	4	20
Потребности	40	10	50	80 100

5. Решить транспортную задачу

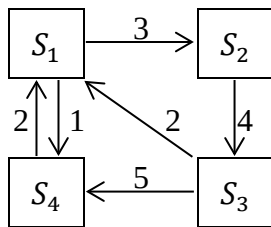
Потребители Поставщики	B ₁	B ₂	Запасы
A ₁	2	5	70
A ₂	3	1	20
A ₃	1	3	10
Потребности	40	20	100 60

6. Восстановить сеть по матрице её пропускных способностей, найти максимальный поток сети и указать его реализацию:

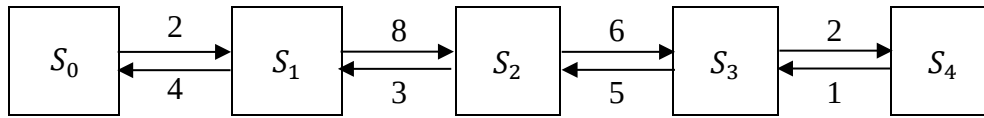
Вершины Вершины	1	2	3	4	5	6
Источник 1		7	4	2		
2	3		8	4	2	
3	6	8			2	
4	5	9			8	4
5		5	2	3		5
Сток 6				6	7	

3. Второе практическое задание (ПК-2)

1. Найти предельные вероятности состояний СМО



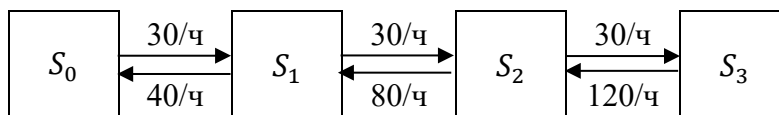
2. Найти предельные вероятности состояний СМО



3. В офисе подключен телефон, при занятости которого звонок отклоняется. Интенсивность звонков в офис составляет 35 звонков в час, а средняя продолжительность разговора по телефону – 1,5 мин. Найти предельные вероятности состояний и показатели эффективности работы офиса. Построить граф состояний.

4. Звонки в офис распределяются между 3 операторами, при занятости которых звонки отклоняются. Интенсивность звонков в офис составляет 45 звонков в час, а средняя продолжительность разговора – 2 мин. Найти предельные вероятности состояний и показатели эффективности работы офиса. Построить граф состояний.

5. СМО представлена графом состояний

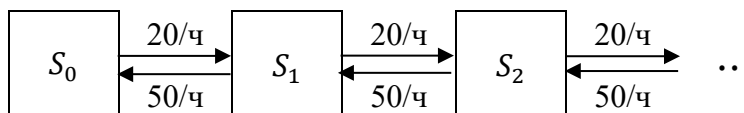


Определить тип СМО и количество каналов обслуживания. Найти предельные вероятности состояний и показатели эффективности работы СМО.

6. В офисе подключен телефон, при занятости которого заявка на переговоры становится в очередь. Интенсивность звонков в офис составляет 20 звонков в час, а средняя продолжительность разговора по телефону – 2 мин. Может ли очередь заявок расти бесконечно? Найти предельные вероятности состояний и показатели эффективности работы офиса. Построить граф состояний.

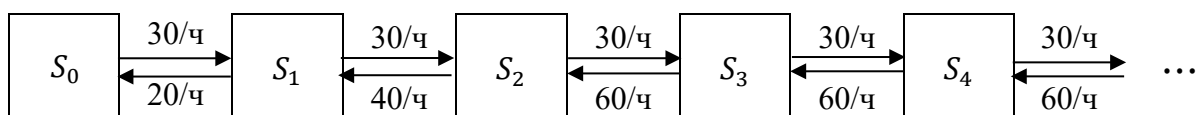
7. Звонки в офис распределяются между 3 операторами, при занятости которых заявки на переговоры становятся в очередь. Интенсивность звонков в офис составляет 60 звонков в час, а средняя продолжительность разговора – 2,5 мин. Может ли очередь заявок расти бесконечно? Найти предельные вероятности состояний и показатели эффективности работы офиса. Построить граф состояний.

8. СМО представлена графом состояний



Определить тип СМО и количество каналов обслуживания. Найти предельные вероятности состояний и показатели эффективности работы СМО.

9. СМО представлена графом состояний



Определить тип СМО и количество каналов обслуживания. Найти предельные вероятности состояний и показатели эффективности работы СМО.

2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

2.1 Порядок и методика проведения текущего контроля и промежуточной аттестации в группах очной формы обучения

Предусмотрены следующие виды контроля:

- текущий контроль по каждому модулю в форме выполнения теста для оценки теоретических знаний;
- текущий контроль по каждому модулю в форме выполнения контрольной работы для оценки практических навыков;
- промежуточная аттестация по дисциплине в форме зачета.

Тесты выполняются в виде короткого письменного ответа. Таким образом, после лекционного курса каждого модуля формируется общая оценка за теоретические знания.

Контрольные работы выполняются в письменном виде с подробными решениями задач. Таким образом, после курса практических занятий каждого модуля формируется общая оценка за практические навыки.

С целью повышения качества обучения за счет побуждения обучающихся к активной текущей учебной работе, четкого и оперативного контроля всего хода учебного процесса, снижения роли случайных и субъективных факторов при оценивании учебной деятельности обучающихся в образовательном процессе реализована модульно-рейтинговая система.

Правила ее использования прописаны в «Положении об МРС».

Набранные обучающимся в течение текущего контроля баллы могут быть переведены в оценку:

- «не зачтено» - от 0 до 40 от максимального количества баллов;
- «зачтено» - от 41 до 100 максимального количества баллов.

Соотношения максимального количества баллов, полученных обучающимся по блокам модулей, показаны в Таблице.

Таблица. Распределение баллов по блокам модулей дисциплины
«Системный анализ и исследование операций»

Модуль	Всего баллов (максимальное значение)	Теоретический блок (тест)	Практический блок (контрольная работа)
Модуль 1	50	20	30
Модуль 2	50	20	30
Зачет	100	100	

Результаты текущего контроля доводятся до сведения обучающихся на последнем занятии до проведения промежуточной аттестации.

На зачете производится оценка компетенции, которая должна быть освоена в процессе изучения. Рекомендуется формировать вопросы в билетах к зачету таким образом, чтобы преподаватель смог полностью оценить компетенцию данной дисциплины.

2.2 Методика проведения зачета в группах заочной формы обучения

Зачет по дисциплине «Системный анализ и исследование операций» у обучающихся заочной формы обучения проводится письменно по классической методике. Вопросы сгруппированы в билетах. В каждом билете содержится по 3 вопроса, скомпонованные таким образом, чтобы преподаватель смог полностью оценить компетенцию данной дисциплины. Количество би-

летов должно быть не менее числа обучающихся в группе. Обучающиеся готовят письменные ответы на вопросы.

3. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета.

Зачет проводится по расписанию экзаменационной сессии в письменном виде. Количество вопросов в билете на зачет – 3. Проверка ответов и объявление результатов производится в день зачета. Результаты промежуточной аттестации заносятся в ведомость на зачет и зачетную книжку обучающегося.

Обучающиеся, не прошедшие промежуточную аттестацию по графику сессии, должны ликвидировать задолженность в установленном порядке.

Образец билета на зачет

	МИНИСТЕРСТВО ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ, СВЯЗИ И МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ Северо-Кавказский филиал ордена Трудового Красного Знамени федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский технический университет связи и информатики»	Утверждаю И.о. зав. кафедрой «ОНП» _____ Денисов Е.А. «___» _____ 20__ г.
Направление подготовки: 09.03.01 Информатика и вычислительная техника Курс: 2 Дисциплина: Системный анализ и исследование операций		
Билет №1 1. Системы массового обслуживания и процессы в них. Марковский случайный процесс. 2. Решить ЗЛП $f(\bar{x}) = 2x_1 + x_2 + x_3 \rightarrow \max$ при ограничениях $\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 \leq 2 \\ 2x_1 + 2x_2 + x_3 \geq 2, \quad \bar{x} \geq \bar{0}. \\ x_1 + x_2 - x_3 = 0 \end{cases}$ 3. Звонки в офис распределяются между 3 операторами, при занятости которых звонки отклоняются. Интенсивность звонков в офис составляет 45 звонков в час, а средняя продолжительность разговора – 2 мин. Найти предельные вероятности состояний и показатели эффективности работы офиса. Построить граф состояний. Доцент каф. «ОНП» _____ Ефимов С.В. «___» _____ 20__ г.		

4. Тестовые задания для проведения оценки сформированности компетенции ПК-2

Тестовые задания позволяют оценить уровень сформированности компетенции ПК-2: Способен осуществлять концептуальное, функциональное и логическое проектирование систем среднего и крупного масштаба и сложности.

На компетенцию ПК-2 сформировано 20 тестовых заданий.

Задания распределены по блокам в соответствии с уровнем сложности. Каждый блок содержит номер задания и текст задания.

Базовый уровень содержит 50 % заданий. Он формируется из заданий с выбором одного или нескольких верных ответов из предложенных или воспроизведения фактического материала (терминология, факты, классификация, параметры и др.).

Повышенный уровень составляет 35 % заданий. В нем используются задания на сопоставление, сравнение, установление последовательности.

Высокий уровень составляет 15 % заданий.

В заданиях используются: решения нетиповых задач, алгоритмы, доказательства, задания с развернутым ответом – определения, перечисление, изображение схемы, структуры и др.

Один комплект тестовых вопросов с указанием правильных ответов хранится у заведующего кафедрой, другой комплект – у преподавателя, ведущего дисциплину.

БЛОК А (базовый уровень) – Задание комбинированного типа с выбором одного или нескольких верных ответов из предложенных вариантов

Инструкция по тестам Блока А: Прочитайте текст и выберите один или несколько правильных ответов

№ задания	Дисциплина	Тексты заданий
1	Б1.В.04 Системный анализ и исследование операций	К основным задачам системного анализа относятся: 1. Декомпозиция систем 2. Определение целей и критериев эффективности 3. Решение систем линейных дифференциальных уравнений 4. Решение систем линейных алгебраических уравнений
2	Б1.В.04 Системный анализ и исследование операций	Задачей линейного программирования называется задача на максимум или минимум: 1. С линейными ограничениями 2. С линейной функцией цели 3. С линейной функцией цели и ограничениями неотрицательности переменных 4. С линейной функцией цели и линейными ограничениями

3	Б1.В.04 Системный анализ и исследование операций	Оптимальное решение некоторой канонической задачи на максимум содержится в симплексной таблице: 1. <table><tr><td> свободные базисные </td><td>x_3</td><td>x_4</td><td>1</td></tr><tr><td>x_1</td><td>2</td><td>-1</td><td>7</td></tr><tr><td>x_2</td><td>3</td><td>5</td><td>8</td></tr><tr><td>f</td><td>0</td><td>-2</td><td>4</td></tr></table> 2. <table><tr><td> свободные базисные </td><td>x_3</td><td>x_4</td><td>1</td></tr><tr><td>x_1</td><td>2</td><td>-1</td><td>7</td></tr><tr><td>x_2</td><td>3</td><td>5</td><td>8</td></tr><tr><td>f</td><td>0</td><td>2</td><td>4</td></tr></table> 3. <table><tr><td> свободные базисные </td><td>x_3</td><td>x_4</td><td>1</td></tr><tr><td>x_1</td><td>2</td><td>-1</td><td>7</td></tr><tr><td>$-x_2$</td><td>3</td><td>5</td><td>8</td></tr><tr><td>f</td><td>0</td><td>2</td><td>4</td></tr></table> 4. <table><tr><td> свободные базисные </td><td>x_3</td><td>$-x_4$</td><td>1</td></tr><tr><td>x_1</td><td>2</td><td>-1</td><td>7</td></tr><tr><td>x_2</td><td>3</td><td>5</td><td>8</td></tr><tr><td>f</td><td>0</td><td>2</td><td>4</td></tr></table>	свободные базисные	x_3	x_4	1	x_1	2	-1	7	x_2	3	5	8	f	0	-2	4	свободные базисные	x_3	x_4	1	x_1	2	-1	7	x_2	3	5	8	f	0	2	4	свободные базисные	x_3	x_4	1	x_1	2	-1	7	$-x_2$	3	5	8	f	0	2	4	свободные базисные	x_3	$-x_4$	1	x_1	2	-1	7	x_2	3	5	8	f	0	2	4
свободные базисные	x_3	x_4	1																																																															
x_1	2	-1	7																																																															
x_2	3	5	8																																																															
f	0	-2	4																																																															
свободные базисные	x_3	x_4	1																																																															
x_1	2	-1	7																																																															
x_2	3	5	8																																																															
f	0	2	4																																																															
свободные базисные	x_3	x_4	1																																																															
x_1	2	-1	7																																																															
$-x_2$	3	5	8																																																															
f	0	2	4																																																															
свободные базисные	x_3	$-x_4$	1																																																															
x_1	2	-1	7																																																															
x_2	3	5	8																																																															
f	0	2	4																																																															
4	Б1.В.04 Системный анализ и исследование операций	Оптимальное решение транспортной задачи можно найти: 1. Методом исключения поставщиков 2. Распределительным методом 3. Методом потенциалов 4. Методом случайного отбора																																																																
5	Б1.В.04 Системный анализ и исследование операций	Если в условии транспортной задачи с правильным балансом имеется М поставщиков и N потребителей, то количество базисных переменных равно: 1. $M+N$ 2. $M-N$ 3. $M+N-1$ 4. $M+N+1$																																																																

6	Б1.В.04 Системный анализ и исследование операций	Поток заявок в систему массового обслуживания является: 1. Случайным 2. Убывающим 3. Предсказуемым 4. Возрастающим
7	Б1.В.04 Системный анализ и исследование операций	Предельные вероятности состояний любой системы массового обслуживания с конечным графом можно найти с помощью: 1. Модели гибели-размножения 2. Уравнений Колмогорова и нормировочного условия 3. Формул Эрланга 4. Формул Литтла
8	Б1.В.04 Системный анализ и исследование операций	Если система массового обслуживания работает по модели гибели-размножения и известны интенсивности двух переходов $\lambda_{23}=7$ и $\lambda_{32}=10$, то: 1. $7p_2 = p_3$ 2. $p_2 = 10p_3$ 3. $10p_2 = 7p_3$ 4. $7p_2 = 10p_3$
9	Б1.В.04 Системный анализ и исследование операций	Если система массового обслуживания трёхканальная с отказами и $\lambda_{01}=\lambda$, $\lambda_{10}=\mu$, то: 1. $\lambda_{23}=\lambda$ 2. $\lambda_{23}=3\lambda$ 3. $\lambda_{32}=\mu$ 4. $\lambda_{32}=3\mu$
10	Б1.В.04 Системный анализ и исследование операций	Если система массового обслуживания с неограниченной очередью и $\lambda_{01}=\lambda$, $\lambda_{10}=\mu$, то среднее время обслуживания одной заявки равно: 1. λ/μ 2. μ/λ 3. $1/\mu$ 4. $1/\lambda$

БЛОК Б (повышенный уровень) – Задание закрытого типа на установление соответствия

Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие

№ задания	Тексты заданий															
11	Установите соответствие между симплексными таблицами 1. <table><tr><td> свободные базисные </td><td>x_3</td><td>x_4</td><td>$\parallel$</td><td>1</td></tr><tr><td>x_1</td><td>2</td><td>-1</td><td>$\parallel$</td><td>7</td></tr><tr><td>x_2</td><td>3</td><td>5</td><td>$\parallel$</td><td>8</td></tr></table>	свободные базисные	x_3	x_4	$\parallel$	1	x_1	2	-1	$\parallel$	7	x_2	3	5	$\parallel$	8
свободные базисные	x_3	x_4	$\parallel$	1												
x_1	2	-1	$\parallel$	7												
x_2	3	5	$\parallel$	8												

	2. <table><tr><th> свободные базисные </th><th>x_2</th><th>x_4</th><th>1</th></tr><tr><td>x_1</td><td>2</td><td>-1</td><td>7</td></tr><tr><td>x_3</td><td>3</td><td>5</td><td>8</td></tr></table> 3. <table><tr><th> свободные базисные </th><th>x_1</th><th>x_4</th><th>1</th></tr><tr><td>x_2</td><td>2</td><td>-1</td><td>7</td></tr><tr><td>x_3</td><td>3</td><td>5</td><td>8</td></tr></table> 4. <table><tr><th> свободные базисные </th><th>x_1</th><th>x_2</th><th>1</th></tr><tr><td>x_3</td><td>2</td><td>-1</td><td>7</td></tr><tr><td>x_4</td><td>3</td><td>5</td><td>8</td></tr></table> и опорными решениями систем линейных уравнений А. $\bar{x} = (0; 7; 8; 0)$, Б. $\bar{x} = (7; 8; 0; 0)$, В. $\bar{x} = (0; 0; 7; 8)$, Г. $\bar{x} = (7; 0; 8; 0)$.	свободные базисные	x_2	x_4	1	x_1	2	-1	7	x_3	3	5	8	свободные базисные	x_1	x_4	1	x_2	2	-1	7	x_3	3	5	8	свободные базисные	x_1	x_2	1	x_3	2	-1	7	x_4	3	5	8
свободные базисные	x_2	x_4	1																																		
x_1	2	-1	7																																		
x_3	3	5	8																																		
свободные базисные	x_1	x_4	1																																		
x_2	2	-1	7																																		
x_3	3	5	8																																		
свободные базисные	x_1	x_2	1																																		
x_3	2	-1	7																																		
x_4	3	5	8																																		
12	Установите соответствие между задачами 1. Поиск опорного решения системы линейных уравнений с невыделенным базисом 2. Поиск оптимального решения задачи линейного программирования 3. Поиск начального опорного решения транспортной задачи 4. Поиск оптимального решения транспортной задачи и применяемыми методами А. Метод «северо-западного угла», Б. Метод потенциалов, В. Метод ложного базиса, Г. Симплекс-метод.																																				
13	Установите соответствие между системами линейных уравнений с выделенным базисом 1. $\{x_1 + 5x_2 + x_3 - 2x_4 = 2,$ 2. $\begin{cases} x_1 + 2x_3 = 3 \\ 5x_2 + x_3 = 4 \end{cases},$ 3. $\begin{cases} x_1 + x_4 + 2x_5 = 3 \\ 5x_2 - x_4 + 8x_5 = 4 \\ 2x_3 + x_4 - x_5 = 7 \end{cases}$ и количеством свободных неизвестных А. 1, Б. 2, В. 3.																																				
14	Установите соответствие между системами массового обслуживания 1. Одноканальная с отказами 2. Трёхканальная с отказами 3. Одноканальная с неограниченной очередью и числом их возможных состояний А. ∞, Б. 4, В. 2.																																				
15	Установите соответствие между показателями эффективности работы n-канальной системы массового обслуживания с отказами 1. Вероятность попадания заявки на обслуживание 2. Абсолютная пропускная способность 3. Среднее число занятых каналов 4. Среднее время обслуживания одной заявки и формулами																																				

	А. $A = \lambda \cdot Q$, Б. $\bar{k} = \frac{A}{\mu} = \rho \cdot Q$, В. $Q = 1 - p_n$, Г. $\bar{t}_{\text{обс}} = \frac{1}{\mu}$.
--	---

БЛОК Б (повышенный уровень) – Задание закрытого типа на установление последовательности

Инструкция: Прочитайте текст и установите правильную последовательность

№ задания	Тексты заданий																																																																																
16	Установите последовательность симплексных таблиц 1. <table><tr><td>свободные</td><td>x_3</td><td>x_4</td><td>1</td></tr><tr><td>базисные</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>x_1</td><td>8</td><td>1</td><td>2</td></tr><tr><td>x_2</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td></tr><tr><td>f</td><td>3</td><td>5</td><td>0</td></tr></table> 2. <table><tr><td>свободные</td><td>x_2</td><td>x_4</td><td>1</td></tr><tr><td>базисные</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>x_1</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td></tr><tr><td>x_3</td><td>3</td><td>5</td><td>4</td></tr><tr><td>f</td><td>8</td><td>1</td><td>5</td></tr></table> 3. <table><tr><td>свободные</td><td>x_1</td><td>x_4</td><td>1</td></tr><tr><td>базисные</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>x_2</td><td>3</td><td>5</td><td>4</td></tr><tr><td>x_3</td><td>8</td><td>1</td><td>5</td></tr><tr><td>f</td><td>5</td><td>4</td><td>10</td></tr></table> 4. <table><tr><td>свободные</td><td>x_1</td><td>x_2</td><td>1</td></tr><tr><td>базисные</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>x_3</td><td>8</td><td>1</td><td>7</td></tr><tr><td>x_4</td><td>3</td><td>5</td><td>8</td></tr><tr><td>f</td><td>5</td><td>4</td><td>4</td></tr></table> по возрастанию значений целевых функций.	свободные	x_3	x_4	1	базисные				x_1	8	1	2	x_2	5	4	3	f	3	5	0	свободные	x_2	x_4	1	базисные				x_1	5	4	3	x_3	3	5	4	f	8	1	5	свободные	x_1	x_4	1	базисные				x_2	3	5	4	x_3	8	1	5	f	5	4	10	свободные	x_1	x_2	1	базисные				x_3	8	1	7	x_4	3	5	8	f	5	4	4
свободные	x_3	x_4	1																																																																														
базисные																																																																																	
x_1	8	1	2																																																																														
x_2	5	4	3																																																																														
f	3	5	0																																																																														
свободные	x_2	x_4	1																																																																														
базисные																																																																																	
x_1	5	4	3																																																																														
x_3	3	5	4																																																																														
f	8	1	5																																																																														
свободные	x_1	x_4	1																																																																														
базисные																																																																																	
x_2	3	5	4																																																																														
x_3	8	1	5																																																																														
f	5	4	10																																																																														
свободные	x_1	x_2	1																																																																														
базисные																																																																																	
x_3	8	1	7																																																																														
x_4	3	5	8																																																																														
f	5	4	4																																																																														
17	Система массового обслуживания представлена графом состояний: S_0 $\xrightleftharpoons[7]{2}$ S_1 $\xrightleftharpoons[3]{1}$ S_2 $\xrightleftharpoons[5]{3}$ S_3 Установите последовательность состояний 1. S_0, 2. S_1, 3. S_2, 4. S_3 в порядке возрастания их предельных вероятностей.																																																																																

БЛОК В (высокий уровень) – Задание открытого типа с развернутым ответом

Инструкция: Прочитайте текст и запишите обоснованный ответ

№ задания	Тексты заданий
-----------	----------------

18	Впишите недостающее слово в определение опорного решения системы линейных уравнений: Опорным решением системы линейных уравнений называется её частное решение с нулевыми значениями _____ неизвестных.
19	Впишите недостающее слово в формулировку теоремы Форда-Фалкерсона: Максимальный поток сети равен пропускной способности её _____ сечения.
20	Впишите недостающее слово в определение интенсивности потока заявок: Интенсивностью потока заявок называется среднее число заявок, поступающих в систему массового обслуживания в единицу _____.

Методика проведения тестирования

Максимальное время выполнения теста – 60 минут.

Количество тестовых заданий в тесте 20.

Для проведения контроля остаточных знаний компьютер формирует в случайном порядке 60 тестовых заданий.

При прохождении тестового контроля знаний обучающийся должен выбрать один или несколько правильных ответов в каждом тестовом задании.

В случае правильного ответа на 17 и более тестовых заданий (81-100% правильных ответов) обучающийся подтверждает освоение компетенций с уровнем «отлично». При ответе на 13-16 тестовых заданий (61-80% правильных ответов) обучающийся подтверждает освоение компетенций с уровнем «хорошо». При ответе на 9-12 тестовых заданий (41-60% правильных ответов) обучающийся подтверждает освоение компетенций с уровнем «удовлетворительно». При ответе на 8 и менее тестовых заданий (0-40% правильных ответов) обучающийся не подтверждает необходимый уровень знаний и оценивается «неудовлетворительно».

Критерии оценивания ответов на тестовые задания ПК-2

Номера заданий	Указания по оцениванию	Результат оценивания (баллы, полученные за выполнение задания/ характеристика правильности ответа)
1-10	Блок А Задания с выбором одного или нескольких верных ответов из предложенных считается верным, если правильно указана цифра или цифры, означающие верные ответы. 50% тестовых заданий.	Совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом; неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.
11-15	Блок Б Задания закрытого типа на установление соответствия считается верным, если правильно установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого). 25% тестовых заданий	Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом; неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

16-17	Блок Б Задания закрытого типа на установление последовательности считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр. 10% тестовых заданий	Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом; если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.
18-20	Блок В Задание открытого типа с развернутым ответом считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте. 15% тестовых заданий	Полный правильный ответ на задание оценивается 1 баллом. Если в ответе используются перечисления, то различный порядок следования правильных ответов в перечислении не считается ошибкой. Если допущена ошибка, ответ неполный, неправильный или отсутствует – 0 баллов.

Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

1. Методические рекомендации преподавателю

Дисциплина «Системный анализ и исследование операций» включает в себя *на очной форме обучения:*

лекционные занятия – 16 часов,
практические занятия – 32 часа,
самостоятельная работа – 60 часов,
промежуточная аттестация – зачет,

на заочной форме обучения:

лекционные занятия – 6 часов,
практические занятия – 8 часов,
самостоятельная работа – 94 часа,
контрольная работа,
промежуточная аттестация – зачет.

При проведении лекций, преподаватель:

- 1) формулирует тему и цель занятия, объявляет учебные вопросы;
- 2) излагает основные теоретические положения;
- 3) с помощью технических средств обучения и/или под запись дает определения основных понятий, расчетных формул;
- 4) проводит примеры из отечественного и зарубежного опыта, дает текущие статистические данные для наглядного и образного представления изучаемого материала;
- 5) в конце занятия выдает вопросы для самостоятельного изучения.

На практических занятиях работа, осуществляемая в учебной аудитории под руководством преподавателя, направлена на углубление знаний, рассмотренных на лекции, и овладение определенными навыками. Цель практических занятий – проверить уровень овладения обучающимися материалом, закрепить полученные знания и умения, провести связь между теоретическими положениями и их практическим применением, выработать новые практические умения, сформировать навыки самостоятельной работы, самоконтроля и самообучения.

Во время выполнения заданий в учебной аудитории обучающийся может консультироваться с преподавателем, определять наиболее эффективные методы решения поставленных задач. Если какая-то часть задания остается не выполненной, обучающийся может продолжить её выполнение во время внеаудиторной самостоятельной работы.

Для оценки полученных знаний и освоения учебного материала по каждому разделу и в целом по дисциплине преподаватель использует формы текущего контроля и контроля знаний обучающихся при проведении промежуточной аттестации.

2. Методические рекомендации обучающимся

Приступая к изучению новой учебной дисциплины, обучающиеся должны ознакомиться с рабочей программой, оценочными материалами, учебной, научной и методической литературой, имеющейся в ЭИОС СКФ МТУСИ,

Глубина усвоения дисциплины зависит от активной и систематической работы обучающегося на лекциях и практических занятиях, а также в ходе самостоятельной работы, по изучению рекомендованной литературы.

2.1 Методические указания для обучающихся по подготовке к лекционным занятиям

Важно сосредоточить внимание на содержании лекции. Это поможет лучше воспринимать учебный материал и уяснить взаимосвязь проблем по всей дисциплине.

Основное содержание лекции целесообразнее записывать в тетради в виде ключевых фраз, понятий, тезисов, обобщений, схем, опорных выводов. Необходимо обращать внимание на термины, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Желательно оставлять в конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющей материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

С целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций необходимо задавать преподавателю уточняющие вопросы. Для закрепления содержания лекции в памяти, необходимо во время самостоятельной работы внимательно прочесть свой конспект и дополнить его записями из учебников и рекомендованной литературы.

Конспектирование читаемых лекций и их последующая доработка способствует более глубокому усвоению знаний, и поэтому являются важной формой учебной деятельности обучающихся.

2.2 Методические указания для обучающихся по подготовке к практическим занятиям

Целью практических занятий является закрепление теоретических знаний, полученных при изучении дисциплины.

При подготовке к практическому занятию целесообразно выполнить следующие рекомендации:

- изучить основную литературу; ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д.;
- при необходимости доработать конспект лекций. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы.

При проведении практических занятий основным методом обучения является самостоятельная работа обучающегося под управлением преподавателя. На них пополняются теоретические знания обучающихся, их умение творчески мыслить, анализировать, обобщать изученный материал, проверяется отношение обучающихся к будущей профессиональной деятельности.

Оценка выполненной работы на очной форме обучения осуществляется преподавателем по результатам выполнения заданий контрольных работ №1 и №2.

3. Методические указания для обучающихся заочной формы обучения по подготовке контрольной работы

Выполнение контрольной работы по дисциплине «Системный анализ и исследование операций» является необходимым условием допуска обучающегося на зачет.

В ходе выполнения контрольной работы обучающийся решает следующие задачи:

- 1) задача линейного программирования,
- 2) транспортная задача,
- 3) вычисление характеристик работы и построение графа состояний офиса по модели системы массового обслуживания с отказами,
- 4) вычисление характеристик работы и построение графа состояний офиса по модели системы массового обслуживания с неограниченной очередью.

Порядок выполнения контрольной работы приведен в методических материалах «Методические указания и контрольные задания по выполнению контрольной работы по дисциплине «Системный анализ и исследование операций», СКФ МТУСИ, 2025».

Электронная версия контрольной работы должна быть размещена обучающимся в его Портфолио на сайте СКФ МТУСИ для рецензирования.

Если у рецензента нет замечаний или замечания незначительные, то он выставляет за контрольную работу оценку «зачтено». Если есть существенные замечания, то выставляется оценка «не допуск», а обучающийся обязан выполнить указания, сделанные рецензентом (внести все исправления и дополнения) и обновленную электронную версию представить на повторную рецензию.

4. Методические рекомендации для обучающихся по самостоятельной работе

Самостоятельная работа обучающихся является составной частью учебной работы и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний и навыков, поиск и приобретение новых знаний, в том числе с использованием автоматизированных обучающих курсов (систем), а также выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям, зачетам и экзаменам.

Самостоятельная работа во внеаудиторное время включает в себя:

- повторение лекционного материала;
- подготовку к практическим занятиям;
- изучение учебной и научной литературы;
- решение задач, выданных на практических занятиях;
- подготовку к тестированию;
- выделение наиболее сложных и проблемных вопросов по изучаемой теме, получение разъяснений и рекомендаций по данным вопросам с преподавателями кафедры на их еженедельных консультациях;
- проведение самоконтроля путем ответов на вопросы текущего контроля знаний, решения представленных в учебно-методических материалах кафедры задач и тестов.

Перед выполнением внеаудиторной самостоятельной работы преподаватель проводит инструктаж (консультацию) с определением цели задания, его содержания, сроков выполнения, основных требований к результатам работы, критериев оценки, форм контроля и перечня источников и литературы.

Обычно постановку задачи обучаемым на проведение самостоятельной работы преподаватель осуществляет на одном из занятий, предшествующих данному.

Методику самостоятельной работы все обучаемые выбирают индивидуально.