

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета энергетики и систем
управления

_____ / А.В. Бурковский /

_____ / 16.02. 2023 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Математические методы системного анализа»

Направление подготовки 27.03.04 Управление в технических системах

Профиль Управление и информатика в технических системах

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2023

Автор программы

_____ / Мурзин / В.Л. Мурзинов

Заведующий кафедрой

Электропривода,

автоматики и управления в

технических системах

_____ / Бурковский / В.Л. Бурковский

Руководитель ОПОП

_____ / Мурзин / Ю.В. Мурзинов

Воронеж 2023

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель изучения дисциплины – овладение студентами концепцией системного подхода к анализу и синтезу сложных технических, производственно-хозяйственных и организационных объектов управления.

Для достижения цели ставятся задачи:

изучение сущности системного подхода к анализу и синтезу сложных систем и его основных положений;

ознакомление с моделями системного анализа;

овладение математическим аппаратом анализа детерминированных систем;

овладение математическим аппаратом анализа стохастических систем.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Математические методы системного анализа» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б.1 учебного плана.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Математические методы системного анализа» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 Способность осуществлять проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований, по выполнению экспериментов и оформлению результатов исследований, осуществлять подготовку проектов планов и программ проведения этих работ.

ПК-3 Способность к определению целесообразности автоматизации процессов управления, к разработке информационного обеспечения автоматизированной системы управления производством и заданий на проектирование её оригинальных компонентов, к контролю ввода её в действие и эксплуатации.

Перечень планируемых результатов обучения и показателей оценивания сформированности компетенций на этапе промежуточной аттестации

№ п/п	Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
1	ПК-1	Знать: сущность системного подхода к исследованию, методы моделирования сложных систем различной природы.
		Уметь: использовать полученные знания для анализа сложных систем
		Владеть: методами сопоставительного анализа сложных систем по многокритериальным показателям качества

2	ПК-3	Знать: математические методы моделирования сложных систем
		Уметь: использовать полученные знания для построения моделей сложных систем
		Владеть: навыками и приёмами практического моделирования и анализа сложных систем

4. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Математические методы системного анализа» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		6
Аудиторные занятия (всего)	54	54
В том числе:		
Лекции	36	36
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Самостоятельная работа	90	90
Курсовая работа	-	-
Виды промежуточной аттестации - экзамен	36	36
Общая трудоемкость:		
академические часы	180	180
зач.ед.	5	5

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Пра к зан.	СРС	Всего, час
1	Введение	Истоки системного анализа. Методические предпосылки и практическая потребность развития системных исследований. Принцип системности, системный подход, теория систем и системный анализ. Предмет и задачи системного анализа. Исходные понятия системно-	2	-	2	4

		го анализа. Определение системы. Её свойства. Элементы и связи системы, структура, входы и выходы, переменные состояния, параметры.				
2	Виды моделей системного анализа	Требования, предъявляемые к моделям и особенности моделирования сложных систем. Классификация моделей, применяемых в системном анализе. Классификационные признаки моделей системного анализа. Модели динамических и нединамических систем. Непрерывные и дискретные модели детерминированных систем, стохастических систем и систем с существенной неопределенностью. Модели систем без учета времени. Имитационные модели.	2	-	2	4
3	Анализ детерминированных систем без учёта времени	<p>Детерминированные системы без учета времени. Типовые задачи анализа. Виды математического программирования. Линейное программирование. Общая постановка задачи линейного программирования и её каноническая форма.</p> <p><u>Самостоятельное изучение.</u> Анализ разрешимости задачи математического программирования.</p> <p>Симплекс метод решения задачи линейного программирования. Сущность метода, процедуры направленного поиска и их графическая интерпретация.</p> <p>Целочисленное программирование. Постановка задачи. Метод Гомори. Сущ-</p>	12	8	31	51

		<p>ность метода и формальный алгоритм.</p> <p>Квадратичное программирование. Постановка задачи и её анализ. Решение задачи методом проекции градиента. Геометрическое программирование. Анализ содержания задачи и способы решения.</p> <p>Нелинейное программирование. Особенности задачи. Методы поиска глобального экстремума.</p> <p>Динамическое программирование. Общая постановка задачи и область применения. Принцип оптимальности Беллмана и функциональное уравнение динамического программирования.</p> <p>Самостоятельное изучение. Бесконечношаговые задачи динамического программирования.</p>				
4	Анализ детерминированных систем с дискретным временем	<p>Детерминированные системы с дискретным временем. Понятие об автомате как математической модели системы. Классификация типов автоматов. Способы задания конечных автоматов: аналитический, табличный, графический, матричный, алгоритмический.</p> <p>Методы анализа конечных автоматов.</p>	4	2	15	21
5	Анализ стохастических систем с дискретным временем	<p>Стохастические системы с дискретным временем. Понятие о вероятностном автомате и его характерные признаки. Методы описания вероятностных автоматов.</p> <p>Задачи анализа вероят-</p>	4	4	15	23

		ностных автоматов и методы их решения.				
6	Анализ стохастических систем с непрерывным временем	<p>Стохастические системы с непрерывным временем. Понятие о системах массового обслуживания (СМО). Характерные признаки и отличительные черты СМО, их основные элементы. Показатели эффективности СМО.</p> <p><u>Самостоятельное изучение.</u> Классификация СМО по способу организации обслуживания, по характеру входного потока или процесса обслуживания.</p> <p>Математическое описание процессов в СМО. Описание потока заявок: виды потоков и их характерные признаки; поток Пуассона, <u>поток Эрланга</u>, нормальный поток - характеристики и свойства. Законы обслуживания в СМО. Описание процесса функционирования СМО. Схема гибели и размножения.</p> <p><u>Самостоятельное изучение.</u> Характеристики СМО, описываемые формулами Литтла.</p> <p>Анализ СМО без очереди и с очередью, ограниченной по длине и по времени ожидания.</p> <p><u>Самостоятельное изучение.</u> Анализ замкнутых СМО.</p> <p>Многоканальные системы обслуживания и СМО с приоритетами. Анализ немарковских СМО.</p>	8	4	15	27
7	Анализ стохастических систем без учё-	Алгебраические модели систем со случайными па-	4	-	10	14

	та времени	<p>раметрами функции цели и ограничений.</p> <p>Методы сведения задач анализа таких систем к детерминированным задачам математического программирования.</p>				
Итого			36	18	90	180

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Не предусмотрено учебным планом.

<h3>7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</h3>				
<h4>7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания</h4>				
<h5>7.1.1 Этап текущего контроля</h5> <p>Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе: «аттестован»; «не аттестован».</p>				
Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Способ оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-1	<p>Знать: сущность системного подхода к исследованию, методы моделирования сложных систем различной природ.</p>	Опрос на практических занятиях	Активная работа на практических занятиях, ответы на теоретические вопросы	Неудовлетворительные ответы на практических занятиях
	<p>Уметь: использовать полученные знания для анализа сложных систем</p>	Решение стандартных практических задач,	Выполнение теста на оценку "отлично",	Выполнение теста на оценку "не-

			"хорошо" или "удовлетворительно".	удовлетворительно".
	Владеть: методами сопоставительного анализа сложных систем по многокритериальным показателям качества	Решение прикладных задач в конкретной предметной области,	Верное решение задач	Задачи не решены
ПК-3	Знать: математические методы моделирования сложных систем	Опрос на практических занятиях	Активная работа на практических занятиях, ответы на теоретические вопросы	Неудовлетворительные ответы на практических занятиях
	Уметь: использовать полученные знания для построения моделей сложных систем	Решение стандартных практических задач,	Выполнение теста на оценку "отлично", "хорошо" или "удовлетворительно".	Выполнение теста на оценку "неудовлетворительно".
	Владеть: навыками и приёмами практического моделирования и анализа сложных систем	Решение прикладных задач в конкретной предметной области,	Верное решение задач	Задачи не решены

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;
«хорошо»;
«удовлетворительно»;
«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность	Способ оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
-------------	---	-------------------	---------	--------	--------	----------

	компетенции					
ПК-1	Знать: сущность системного подхода к исследованию, методы моделирования сложных систем различной природы.	Опрос	Полный ответ. Делаются обоснованные выводы. Демонстрируются глубокие знания.	Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер. Неполный ответ.	Демонстрируются поверхностные знания вопроса. Имеются затруднения с выводами.	Затрудняется ответить
	Уметь: использовать полученные знания для анализа сложных систем	Решение стандартных практических задач в форме теста	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Владеть: методами сопоставительного анализа сложных систем по многокритериальным показателям качества	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-3	Знать: математические методы моделирования сложных систем	Опрос	Полный ответ. Делаются обоснованные выводы. Демонстрируются глубокие знания.	Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер. Неполный ответ.	Демонстрируются поверхностные знания вопроса. Имеются затруднения с выводами.	Затрудняется ответить
	Уметь: использовать полученные знания для построения моделей сложных систем	Решение стандартных практических задач в форме теста	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Владеть: навыками и приёмами практиче-	Решение приклад-	Задачи решены в	Продемонстр иро-	Продемонстрирован	Задачи не ре-

	ского моделирования и анализа сложных систем	ных задач в конкретной предметной области	полном объеме и получены верные ответы	ван верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	верный ход решения в большинстве задач	шены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень вопросов для подготовки к тестированию

Введение

1. Понятие о системном подходе и системотехнике. Примеры системного подхода к исследованию различных объектов.
2. Характерные признаки и отличительные черты системного подхода к исследованию.
3. Понятие о системном подходе. Предмет и задачи системного анализа. Привести пример.
4. Общее определение системы. Её состав и свойства.

Виды моделей системного анализа

1. Определение математической модели. Её элементы.
2. Требования, предъявляемые к модели объекта. Особенности моделирования сложных систем.
3. Классификация моделей, применяемых в системном анализе, по характеру изменения переменных во времени.
4. Классификация моделей, применяемых в системном анализе. Модели детерминированных систем.
5. Классификация моделей, применяемых в системном анализе. Модели стохастических систем.
6. Классификация моделей, применяемых в системном анализе. Модели систем с высокой степенью неопределенности.
7. Классификация моделей, применяемых в системном анализе. Имитационные модели.

Анализ детерминированных систем без учета времени

1. Понятие о детерминированных системах без учета времени и описательная постановка задачи их анализа. Виды математического программирования.
2. Линейное программирование. Каноническая постановка задачи и анализ её разрешимости.
3. Решение задачи линейного программирования методом сплошного перебора вершин многогранника ограничений. Пример.
4. Симплекс-метод решения задачи линейного программирования. Привести при-

мер.

5. Целочисленное программирование. Постановка задачи и методы решения. Пример.

6. Квадратичное программирование. Постановка задачи и анализ путей её решения. Пример анализа.

7. Решение задачи квадратичного программирования методом проекции градиента. Пример.

8. Выпуклое программирование. Постановка задачи и способы решения.

9. Геометрическое программирование. Постановка задачи и способы решения.

10. Нелинейное программирование. Постановка задачи и способы решения.

11. Динамическое программирование. Область применения и общая постановка задачи. Примеры.

12. Принцип оптимальности Беллмана и примеры, поясняющие его сущность.

13. Функциональное уравнение динамического программирования. Примеры его составления и использования.

14. Общий алгоритм решения задачи динамического программирования. Пример.

15. Бесконечношаговые задачи динамического программирования. Способ решения и пример.

Анализ детерминированных систем с дискретным временем

1. Понятие о детерминированных системах с дискретным временем. Конечные автоматы.

2. Классификация конечных автоматов. Примеры автоматов различных типов.

3. Аналитический и табличный способы задания конечных автоматов. Пример.

4. Графический и табличный способы задания конечных автоматов. Пример.

5. Анализ конечных автоматов. Задачи анализа и приёмы их решения на примерах.

Анализ стохастических систем с дискретным временем

1. Понятие о стохастических системах с дискретным временем. Вероятностный автомат и его характерные признаки.

2. Задание вероятностных автоматов. Привести пример, иллюстрирующий способы и приемы описания вероятностных автоматов.

3. Анализ вероятностных автоматов. Задачи анализа и приёмы их решения на примере.

Анализ стохастических систем с непрерывным временем

1. Стохастические системы с непрерывным временем. Понятие о системах массового обслуживания. Характерные признаки и отличительные черты СМО.

2. Определение СМО. Ее основные элементы и показатели эффективности.

3. Классификация СМО по способу организации обслуживания.

4. Классификация СМО по способу организации очереди.

5. Классификация СМО по характеру входного потока заявок, поступающих в СМО.

6. Виды потоков в СМО и их характерные признаки.
7. Количественные характеристики потока заявок, поступающих в СМО.
8. Поток Пуассона. Его характеристики и свойства.
9. Поток Эрланга; его характерные признаки и особенности практического использования.
10. Характеристики СМО, описываемые формулами Литтла.
11. Описание процесса функционирования СМО с помощью схемы гибели и размножения.
12. Анализ СМО без очереди.
13. Анализ СМО с очередью, ограниченной по длине.
14. Анализ СМО с неограниченной очередью. Пример.
15. Анализ СМО с очередью, ограниченной по длине и по времени ожидания.

Пример.

16. Анализ СМО с очередью, ограниченной по времени ожидания. Пример.
17. Анализ замкнутых СМО. Пример.
18. Анализ СМО с приоритетами в очереди.
19. Способы анализа немарковских СМО.

Анализ стохастических систем без учета времени

1. Общая постановка задачи анализа стохастических систем. Анализ систем со случайной функцией цели и значениями ограничений.
2. Анализ полностью стохастических систем. Стохастическая постановка задачи динамического программирования.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Укажите необходимые признаки системы:
 - 1.1. Наличие различных элементов
 - 1.2. Взаимосвязь элементов
 - 1.3. Большое количество элементов
 - 1.4. Выполнение общей функции
2. Укажите три основных признака, характеризующие автономную систему электроснабжения как систему.
3. Что является предметом математического программирования:
 - 3.1. Методы решения задач оптимизации с ограничениями
 - 3.2. Методы составления программ на проблемно-ориентированных языках
 - 3.3. Методы вычислительной математики
 - 3.4. Методы структурного программирования
4. Что является классификационным признаком различных видов математического программирования?
5. Какие виды ограничений используются в канонической постановке задачи линейного программирования:
 - 5.1. Ограничения «меньше-равно»
 - 5.2. Ограничения «больше-равно»

5.3. Ограничения равенства

5.3. Любые ограничения

6. Почему симплекс-метод решения задачи линейного программирования называется симплекс-методом?

7. В задаче линейного программирования 5 переменных, 5 ограничений-равенств, ранг матрицы системы ограничений равен 4. Сколько допустимых решений имеет задача

7.1. Нет решений

7.2. Одно решение

7.3. Два решения

7.4. Бесконечное множество решений.

8. Какие условия необходимы для решения задачи методом динамического программирования:

8.1. Аддитивность критерия

8.2. Мультипликативность критерия

8.3. Отсутствие последействия в процедуре принятия решений

8.4. Представимость решения в виде последовательности шагов

9. Почему задачу динамического программирования решают с «конца»?

10. Какие из нижеперечисленных типовых задач удобно решать методом динамического программирования:

10.1. Задача о снабжении сырьём (транспортная задача)

10.2. Задача о загрузке рюкзака

10.3. Задача коммивояжёра

10.4. Задача о загрузке оборудования

11. Почему динамическое программирование называется динамическим?

12. Что такое конечный автомат:

12.1. Автоматическое устройство с конечным числом состояний

12.2. Автоматическое устройство, состояние которого изменяется в дискретные моменты времени

12.3. Математическая модель

12.4. Устройство, выполняющее логическую функцию.

13. Опишите T-триггер графом.

14. Укажите характерные признаки системы массового обслуживания:

14.1. Наличие устройства обслуживания

14.2. Наличие очереди

14.3. Наличие обслуженных заявок

14.4. Наличие входных заявок

15. К каким видам систем массового обслуживания относится сборочная конвейерная линия:

15.1. Система без очереди

15.2. С очередью, ограниченной по времени ожидания

15.3. С очередью, ограниченной по длине

15.3. Замкнутая система

16. Какие потоки заявок можно описать потоком Пуассона:

16.1. Поток запросов в информационную систему

16.2. Поток ответов информационной системы

16.3. Поток транспорта между перекрёстками

16.4. Поток судов в канале между шлюзами

17. Какие потоки заявок можно описать потоком Эрланга:

17.1. Поток телефонных звонков

17.2. Поток меток времени в дискретных системах

17.3. Поток ударов по колесу при езде по неровной дороге

17.4. Поток поездов по железной дороге

18. Сравниваются одноканальная система без очереди с интенсивностью обслуживания μ и 5-канальная система без очереди с интенсивностью обслуживания μ каждым каналом. Все остальные параметры систем одинаковые. Вероятность обслуживания первой системы по сравнению со второй:

18.1. Выше

18.2. Одинакова

18.3. Ниже

18.4. Ничего определённого сказать нельзя.

19. Как будет изменяться средняя длина очереди в одноканальной системе массового обслуживания с неограниченной очередью, если интенсивность обслуживания равна интенсивности поступления заявок:

19.1. Будет увеличиваться

19.2. Останется постоянной

19.3. Будет уменьшаться

19.4. Будет увеличиваться или уменьшаться в зависимости от случайных факторов.

20. В какой системе вероятность обслуживания заявок выше: в системе с очередью или без очереди?

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Вариант 1.

Задача о производственной программе

Для изготовления каждого из трёх видов изделий используется два вида сырья в известных количествах. Запасы сырья ограничены. Известны также минимальный и максимальный объёмы выпуска каждого изделия, определяемые портфелем заказов и возможностями розничной торговли соответственно, а также размер прибыли от реализации изделия каждого вида. Составить программу выпуска изделий, обеспечивающую получение предприятием максимальной прибыли.

Вариант 2.

Задача об использовании посевной площади

Под посев 4 культур отведено 3 участка земли с известной площадью. Известна также урожайность каждой культуры на каждом участке, прибыль, получаемая от продажи урожая и обязательный план-заказ. Определить, какую площадь на каждом участке следует отвести под каждую культуру, чтобы получить максимальную прибыль.

Вариант 3.

Задача о раскрое материала.

В цех поступили две партии листовой стали для изготовления комплектов из деталей двух видов. Размеры листов и деталей известны. Комплект содержит две детали одного вида и одну деталь другого вида. Определить способ раскроя материала, обеспечивающий получение максимального числа комплектов.

Вариант 4.

Задача о загрузке оборудования.

На станках трёх типов производятся детали двух видов. Количество станков каждого типа и их производительность для каждой детали известны. Обеспечить такую загрузку станков, при которой выпуск изделий, комплектуемых их двух деталей первого типа и одной детали второго типа, будет максимальным.

Вариант 5.

Задача о загрузке рюкзака.

Имеется несколько предметов, обладающих разной полезностью, массой и объёмом. Уложить рюкзак заданного объёма так, чтобы при ограниченной общей массе суммарная полезность уложенных предметов была максимальной.

Вариант 6.

Задача об использовании оборудования.

Предприятию, располагающему определённым числом станков двух типов,

необходимо за заданное время выпустить требуемое количество продукции трех видов. Производительность и расходы на изготовление продукции каждого вида станком каждого типа известны. Требуется распределить время работы станков по изготовлению каждого вида продукции так, чтобы выполнить план с наименьшими затратами.

Вариант 7.

Задача о снабжении сырьём.

Имеются три предприятия и четыре базы, снабжающие предприятия одним видом сырья. Известны потребности предприятий, возможности каждой из баз и затраты на доставку сырья от каждой базы до каждого предприятия. Составить план снабжения предприятий, обеспечивающий минимальные расходы на перевозку сырья.

Вариант 8.

Задача об использовании салфеток.

Для обслуживания посетителей столовой ежедневно требуется определенное количество салфеток. Известны также стоимость срочной (один день), обычной (два дня) стирки, а также стоимость новой салфетки. Составить 5-дневный план использования салфеток, обеспечивающий минимальные затраты на их стирку и приобретение.

Вариант 9.

Задача о пищевом рационе.

Найти самый дешевый количественный состав продуктов, обеспечивающий недельную потребность человека в белках(0,6кг), жирах(0,7кг) и углеводах(2,5кг).

Продукт	Содержание белков, о.е.	Содержание жиров, о.е.	Содержание углеводов, о.е.
Хлеб	0,07	0,01	0,5
Масло	0,06	0,8	0,09
Сахар	-	-	1
Мясо	0,2	0,2	-
Рыба	0,15	0,07	0,02

Вариант 10.

Задача о загрузке оборудования.

Для производства химического продукта используются три технологические линии с различной производительностью. Каждая линия для производства продукта использует одни и те же четыре компонента, но в разных пропорциях. Запасы компонент ограничены. Распределить загрузку оборудования с целью максимального выпуска продукта.

Вариант 11.

Задача о кратчайшем пути.

Имеется сеть дорог, соединяющая 10 пунктов. Длина каждой дороги известна. Найти кратчайший путь между любыми двумя пунктами.

Вариант 12.

Задача о раскрое материала.

Три партии древесины, отличающиеся длиной бревен, требуется распилить поперек на заготовки двух размеров. Найти вариант распиливания бревен, обеспечивающий минимальное количество отходов при выполнении плана выпуска заготовок.

Вариант 13.

Задача об использовании сырья.

За заданное время на имеющихся станках одного типа из ограниченного количества однородного сырья требуется выпустить максимальный объем продукции. При этом часть сырья может быть использована для изготовления дополнительных станков, выпускающих данную продукцию. Время, необходимое для изготовления такого станка известно.

Вариант 14.

Транспортная задача.

Доставка металлолома на завод может производиться непосредственно с нескольких мелких приемных пунктов автотранспортом, а также через крупные перевалочные базы по железной дороге. Стоимость перевозки металлолома от пунктов приема и от баз до завода, а также от пунктов приема до баз известна. Определить план доставки металлолома, обеспечивающий минимальные расходы на транспортировку.

Вариант 15.

Задача о загрузке оборудования.

На станках двух типов производятся изделия трех видов. Число станков каждого типа и их производительность по каждому изделию известны. Известны также минимальный план выпуска каждого изделия и размер прибыли от реализации изделия каждого вида. Требуется так распределить загрузку станков, чтобы получаемая прибыль была максимальной.

Вариант 16.

Задача о пищевом рационе.

Найти самый дешевый количественный состав продуктов, обеспечивающий недельную потребность человека в белках(0,6кг), жирах(0,7кг) и углеводах(2,5кг).

Продукт	Содержание белков, о.е.	Содержание жиров, о.е.	Содержание углеводов, о.е.
Хлеб	0,07	0,01	0,5
Масло	0,06	0,8	0,09

Сахар	-	-	1
Яйца	0,006 (в 1 шт.)	0,005 (в 1 шт.)	-
Рыба	0,15	0,07	0,02

Вариант 17.

Задача о коммивояжёре.

Торговец, выходящий из некоторого первого города, должен посетить каждый из 9 других городов только один раз и вернуться в первый город. Расстояния между всеми городами известны. Определить, в каком порядке обходить города, чтобы пройденное расстояние было минимальным.

Вариант 18.

Задача о закупке сбыте.

Составить обеспечивающий максимальную прибыль план закупки и продажи одного вида товара в течение 4 дней, если известно изменение его отпускной цены и затрат на покупку и хранение в течение этого времени. Вместимость хранилища ограничена.

Вариант 19.

Транспортная задача.

Имеются два предприятия и три базы, доставляющие предприятиям сырьё на автомобилях. Известны потребности предприятий, возможности баз, грузоподъемность автомобилей и затраты на 1км их пробега. Составить план перевозок с минимальными затратами.

Вариант 20.

Задача о назначениях.

Имеются три разные поточные линии, каждая из которых может выпускать три вида макаронных изделий с разной производительностью. Требуется так распределить линии по одной на каждый вид макарон, чтобы суммарная производительность была максимальной.

Вариант 21.

О закреплении за маршрутами.

Три типа автобусов следует распределить между четырьмя междугородными маршрутами так, чтобы при минимальных эксплуатационных расходах выполнить план перевозок по каждому маршруту. Для каждого типа автобуса известны их количество, вместимость, эксплуатационные расходы по каждой линии.

Вариант 22.

Задача о производственной программе.

Цех способен произвести 3 вида изделий с различной производительностью. Прибыль, получаемая от указанных изделий, также различна. Общее число единиц произведенных за сутки всех видов изделий ограничено размерами

склада, а также запасами сырья отдельно для каждого изделия. Определить производственный план цеха, обеспечивающий максимальную прибыль.

Вариант 23.

Задача о загрузке оборудования.

Имеется различное количество станков трёх типов, производящих два вида деталей с различной производительностью. Из двух деталей 1-го вида и одной детали 2-го вида собирают одно изделие. Найти загрузку станков, обеспечивающую максимальный выпуск изделий, если по производственным условиям одновременно может работать только 75% всех имеющихся станков.

Вариант 24.

Задача о снабжении сырьём.

Населенный пункт требуется обеспечить топливом для выработки определенного количества тепла. Найти самый низкий по стоимости план поставки нефти, угля и газа, если теплотворная способность, стоимость, затраты на транспортировку и сжигание этих видов топлива известны.

Вариант 25.

Задача о загрузке теплохода.

Загрузить трюм теплохода контейнерами трёх типов так, чтобы выполнить договор по перевозке каждого вида груза и обеспечить максимальную прибыль от размещения на остающемся свободном месте в трюме дополнительных контейнеров сверх плана. Масса и стоимость груза в разных типах контейнеров различна. Прибыль пропорциональна стоимости груза.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

Введение

1. Понятие о системном подходе и системотехнике. Примеры системного подхода к исследованию различных объектов.

2. Характерные признаки и отличительные черты системного подхода к исследованию.

3. Понятие о системном подходе. Предмет и задачи системного анализа. Привести пример.

4. Общее определение системы. Её состав и свойства.

Виды моделей системного анализа

1. Определение математической модели. Её элементы.
2. Требования, предъявляемые к модели объекта. Особенности моделирования сложных систем.
3. Классификация моделей, применяемых в системном анализе, по характеру изменения переменных во времени.
4. Классификация моделей, применяемых в системном анализе. Модели детерминированных систем.
5. Классификация моделей, применяемых в системном анализе. Модели стохастических систем.
6. Классификация моделей, применяемых в системном анализе. Модели систем с высокой степенью неопределенности.
7. Классификация моделей, применяемых в системном анализе. Имитационные модели.

Анализ детерминированных систем без учета времени

1. Понятие о детерминированных системах без учета времени и описательная постановка задачи их анализа. Виды математического программирования.
2. Линейное программирование. Каноническая постановка задачи и анализ её разрешимости.
3. Решение задачи линейного программирования методом сплошного перебора вершин многогранника ограничений. Пример.
4. Симплекс-метод решения задачи линейного программирования. Привести пример.
5. Целочисленное программирование. Постановка задачи и методы решения. Пример.
6. Квадратичное программирование. Постановка задачи и анализ путей её решения. Пример анализа.
7. Решение задачи квадратичного программирования методом проекции градиента. Пример.
8. Выпуклое программирование. Постановка задачи и способы решения.
9. Геометрическое программирование. Постановка задачи и способы решения.
10. Нелинейное программирование. Постановка задачи и способы решения.
11. Динамическое программирование. Область применения и общая постановка задачи. Примеры.
12. Принцип оптимальности Беллмана и примеры, поясняющие его сущность.
13. Функциональное уравнение динамического программирования. Примеры его составления и использования.
14. Общий алгоритм решения задачи динамического программирования.

ния. Пример.

15. Бесконечношаговые задачи динамического программирования. Способ решения и пример.

Анализ детерминированных систем с дискретным временем

2. Понятие о детерминированных системах с дискретным временем. Конечные автоматы.

2. Классификация конечных автоматов. Промеры автоматов различных типов.

3. Аналитический и табличный способы задания конечных автоматов. Пример.

4. Графический и табличный способы задания конечных автоматов.

Пример.

5. Анализ конечных автоматов. Задачи анализа и приёмы их решения на примерах.

Анализ стохастических систем с дискретным временем

1. Понятие о стохастических системах с дискретным временем. Вероятностный автомат и его характерные признаки.

2. Задание вероятностных автоматов. Привести пример, иллюстрирующий способы и приемы описания вероятностных автоматов.

3. Анализ вероятностных автоматов. Задачи анализа и приёмы их решения на примере.

Анализ стохастических систем с непрерывным временем

1. Стохастические системы с непрерывным временем. Понятие о системах массового обслуживания. Характерные признаки и отличительные черты СМО.

2. Определение СМО. Ее основные элементы и показатели эффективности.

3. Классификация СМО по способу организации обслуживания.

4. Классификация СМО по способу организации очереди.

5. Классификация СМО по характеру входного потока заявок, поступающих в СМО.

6. Виды потоков в СМО и их характерные признаки.

7. Количественные характеристики потока заявок, поступающих в СМО.

8. Поток Пуассона. Его характеристики и свойства.

9. Поток Эрланга; его характерные признаки и особенности практи-

ческого использования.

10. Характеристики СМО, описываемые формулами Литтла.
11. Описание процесса функционирования СМО с помощью схемы гибели и размножения.
12. Анализ СМО без очереди.
13. Анализ СМО с очередью, ограниченной по длине.
14. Анализ СМО с неограниченной очередью. Пример.
15. Анализ СМО с очередью, ограниченной по длине и по времени ожидания. Пример.
16. Анализ СМО с очередью, ограниченной по времени ожидания. Пример.
17. Анализ замкнутых СМО. Пример.
18. Анализ СМО с приоритетами в очереди.
19. Способы анализа немарковских СМО.

Анализ стохастических систем без учета времени

1. Общая постановка задачи анализа стохастических систем. Анализ систем со случайной функцией цели и значениями ограничений.
2. Анализ полностью стохастических систем. Стохастическая постановка задачи динамического программирования.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит два вопроса и задачу в форме теста.

За ответы на вопросы билета выставляется:

5 баллов, если ответы на поставленные вопросы в билете излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. Делаются обоснованные выводы. Демонстрируются глубокие знания базовых положений курса;

4 балла, если ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно. Материал излагается уверенно. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер;

3 балла, если имеются нарушения в последовательности изложения. Демонстрируются поверхностные знания вопроса. Имеются затруднения с выводами;

2 балла, если материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний;

0 баллов, если обучающийся затрудняется ответить на вопрос.

За выполнение теста на 90-100% выставляется 5 баллов, на 80—90% - 4 балла, на 70-80% - 3 балла, 50-60% - 2 балла; 40-50 % - 1 балл; менее 40 % - 0 баллов.

Максимальное количество набранных баллов – 15.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 7 баллов.
2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 7 до 9 баллов
3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 10 до 12 баллов.
4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 13 до 15 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов			
№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Введение	ОПК-2, ПК-2	Тесты, проверочные задания
2	Виды моделей системного анализа	ОПК-2, ПК-2	Тесты, проверочные задания
3	Анализ детерминированных систем без учёта времени	ОПК-2, ПК-2	Тесты, проверочные задания
4	Анализ детерминированных систем с дискретным временем	ОПК-2, ПК-2	Тесты, проверочные задания
5	Анализ стохастических систем с дискретным временем	ОПК-2, ПК-2	Тесты, проверочные задания
6	Анализ стохастических систем с непрерывным временем	ОПК-2, ПК-2	Тесты, проверочные задания
7	Анализ стохастических систем без учёта времени	ОПК-2, ПК-2	Тесты, проверочные задания
<p>7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности</p> <p>Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.</p> <p>Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.</p> <p>Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.</p>			

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Рыков А.С. Системный анализ: модели и методы принятия решений и поисковой оптимизации [Электронный ресурс]/ Рыков А.С.— Электрон. текстовые данные.— Москва: Издательский Дом МИСиС, 2009.— 608 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/98230.html>.— ЭБС «IPRbooks»

2. Силич В.А. Теория систем и системный анализ [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Силич В.А., Силич М.П.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2011.— 276 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13987.html>.— ЭБС «IPRbooks»

3. Системный анализ, оптимизация и принятие решений [Электронный ресурс]: методические указания и задания для самостоятельной работы/ — Электрон. текстовые данные.— Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014.— 17 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55156.html>.— ЭБС «IPRbooks»

4. Бурковский В.Л. Математические методы системного анализа : Учеб. пособие. Реком. УМО / - Воронеж : Научная книга, 2011. - 184 с.

5. Волкова В.Н. Системный анализ и принятие решений. Уч. пособие для вузов. М.: Высш. шк., 2004. – 616 с.

6. Системный анализ и принятие решений : Словарь-справочник: Учеб. пособие для вузов / под общ.ред.В.Н.Волковой, В.Н.Козлова. - М. : Высш. шк., 2004. - 616 с.

7. Гордеева О.И. Системный анализ и принятие решений : учеб. пособие. Ч.1. - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2006. - 215 с.

8. Антонов А.В Системный анализ : учебник. - 2-е изд., стереотип. - М. : Высш. шк., 2006. - 454 с.

9. Райхель Н. Л. Элементы дискретной математики : Учеб. пособие. Реком. УМО. - Воронеж; Невинномысск НИЭУП, 2006. - 151 с.

10. Волков И.К. Исследование операций. Учебник для вузов. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2000. – 436 с.

11. Питолин А.В. Нейросетевые технологии информационных систем : Учеб. пособие. - Воронеж : ВИВТ, 2007. - 129 с.

12. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / пер.с польс.И.Д.Рудинского. - М. : Горячая линия -Телеком, 2004. - 452 с.

13. Баркалов С.А., Курочка П.Н., Новосельцев В.И. и др.Системный анализ и его приложения : Учеб. пособие. - Воронеж : Научная книга, 2008. - 439 с..

14. Баркалов С.А., Курочка П.Н., Суровцев И.С., Половинкина А.И Системный анализ и принятие решений : Учеб. пособие. - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный университет", 2010. - 652 с.

15. Абрамов Л.М. Математическое программирование. Теория выпуклого программирования. СПб.: СПбГТУ, 2001. – 264 с.

16. Пантелеев А.В Методы оптимизации в примерах и задачах. Уч. пособие. М.: Высш. шк., 2002. 544 с.
17. Карпов Ю.Г. Теория автоматов. СПб.: Питер, 2003.- 208 с.
18. Васильев Е.М. Теория систем и системный анализ. Уч. пособие. Воронеж: Научная книга, 2007. – 180 с
19. Советов Б.Я. Моделирование систем. М.: Высш. шк., 2005.- 343 с.
20. Белецкая С.Ю. Решение задач математического программирования. Уч. пособие. Воронеж: ВГТУ, 2001 - 97 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Лицензионное программное обеспечение

MicrosoftOfficeWord 2013/2007

MicrosoftOfficeExcel 2013/2007

MicrosoftOfficePowerPoint 2013/2007

MatLab

Windows Professional 8.1 (7 и 8) Single Upgrade MVL A Each Academic

Свободное ПО

OpenOffice

Mozilla Firefox

Zip

Отечественное ПО

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

<http://www.edu.ru/>

Образовательный портал ВГТУ

<https://electrono.ru>

<https://www.tehnari.ru/>

<https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>

<https://www.sql.ru/>

Информационные справочные системы

<http://window.edu.ru>

<https://wiki.cchgeu.ru/>

Современные профессиональные базы данных

База данных zbMath

Адрес ресурса: <https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh/zbmath>

Association for Computing Machinery, ACM

Адрес ресурса: https://dl.acm.org/contents_dl.cfm

Единый портал инноваций и уникальных изобретений

Адрес ресурса: <http://innovationportal.ru/>

Инновации в России

Адрес ресурса: <http://innovation.gov.ru/>

Росстандарт. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии

Адрес ресурса: <https://www.gost.ru/portal/gost/>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Дисплейный класс, оснащенный компьютерами с доступом в Интернет и программным обеспечением, необходимым для выполнения заданий

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Математические методы системного анализа» читаются лекции, проводятся практические занятия.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков системного анализа. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:

	<ul style="list-style-type: none"> - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Последние три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

Методические рекомендации по изучению дисциплины

1. Рекомендации преподавателю.

Изложение раздела 1 целесообразно начать с примеров объектов и процессов, анализ которых требует системного подхода к их моделированию. На этих примерах следует показать, что игнорирование свойств системности приводит к неверным выводам при принятии решений, связанных с проектированием этих объектов и их эксплуатацией.

Раздел 2 носит обзорный характер и предполагает краткое изложение особенностей моделей разного вида. Следует обратить внимание студентов на возможность описания одной и той же системы несколькими видами моделей в зависимости от поставленной задачи исследования.

В разделе 3 наиболее важной целью изложения следует считать умение студентов переходить от содержательного анализа задачи к её формальной постановке в виде одной из задач математического программирования. Выбор способа решения задачи будет полностью определяться используемой моделью.

По этому разделу предусмотрено выполнение двух контрольных работ, в которых одну и ту же задачу необходимо решить двумя способами на разных моделях и сравнить трудоёмкость полученных решений и их результаты.

Разделы 4 и 5 из-за ограниченного объёма времени рекомендуется изложить в прикладном плане, рассмотрев на лекциях и практических занятиях примеры. Следует указать студентам на тесную взаимосвязь этих разделов с логикой высказываний и математической статистикой, а также на то обстоятельство, что реальные дискретно функционирующие объекты относятся, как правило, к вероятностным автоматам.

При изложении раздела 6 необходимо подробно ознакомить студентов с понятием потока событий, играющим ключевую роль в системах массового обслуживания, а также со свойствами различных потоков. Основной целью является умение студентов определять тип системы обслуживания. При этом выбор параметров системы осуществляется самим студентом в соответствии с поставленной задачей исследования.

Лучшему пониманию темы способствует разъяснение содержательных отличий марковских и немарковских систем массового обслуживания и способов их описания математическими моделями.

Практические занятия целесообразно посвятить разбору числовых примеров выполнения контрольных заданий, обращая внимание на особенности применения для выполнения этих заданий математических пакетов Mathcad и Matlab.

2. Рекомендации студентам для самостоятельного изучения материала.

Тема: “Анализ разрешимости задачи математического программирования”.

Рекомендуемая литература: Белецкая С.Ю. Решение задач математического программирования. Уч. пособие. Воронеж: ВГТУ, 2001 - 97 с., Пантелеев А.В. Методы оптимизации в примерах и задачах. Уч. пособие. М.: Высш. шк., 2002. 544 с.

При изучении этой темы обратить внимание на то, что выполнение условия Кронекера-Капелли является необходимым для совместности системы ограниченной задачи, однако экстремум функции цели может и не существовать, если область допустимых решений открыта. Следует ознакомиться с существующими методами устранения сингулярности систем ограничений, а также выявления ограничений, не образующих общую вершину в многограннике допустимых решений.

Тема: “Бесконечношаговые задачи динамического программирования”.

Рекомендуемая литература: Системный анализ и принятие решений. Уч. пособие для вузов. / Под ред. В.Н.Волковой. М.: Высш. шк., 2004. – 616 с.

Изучая эту тему, следует уяснить, что основным приемом решения бесконечношаговых задач динамического программирования является предельный переход конечной задачи к неограниченному числу шагов до тех пор, пока не обнаружится цикличность решения. Надо обратить внимание, что важным приложением этого вида программирования являются задачи с открытым концом.

Тема: “Классификация СМО по способу организации обслуживания, по характеру входного потока или процесса обслуживания”.

Рекомендуемая литература: Антонов А.В. Системный анализ Учебник для вузов. М.: Высш. шк., 2006. – 454 с., Советов Б.Я. Моделирование систем. М.: Высш. шк., 2005.- 343 с.

Тема носит обзорный характер, поэтому при знакомстве с нею рекомендуется самостоятельно применить изученную классификацию к реальным объектам, обращая внимание на необходимость идеализации условий их функционирования, а также на допустимые границы этой идеализации.

Тема: “Характеристики СМО, описываемые формулами Литтла”.

Рекомендуемая литература: Системный анализ и принятие решений. Уч. пособие для вузов. / Под ред. В.Н.Волковой. М.: Высш. шк., 2004. – 616 с., Антонов А.В. Системный анализ Учебник для вузов. М.: Высш. шк., 2006. – 454 с.

При изучении этой темы необходимо обратить внимание на универсальность рассматриваемых характеристик – пригодность получаемых формул для

любых типов систем массового обслуживания, благодаря чему эти формулы получили широкое распространение при анализе разных систем.

Тема: “ Анализ замкнутых СМО”.

Рекомендуемая литература: Системный анализ и принятие решений. Уч. пособие для вузов. / Под ред. В.Н.Волковой. М.: Высш. шк., 2004. – 616 с., Антонов А.В. Системный анализ Учебник для вузов. М.: Высш. шк., 2006. – 454 с.

Изучение этой темы целесообразно связать с рассмотрением конкретного примера, например, системы массового обслуживания станочного или автомобильного парка предприятия. В этом случае вероятностные характеристики эффективности системы будут связаны с техническими понятиями надёжности объектов, временем безотказной работы, коэффициентом готовности. Следует обратить также внимание на содержание понятия “жизненный цикл обслуживаемого объекта”.