

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич  
Должность: врио ректора  
Дата подписания: 08.11.2023 10:13:40  
Уникальный программный ключ:  
69e375c64f7e975d4e8850e7b4fcc2ad1bf35f08

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»

Утверждаю:  
Руководитель ООП  
Н.А. Семькина

  
« 4 » 09  


Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

**Теория массового обслуживания**

Специальность

**10.05.01 Компьютерная безопасность**

Специализация

Математические методы защиты информации

Для студентов 5 курса очной формы обучения

Составитель:

О.Е. Баранова



Тверь 2023

## **I. Аннотация**

### **1. Цель и задачи дисциплины**

Дисциплина «Теория массового обслуживания» имеет целью формирование универсальной компетенции УК-1 и профессиональной компетенции ПК-1.

Задачами дисциплины «Теория массового обслуживания» являются обучение математическим методам моделирования и исследования систем массового обслуживания, формирование навыков их практического применения.

### **2. Место дисциплины в структуре ООП**

Дисциплина «Теория массового обслуживания» относится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений.

«Теория массового обслуживания» имеет содержательно-методические взаимосвязи с дисциплинами «Математический анализ», «Теория вероятностей и математическая статистика».

Для формирования УК-1 изучение дисциплин «Анализ алгоритмов и структур», «Численные методы», «Проектная деятельность», «Математические методы оценки защищенности компьютерных систем», «Математические методы обработки сигналов», прохождение «Учебной практики», «Учебно-лабораторной практики» необходимо как предшествующее освоению дисциплины «Теория массового обслуживания», изучение дисциплин «Основы управленческой деятельности», «Основы квантовой физики и информатики», «Теория вычислительной сложности», «Аналитика больших данных», «Анализ интеллектуальных систем», «Сертификация по требованиям безопасности и аттестация объектов информатизации» как параллельное, прохождение «Производственной практики», «Проектно-технологической практики», выполнение НИР как последующее.

Для формирования ПК-1 изучение дисциплин «Анализ алгоритмов и структур», «Численные методы», «Проектная деятельность», «Математические методы обработки сигналов», необходимо как предшествующее освоению дисциплины «Теория массового обслуживания», изучение дисциплин «Модели управляемых систем в информационной безопасности», «Основы квантовой физики и информатики», «Теория вычислительной сложности», «Аналитика больших данных», «Анализ интеллектуальных систем», «Сертификация по требованиям безопасности и аттестация объектов информатизации», «Основы квантовой физики и информатики» как параллельное, прохождение «Производственной практики», «Преддипломной практики» как последующее.

**3. Объем дисциплины: 2 зачетных единицы, 72 академических часа, в том числе:**

**контактная работа:** лекции **34** часа, в т.ч. практическая подготовка **2** часа, практические занятия **34** часа, в т.ч. практическая подготовка **0** часов.

**самостоятельная работа: 4 часа.**

**4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>УК-1</b> Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними УК-1.4 Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов УК-1.5 Строит сценарии реализации стратегии, определяя возможные риски и предлагая пути их устранения
<b>ПК-1</b> Способен участвовать в теоретических и экспериментальных научно-исследовательских работах по оценке защищенности информации в компьютерных системах, составлять научные отчеты, обзоры по результатам выполнения исследований	ПК-1.1 Разрабатывает методики выполнения аналитических работ ПК-1.2 Проводит научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в сфере разработки средств и систем защиты информации

**5. Форма промежуточной аттестации и семестр прохождения зачет, 10 семестр**

**6. Язык преподавания русский.**

**II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

Учебная программа – наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)				Самостоятельная работа, в том числе Контроль (час.)	
		Лекции		Практические занятия			Контроль самостоятельной работы (в том числе курсовая работа)
		всего	в т.ч. практическая подготовка	всего	в т.ч. практическая подготовка		
Предмет и задачи теории массового обслуживания	4	2	0	2	0	0	0
Основные понятия и классификация систем массового обслуживания. Простейший поток заявок	8	4	0	4	0	0	0
СМО с отказами (задача Эрланга). Расчет показателей эффективности работы СМО.	4	2	0	2	0	0	0
Процессы гибели и размножения.	8	4	2	4	0	0	0
СМО с неограниченной очередью. Расчет показателей эффективности работы СМО.	4	2	0	2	0	0	0
СМО с ограниченной длиной очереди. Расчет показателей	9	4	0	4	0	0	1

эффективности работы СМО.							
Многоканальная СМО с неограниченной длиной очереди и ограниченным временем ожидания в очереди. Расчет показателей эффективности работы СМО.	9	4	0	4	0	0	1
Многоканальная СМО с ограниченной длиной очереди и ограниченным временем ожидания в очереди. Расчет показателей эффективности работы СМО.	9	4	0	4	0	0	1
n-канальная СМО замкнутого типа с m источниками заявок. Расчет показателей эффективности работы СМО.	9	4	0	4	0	0	1
Простейшие СМО с приоритетом.	8	4	0	4	0	0	0
<b>ИТОГО</b>	<b>72</b>	<b>34</b>	<b>2</b>	<b>34</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>

### III. Образовательные технологии

Учебная программа – наименование разделов и тем	Вид занятия	Образовательные технологии
Предмет и задачи теории массового обслуживания	лекция, практическое занятие	Преподавание учебной дисциплины строится на сочетании аудиторных занятий и различных форм самостоятельной работы студентов.
Основные понятия и классификация систем массового обслуживания.	лекция, практическое занятие	

Простейший поток заявок		<p>Также на занятиях практикуется самостоятельная работа студентов, выполнение заданий в малых группах, письменные работы, моделирование дискуссионных ситуаций, работа с раздаточным материалом, привлекаются ресурсы сети INTERNET. Курс предусматривает выполнение контрольных и самостоятельных работ, письменных домашних заданий. В качестве форм контроля используются различные варианты взаимопроверки и взаимоконтроля. Интерактивное взаимодействие студентов с одной стороны и преподавателя с другой, а также студентов между собой и с преподавателем во время практических занятий.</p> <p><b>Образовательные технологии</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дискуссионные технологии</li> <li>2. Информационные (цифровые)</li> <li>3. Технологии развития критического мышления</li> </ol> <p><b>Современные методы обучения</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Активное слушание</li> <li>2. Лекция (традиционная)</li> </ol>
СМО с отказами (задача Эрланга). Расчет показателей эффективности работы СМО.	лекция, практическое занятие	
Процессы гибели и размножения.	лекция, практическое занятие	
СМО с неограниченной очередью. Расчет показателей эффективности работы СМО.	лекция, практическое занятие	
СМО с ограниченной длиной очереди. Расчет показателей эффективности работы СМО.	лекция, практическое занятие	
Многоканальная СМО с неограниченной длиной очереди и ограниченным временем ожидания в очереди. Расчет показателей эффективности работы СМО.	лекция, практическое занятие	
Многоканальная СМО с ограниченной длиной очереди и ограниченным временем ожидания в очереди. Расчет показателей эффективности работы СМО.	лекция, практическое занятие	
n-канальная СМО замкнутого типа с m источниками заявок. Расчет показателей эффективности работы СМО.	лекция, практическое занятие	
Простейшие СМО с приоритетом.	лекция, практическое занятие	

**IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации**  
**Оценочные материалы для проведения текущей аттестации**

## Тема 2.

Задание 1. (УК-1.1, УК-1.4) Дан пуассоновский поток с параметром 2 мин<sup>-1</sup>. Найти вероятность того, что длина интервала между соседними требованиями составляет от 1 до 2 минут.

Задание 2. (УК-1.4, УК-1.5) В бюро обслуживания поступает в среднем 12 заявок в час. Считая поток заказов простейшим, определить вероятность того, что за 1 минуту не поступит ни одного заказа, за 10 минут поступит не более трех заказов.

Задание 3. (УК-1.1, УК-1.4, УК-1.5) Компьютерный класс связан с каналом Интернет через 10-канальный концентратор. Интенсивности передачи данных по каждому из 10 каналов равны соответственно 540 бит/с, 120 бит/с, 40 бит/с, 170 бит/с, 350 бит/с, 60 бит/с, 742 бит/с, 153 бит/с, 500 бит/с, 100 бит/с. Поток данных подчиняется пуассоновскому закону распределения. Определить интенсивность передачи данных в канале Интернет.

## Тема 5.

Задание 1. (УК-1.4, УК-1.5, ПК-1.1, ПК-1.2) В одноканальную СМО поступают простейший поток заявок с интенсивностью 0,85 заявок в час. Время обслуживания распределено по показательному закону и в среднем равно 1,05 часа. Очередь может расти неограниченно. Определите следующие показатели эффективности работы СМО.

- 1) абсолютная пропускная способность системы;
- 2) среднее число занятых каналов;
- 3) вероятность того, что в системе нет требований;
- 4) вероятность того, что в системе находится 4 требования;
- 5) вероятность того, что все приборы будут заняты в наудачу взятый момент времени;
- 6) вероятность образования очереди;
- 7) вероятность того, что в системе находится ровно 1 требование;
- 8) средняя длительность ожидания требованием начала обслуживания;
- 9) средняя длительность пребывания требования в СМО;
- 10) среднее число требований в СМО в наудачу взятый момент времени;
- 11) среднее число требований в очереди в наудачу взятый момент времени.

## Тема 9.

Задание 1. (УК-1.1, УК-1.4, УК-1.5, ПК-1.1, ПК-1.2). Рассматривается  $m$ -канальная система массового обслуживания (СМО) без ограничения на длину очереди, но с ограничением на время ожидания. Заявка ожидает обслуживания в среднем  $toж$  [мин], а затем покидает СМО. Поток заявок, поступающих в СМО, простейший с интенсивностью  $\lambda$  [1/час], среднее время обслуживания заявки равно  $тоб$  [мин]. ( $m = 4$ ;  $\lambda = 8$ ;  $тоб = 15$ ;  $toж = 5$ ).

Определить:

- а) абсолютную пропускную способность СМО;
- б) среднее число заявок в очереди;

в) вероятность того, что в очереди будут находиться не более 2-х заявок.

Задание 2. (УК-1.1, УК-1.4, УК-1.5, ПК-1.1, ПК-1.2) Рассматривается  $m$ -канальная система массового обслуживания (СМО) без ограничения на длину очереди, но с ограничением на время ожидания. Заявка ожидает обслуживания в среднем  $t_{ож}$  [мин], а затем покидает СМО. Поток заявок, поступающих в СМО, простейший с интенсивностью  $\lambda$  [1/час], среднее время обслуживания заявки равно  $t_{об}$  [мин]. ( $m = 3$ ;  $\lambda = 6$ ;  $t_{об} = 20$ ;  $t_{ож} = 12$ ).

Определить:

а) вероятность того, что заявка сразу же будет принята к обслуживанию;

б) среднее число заявок, находящихся под обслуживанием;

в) вероятность того, что в СМО будет не более 4-х заявок.

### **Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации**

Проверяемые индикаторы достижения компетенций: УК-1.1, УК-1.4, УК-1.5, ПК-1.1, ПК-1.2.

Задача решается малой группой или индивидуально.

Задание 1. Станция «Железная дорога» в мегаполисе принимает составы для разгрузки угля на 5 платформах. В среднем за сутки на станцию прибывают 16 составов с углем. Поступление носит случайный характер. Плотность прихода составов показала, что поступление на разгрузку удовлетворяет пуассоновскому потоку с параметром  $\alpha = 2/3$  состава в час. Время разгрузки состава является случайной величиной, удовлетворяющей экспоненциальному закону со средним временем разгрузки 6 час. Простой состава в час составляет  $q_{ож}=100$  у.е.; простой платформы в сутки за опоздание прихода состава  $q_{пр}=1000$  у.е; стоимость эксплуатации платформы в сутки  $q_{з}=1000$  у.е. Подсчитать издержки за сутки.

Требуется провести анализ эффективности функционирования станции.

Задание 2. Имеется простейшая трехканальная СМО с неограниченной очередью. Интенсивность входящего потока 2 заявки в час, среднее время обслуживания 0,5 часа. Выгодно ли с точки зрения а) средней длины очереди, б) среднего времени пребывания заявки в очереди, в) среднего времени пребывания заявки СМО, объединить все три канала обслуживания в один с втрое меньшим временем обслуживания?

#### **Критерии оценивания.**

- *Имеется полное верное решение, включающее правильный ответ – 3 балла*
- *Дано верное решение, но получен неправильный ответ из-за арифметической*

*ИЛИ*

*решение недостаточно обосновано*

*ИЛИ*

*в решении имеются лишние или неверные записи, не отделенные от решения – 2 балла*



- Имеется верное решение части задачи из-за логической ошибки – 1 балл
- Решение не дано

**ИЛИ**

дано неверное решение – 0 баллов

## **V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

1) Рекомендуемая литература

а) Основная литература

Литвиненкова З. Н. Теория массового обслуживания [Электронный ресурс] : учебное пособие / З. Н. Литвиненкова, Е. А. Осиюк. - Санкт-Петербург : СПбГУ ГА, 2017. - 97 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/145786>

Павский В. А. Теория массового обслуживания (элементы теории и приложения) [Электронный ресурс] / В. А. Павский. - 2-е изд. - Кемерово : КемГУ, 2017. - 134 с. - Книга из коллекции КемГУ Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/102669>

б) Дополнительная литература:

1. Климов, Г. П. Теория массового обслуживания : учебное пособие / Г. П. Климов. - Теория массового обслуживания. - Электрон. дан. (1 файл). - Москва : Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2011. - 312 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13316.html>

Прасолов Б. М. Элементы теории массового обслуживания [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б. М. Прасолов. - Омск : ОмГТУ, 2017. - 114 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1491462>)

Программное обеспечение

Google Chrome	бесплатно
Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows	Акт на передачу прав ПК545 от 16.12.2022
Lazarus	бесплатно
OpenOffice	бесплатно
Многофункциональный редактор ONLYOFFICE	бесплатное ПО
ПО	бесплатно
ОС Linux Ubuntu	бесплатное ПО

3) Современные профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

1. ЭБС Лань <https://e.lanbook.com/> Договор № 4-е/23 от 02.08.2023 г.
2. ЭБС Znanium.com <https://znanium.com/> Договор № 1106 эбс от 02.08.2023 г.
3. ЭБС Университетская библиотека online <https://biblioclub.ru> Договор № 02-06/2023 от 02.08.2023 г.
4. ЭБС ЮРАЙТ <https://urait.ru/> Договор № 5-е/23 от 02.08.2023 г.
5. ЭБС IPR SMART <https://www.iprbookshop.ru/> Договор № 3-е/23К от 02.08.2023 г.

4) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

[Cloud of science](#)

[http://e.lanbook.com/journal/element.php?pl10\\_id=2374](http://e.lanbook.com/journal/element.php?pl10_id=2374)

[Computational nanotechnology](#)

[http://e.lanbook.com/journal/element.php?pl10\\_id=2362](http://e.lanbook.com/journal/element.php?pl10_id=2362)

[Control Engineering Россия](#)

[http://e.lanbook.com/journal/element.php?pl10\\_id=2333](http://e.lanbook.com/journal/element.php?pl10_id=2333)

[Вестник БГУ. Серия 1. Физика. Математика. Информатика](#)

[http://e.lanbook.com/journal/element.php?pl10\\_id=2495](http://e.lanbook.com/journal/element.php?pl10_id=2495)

[Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова](#)

[http://e.lanbook.com/journal/element.php?pl10\\_id=2423](http://e.lanbook.com/journal/element.php?pl10_id=2423)

[Вестник Брянского государственного технического университета](#)

[http://e.lanbook.com/journal/element.php?pl10\\_id=2446](http://e.lanbook.com/journal/element.php?pl10_id=2446)

[Вестник СибГУТИ](#)

[http://e.lanbook.com/journal/element.php?pl10\\_id=2211](http://e.lanbook.com/journal/element.php?pl10_id=2211)

[Вестник Пермского университета. Серия: Математика. Механика. Информатика](#)

[http://e.lanbook.com/journal/element.php?pl10\\_id=2464](http://e.lanbook.com/journal/element.php?pl10_id=2464)

[Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математическое моделирование и программирование](#)

[http://e.lanbook.com/journal/element.php?pl10\\_id=2548](http://e.lanbook.com/journal/element.php?pl10_id=2548)

[Известия Иркутского государственного университета. Серия: Математика](#)

[http://e.lanbook.com/journal/element.php?pl10\\_id=2435](http://e.lanbook.com/journal/element.php?pl10_id=2435)

[Математические структуры и моделирование](#)

[http://e.lanbook.com/journal/element.php?pl10\\_id=2592](http://e.lanbook.com/journal/element.php?pl10_id=2592)

[Современные технологии. Системный анализ. Моделирование](#)

[http://e.lanbook.com/journal/element.php?pl10\\_id=2606](http://e.lanbook.com/journal/element.php?pl10_id=2606)

9. Репозиторий ТвГУ <http://eprints.tversu.ru>,

10. Wiley Online Library <https://onlinelibrary.wiley.com/>

11. Журналы American Institute of Physics (AIP) <http://aip.scitation.org/>

12. Журналы American Chemical Society (ACS)

<https://www.acs.org/content/acs/en.html>;

13. Журналы American Physical Society (APS) <https://journals.aps.org/about>

14. Журналы издательства Taylor&Francis <http://tandfonline.com/>;

15. Патентная база компании QUESTEL- ORBIT <https://www.orbit.com/>;

16. БД Scopus <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>

17. БД Web of Science

[http://apps.webofknowledge.com/WOS\\_GeneralSearch\\_input.do?product=WOS&search](http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search)

[mode=GeneralSearch&SID=F51xbbgjnjnOdTHHnpOs&preferencesSaved=](http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=F51xbbgjnjnOdTHHnpOs&preferencesSaved=)

18. Электронная коллекция книг Оксфордского Российского фонда

<https://ebookcentral.proquest.com/lib/tverstate/home.action>

19. Ресурсы издательства SpringerNature <http://link.springer.com/>
20. Архивы журналов издательства Oxford University Press <http://archive.neicon.ru/xmlui/>
21. Архивы журналов издательства Sage Publication <http://archive.neicon.ru/xmlui/>
22. Архивы журналов издательства The Institute of Physics <http://archive.neicon.ru/xmlui/>
23. Архивы журналов издательства Nature <http://archive.neicon.ru/xmlui/>
24. Архивы журналов издательства Annual Reviews <http://archive.neicon.ru/xmlui/>
25. Polpred.com Обзор СМИ <http://www.polpred.com/>
26. СПС КонсультантПлюс (в сети ТВГУ);
27. ИПС «Законодательство России» <http://pravo.fso.gov.ru/ips.html>
28. Сводные каталоги фондов российских библиотек АРБИКОН, МАРС <http://arbicon.ru/>; КОРБИС <http://corbis.tverlib.ru/catalog/>, АС РСК по НТЛ [http://library.gpntb.ru/cgi/irbis64r/62/cgiirbis\\_64.exe?C21COM=F&I21DBN=RSK&P21DBN=RSK&S21FMT=&S21ALL=&Z21ID=](http://library.gpntb.ru/cgi/irbis64r/62/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=RSK&P21DBN=RSK&S21FMT=&S21ALL=&Z21ID=); ЭКБСОН <http://www.vlibrary.ru>

## **VI. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины**

### **Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов**

Организуя свою учебную работу, студенты должны:

*Во-первых*, выявить рекомендуемый режим и характер учебной работы по изучению теоретического курса, практическому применению изученного материала, по выполнению заданий для самостоятельной работы, по использованию информационных технологий и т.д.

*Во-вторых*, ознакомиться с указанным в методическом материале по дисциплине перечнем учебно-методических изданий, рекомендуемых студентам для подготовки к занятиям и выполнения самостоятельной работы, а также с методическими материалами на бумажных и/или электронных носителях.

Самостоятельная работа студентов, предусмотренная учебным планом должна соответствовать более глубокому усвоению изучаемого курса, формировать навыки исследовательской работы и ориентировать студентов на умение применять теоретические знания на практике.

**1. Работа с учебными пособиями.** Для полноценного усвоения курса студент должен, прежде всего, овладеть основными понятиями этой дисциплины. Необходимо усвоить определения и понятия, уметь приводить их точные формулировки, приводить примеры объектов, удовлетворяющих этому определению. Кроме того, необходимо знать круг фактов, связанных с данным понятием. Требуется также знать связи между понятиями, уметь устанавливать соотношения между классами объектов, описываемых различными понятиями.

**2. Самостоятельное изучение тем.** Самостоятельная работа студента

является важным видом деятельности, позволяющим хорошо усвоить изучаемый предмет и одним из условий достижения необходимого качества подготовки и профессиональной переподготовки специалистов. Она предполагает самостоятельное изучение студентом рекомендованной учебно-методической литературы, различных справочных материалов, написание рефератов, выступление с докладом, подготовку к лекционным и практическим занятиям, подготовку к зачёту и экзамену.

**3. Подготовка к занятиям.** При подготовке к лекционным занятиям студентам рекомендуется следовать методическим рекомендациям по работе с учебными пособиями, приведенным выше.

**4. Составление конспектов.** В конспекте отражены основные понятия темы. Для наглядности и удобства запоминания использованы схемы и таблицы.

#### **Список вопросов для самоконтроля**

1. Что понимается под системами массового обслуживания (СМО) и для чего они предназначены?
2. В чем стоят цель, предмет, задачи теории СМО?
3. Какие элементы включает СМО?
4. Что понимается под характеристикой эффективности работы СМО?
5. Какого типа случайный процесс протекает в СМО?
6. На какие классы делятся СМО в зависимости от: а) характера потоков; б) числа каналов; в) дисциплины обслуживания; г) ограничения потока заявок; д) количества этапов обслуживания.
7. Какой процесс называется случайным? Приведите примеры.
8. Какой случайный процесс называется марковским?
9. Что представляет собой граф состояний системы?
10. Какие случайные процессы называются дискретными?
11. Какие случайные процессы называются непрерывными?
12. Дайте определение случайного процесса с дискретным и непрерывным временем.
13. Что собой представляют вероятности состояний?
14. Как называется модель случайного процесса, протекающего в многоканальной СМО с отказами?
15. Что понимается под «потоком обслуживания» заявок?
16. Как выглядит размеченный граф многоканальной СМО с отказами?
17. Какие вероятности состояний СМО называются предельными, какой режим функционирования они характеризуют?
18. Что представляет собой приведенная интенсивность входящего потока?
19. Перечислите основные предельные характеристики эффективности функционирования  $m$ -канальной СМО с отказами.
20. Чему равно число состояний  $m$ -канальной СМО с числом мест в очереди равным  $r$ ?
21. Нарисуйте размеченный граф состояний для  $p$ - канальной СМО с числом мест в очереди равным  $r$ .

22. С вероятностью какого состояния совпадает вероятность отказа?
23. Сформулируйте условие существования финальных вероятностей для  $n$ -канальной СМО с числом мест в очереди равным  $r$ .
24. Чему равно число состояний  $m$ -канальной СМО с неограниченным ожиданием?
25. Нарисуйте размеченный граф состояний для  $m$ -канальной СМО с неограниченным ожиданием.
26. Сформулируйте условие существования финальных вероятностей для  $m$ -канальной СМО с неограниченным ожиданием.
27. Чему равны абсолютная и относительная пропускные - способности  $m$ -канальной СМО с неограниченным ожиданием?
28. С какими характеристиками эффективности  $m$ -канальной СМО с ожиданием совпадает среднее число занятых каналов данной системы?
29. Как связаны между собой временные характеристики «среднее время обслуживания одной заявки, относящееся ко всем заявкам» и «среднее время обслуживания одной заявки, относящееся только к обслуженным заявкам» для  $n$ -канальной СМО с неограниченным ожиданием?

#### **Список вопросов к зачету**

1. Предмет и задачи теории массового обслуживания
2. Основные понятия и классификация систем массового обслуживания. Простейший поток заявок
3. СМО с отказами (задача Эрланга). Расчет показателей эффективности работы СМО.
4. СМО с неограниченной очередью. Расчет показателей эффективности работы СМО.
5. Процессы гибели и размножения.
6. СМО с ограниченной длиной очереди. Расчет показателей эффективности работы СМО.
7. Многоканальная СМО с неограниченной длиной очереди и ограниченным временем ожидания в очереди. Расчет показателей эффективности работы СМО.
8. Многоканальная СМО с ограниченной длиной очереди и ограниченным временем ожидания в очереди. Расчет показателей эффективности работы СМО.
9.  $n$ -канальная СМО замкнутого типа с  $m$  источниками заявок. Расчет показателей эффективности работы СМО.
10. Простейшие СМО с приоритетом.

#### **Требования к рейтинг-контролю**

Процедура оценивания знаний, умений, владений (умений применять) и (или) опыта деятельности обучающихся по дисциплине (модулю) производится в рамках балльно-рейтинговой системы, включая рубежную и текущую аттестации.

Согласно подходам балльно-рейтинговой системы в рамках оценки знаний, умений, владений (умений применять) и (или) опыта деятельности

дисциплины (модуля) установлены следующие аспекты:

- Содержание учебной дисциплины в рамках одного семестра делится на два модуля (периода обучения). По окончании модуля (периода обучения) осуществляется рейтинговый контроль успеваемости знаний студентов.

- Сроки проведения рейтингового контроля:

I рейтинговый контроль успеваемости проводится на 30-31 учебной неделе по графику учебного процесса, II рейтинговый контроль успеваемости - две последние недели фактического завершения семестра по графику учебного процесса.

Максимальное количество баллов, которое может быть получено в результате освоения дисциплины составляет 100 баллов, на каждый из двух модулей выделяется 50 баллов, оценка «зачтено» ставится в случае, если в течение семестра студент набрал не менее 40 баллов.

**Перечень педагогических и информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (или модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (по необходимости)**

Традиционная технология, технология коллективного взаимообучения, технология сотрудничества, технология модульного обучения, технологии проблемного обучения.

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности предусмотрено широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, разбор конкретных моделей) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

## **VII. Материально-техническое обеспечение**

Учебная аудитория, оборудованная комплектом мультимедийной техники.

## **VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины**

№ п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины (или модуля)	Описание внесенных изменений	Реквизиты документа, утвердившего изменения
1.	I - VIII	Корректировка всех разделов в соответствии с новым стандартом	Протокол № 10 от 29.06.2021
2.	V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	Обновление списков ПО. Обновление ссылок из ЭБС.	Протокол № 1 от 1.09.2023