

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 11 » апреля 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Теория систем массового обслуживания  
(наименование)

**Форма обучения:** очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** бакалавриат  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 108 (3)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и  
системы связи  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Инфокоммуникационные технологии и системы связи (общий  
профиль, СУОС)  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

освоение заданных компонентов компетенций по анализу и синтезу моделей систем массового обслуживания средств автоматизации, инфокоммуникационных сетей, систем автоматизированного управления и информационной безопасности.

Задачи:

- освоение знаний, свойств, характеристик и особенностей потоков и дисциплин обслуживания, классических и специализированных моделей систем массового обслуживания (СМО), методов аналитического и имитационного моделирования средств автоматизации, инфокоммуникационных сетей, систем автоматизированного управления и информационной безопасности, структурных моделей СМО, алгоритмов построения проектируемых устройств и систем на основе моделей СМО;
- формирование умений выполнения формального построения и преобразований аналитических и имитационных моделей СМО, применения методов абстрактного и структурного синтеза моделей СМО, разработки и использования аналитических и имитационных моделей СМО для оценки проектных решений, реализации последовательности этапов проектирования средств автоматизации, инфокоммуникационных сетей, систем автоматизированного управления и информационной безопасности на основе моделей СМО;
- овладение навыками проведения исследований на моделях СМО и выполнение проектов средств автоматизации, инфокоммуникационных сетей, систем автоматизированного управления и информационной безопасности, реализующих управление, преобразование, передачу и защиту информации.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- свойства, характеристики, особенности входящих, обслуживающих потоков и дисциплин обслуживания;
- классические и специальные модели СМО;
- методы и алгоритмы построения аналитических и имитационных моделей СМО;
- методы выбора оптимального объема базиса и оценки проектных решений, программные пакеты для разработки моделей, исследования и проектирования.

### 1.3. Входные требования

Информатика, Теория вероятности и математическая статистика

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПКО-1	ИД-1пко-1	Знает способы построения и преобразования классических аналитических, имитационных и программных моделей СМО, структурные особенности потоков и дисциплин обслуживания; способы построения и преобразования специализированных моделей СМО.	Знает методы математического моделирования процессов и объектов инфокоммуникаций.	Зачет
ПКО-1	ИД-2пко-1	Уметь применять современные средства разработки программного обеспечения для аналитического и имитационного синтеза моделей СМО; разрабатывать и использовать аналитические и имитационные модели СМО; выполнять обоснованный выбор оптимального объема базиса и производить оценку проектных решений	Умеет применять стандартные программные средства для математического моделирования процессов и объектов инфокоммуникаций.	Отчёт по практическому занятию
ПКО-1	ИД-3пко-1	Владеет навыками разработки математического, информационного, алгоритмического и программного обеспечения моделей СМО.	Владеет навыками проведения теоретических исследований и вычислительных экспериментов в соответствии с использованием выбранных стандартных программных средств.	Отчёт по практическому занятию

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		6	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	36	36	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	54	54	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	
6-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Классические системы массового обслуживания с очередью	6	0	12	20
<p>Тема 9. Классическая система массового обслуживания с ожиданием. Классическая система массового обслуживания с ограниченной очередью.</p> <p>Тема 10. Классическая система массового обслуживания с ожиданием и полной взаимопомощью между каналами. Классическая система массового обслуживания с ограниченной очередью и полной взаимопомощью между каналами.</p> <p>Тема 11. Система массового обслуживания с очередью, частичной взаимопомощью между каналами и перераспределением обслуживания.</p> <p>Векторная модель системы массового обслуживания с ограниченной очередью.</p> <p>Тема 12. Система массового обслуживания с ограниченной очередью, частичной взаимопомощью между каналами и перераспределением обслуживания.</p> <p>Тема 13. Система массового обслуживания с очередью, частичной взаимопомощью между каналами и отсутствием перераспределения обслуживания. Система массового обслуживания с ограниченной очередью, частичной взаимопомощью между каналами и отсутствием перераспределения обслуживания.</p>				
Проектирование дискретных устройств на основе функционального базиса БИС	4	0	12	14
<p>Тема 14. Приоритеты. Свойства, особенности, виды. Относительные и абсолютные приоритеты. Внесистемные и внутрисистемные приоритеты. Динамические приоритеты. Сопоставление аналитических и имитационных моделей.</p> <p>Тема 15. Система массового обслуживания с бесконечной очередью, одним обслуживающим прибором и двумя приоритетами.</p> <p>Тема 16. Типовые задачи проектирования средств автоматизации, сетей электросвязи, инфокоммуникационных сетей, систем автоматизированного управления и информационной безопасности на основе моделей СМО.</p> <p>Тема 17. Специальные модели СМО. Управляемые модели СМО.</p> <p>Тема 18. Пример построения специализированной модели СМО для аналого-цифрового преобразователя нейронной архитектуры.</p> <p>Тема 19. Типовые задачи анализа и синтеза средств автоматизации, сетей электросвязи,</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
инфокоммуникационных сетей, систем автоматизированного управления и информационной безопасности.				
Классические системы массового обслуживания с отказами	6	0	12	20
Введение. Основные понятия, термины, определения. Предмет и задачи дисциплины. Модели систем массового обслуживания (СМО). Классификация. Свойства, характеристики. Функции. Применение. Тема 1. Входящие потоки (ВхП). Классификация ВхП. Особенности. Свойства. Способы задания ВхП. Тема 2. Простейший поток вызовов. Математическая модель простейшего потока. Основные характеристики простейшего потока. Способы задания и описания. Тема 3. Элементы систем массового обслуживания. Виды распределения. Дисциплина обслуживания заявок. Канал обслуживания. Исходящий поток заявок. Модель «гибели и размножения». Тема 4. Классическая система массового обслуживания с отказами (система Эрланга). Имитационная модель Эрланга. Тема 5. Аналитическая и имитационная модели систем массового обслуживания с отказами и полной взаимопомощью между каналами. Тема 6. Аналитическая и имитационная модели систем массового обслуживания с отказами, частичной взаимопомощью между каналами и перераспределением обслуживания. Тема 7. Аналитическая и имитационная модели систем массового обслуживания с отказами, частичной взаимопомощью между каналами и отсутствием перераспределения обслуживания. Тема 8. Неоднородный входящий поток. Аналитическая и имитационная векторная модель системы массового обслуживания с отказами.				
ИТОГО по 6-му семестру	16	0	36	54
ИТОГО по дисциплине	16	0	36	54

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Исследование входящих потоков. Использование аналитической и имитационной математической моделей «гибели и размножения» для построения системы массового обслуживания.

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
2	Простейшая модель системы массового обслуживания с отказами и полной взаимопомощью. Граф, система уравнений. Сравнение характеристик указанной СМО с классической СМО с отказами.
3	Построение аналитической и имитационной моделей системы массового обслуживания с отказами, частичной взаимопомощью между каналами и отсутствием перераспределения обслуживания. Граф, система уравнений. Сопоставление характеристик указанной СМО со СМО с отказами и полной взаимопомощью.
4	Построение системы массового обслуживания с очередью, частичной взаимопомощью между каналами и перераспределением обслуживания. Граф, система уравнений. Построение векторной модели системы массового обслуживания с ограниченной очередью. Граф, система уравнений. Сопоставление моделей.
5	Построение аналитической и имитационной моделей системы массового обслуживания с очередью, частичной взаимопомощью между каналами и отсутствием перераспределения обслуживания. Граф, система уравнений. Построение системы массового обслуживания с ограниченной очередью, частичной взаимопомощью между каналами и отсутствием перераспределения обслуживания. Граф, система уравнений. Сопоставление моделей.
6	Типовые задачи проектирования средств автоматизации, сетей электросвязи, инфокоммуникационных сетей, систем автоматизированного управления и информационной безопасности на основе моделей СМО с отказами. Типовые задачи проектирования средств автоматизации, сетей электросвязи, инфокоммуникационных сетей, систем автоматизированного управления и информационной безопасности на основе моделей СМО с ограниченной очередью.
7	Типовые задачи проектирования аналого-цифрового преобразователя нейронной архитектуры на основе векторной моделей СМО с отказами.
8	Типовые задачи анализа и синтеза средств автоматизации, сетей электросвязи, инфокоммуникационных сетей, систем автоматизированного управления и информационной безопасности на основе моделей СМО с отказами. Типовые задачи анализа и синтеза средств автоматизации, сетей электросвязи, инфокоммуникационных сетей, систем автоматизированного управления и информационной безопасности на основе моделей СМО с ограниченной очередью.

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение практических занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Иверсен В. Б. Разработка телетрафика и планирование сетей : учебное пособие : пер. с англ. / В. Б. Иверсен. - Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, ИНТУИТ, 2011.	2
2	Иверсен В. Б. Разработка телетрафика и планирование сетей : учебное пособие : пер. с англ. / В. Б. Иверсен. - Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, ИНТУИТ, 2011.	2



3	Климов Г. П. Теория массового обслуживания / Г. П. Климов. - Москва: Изд-во МГУ, 2011.	1
4	Крылов В. В. Теория телетрафика и её приложения : учебное пособие / В. В. Крылов, С. С. Самохвалова. - Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2005.	41
5	Пшеничников А. П. Теория телетрафика : учебник для вузов / А. П. Пшеничников. - Москва: Горячая линия-Телеком, 2018.	3
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Южаков А. А. Прикладная теория систем массового обслуживания : учебное пособие для вузов / А. А. Южаков. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2005.	110
<b>2.2. Периодические издания</b>		
	Не используется	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Ильичева В. В. Моделирование систем и процессов : учебное пособие / Ильичева В. В. - Ростов-на-Дону: РГУПС, 2020.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-147356">http://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-147356</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ

## 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows 8.1 (подп. Azure Dev Tools for Teaching )
Офисные приложения.	Adobe Acrobat Reader DC. бесплатное ПО просмотра PDF
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATHCAD 14 Academic, ПНИПУ 2009 г.
Среды разработки, тестирования и отладки	Embarcadero Delphi 2007, лиц.№ 33948, 137 лиц. ПНИПУ 2008 г.

#### **6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>
База данных компании EBSCO	<a href="https://www.ebsco.com/">https://www.ebsco.com/</a>

#### **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Проектор	1
Практическое занятие	Персональный компьютер IBM PC	12

#### **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе
------------------------------

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
**«Теория систем массового обслуживания»**  
*Приложение к рабочей программе дисциплины*

Пермь 2023

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

### 1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (6-го семестра учебного плана) и разбито на 3 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по практическим занятиям и зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Итоговый	
	С	ТО	ОПЗ	Т/КР	Зачёт	
<b>Усвоенные знания</b>						
<b>З.1</b> Знает способы построения и преобразования классических аналитических, имитационных и программных моделей СМО, структурные особенности потоков и дисциплин обслуживания; способы построения и преобразования специализированных моделей СМО.		ТО1	ОП31 ОП32			ТВ
<b>Освоенные умения</b>						
<b>У.1</b> Уметь применять современные средства разработки программного обеспечения для аналитического и имитационного синтеза моделей СМО; разрабатывать и использовать аналитические и имитационные модели СМО; выполнять обоснованный выбор оптимального объёма базиса и производить оценку проектных решений			ОП33 ОП34			ПЗ
<b>Приобретенные владения</b>						
<b>В.1</b> Владеет навыками разработки математического, информационного, алгоритмического и программного обеспечения моделей СМО.			ОП35 ОП36 ОП37 ОП38			

*С* – собеседование по теме; *ТО* – коллоквиум (теоретический опрос); *КЗ* – кейс-задача (индивидуальное задание); *ОПЗ* – отчет по практическому занятию; *Т/КР* – рубежное

тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание дифференцированного зачета.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде зачета, проводимая с учётом результатов текущего и рубежного контроля.

## **2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;
- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;
- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланчного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;
- контроль остаточных знаний.

### **2.1. Текущий контроль усвоения материала**

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты лабораторных работ.

#### **2.2.1. Защита отчетов по практическим занятиям**

Всего запланировано 8 практических занятий. Типовые темы практических занятий приведены в РПД.

Защита отчета по практическому занятию проводится индивидуально каждым студентом. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.3. Выполнение комплексного индивидуального задания на самостоятельную работу**

Для оценивания навыков и опыта деятельности (владения), как результата обучения по дисциплине, не имеющей курсового проекта или работы, может быть использовано индивидуальное комплексное задание студенту.

Типовые шкала и критерии оценки результатов защиты индивидуального комплексного задания приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.4. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

#### **2.4.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания**

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### **2.4.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания**

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций.

##### **2.4.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине**

###### **Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. Основные понятия, термины, определения. Предмет и задачи дисциплины. Модели систем массового обслуживания (СМО). Классификация. Свойства, характеристики. Функции. Применение.

2. Входящие потоки (ВхП). Классификация ВхП. Особенности. Свойства. Способы задания ВхП.

3. Простейший поток вызовов. Математическая модель простейшего потока. Основные характеристики простейшего потока. Способы задания и описания.
4. Элементы систем массового обслуживания. Виды распределения. Дисциплина обслуживания заявок. Канал обслуживания. Исходящий поток за-явок. Модель «гибели и размножения».
5. Классическая система массового обслуживания с отказами (система Эрланга). Имитационная модель Эрланга.
6. Аналитическая и имитационная модели систем массового обслуживания с отказами и полной взаимопомощью между каналами.
7. Аналитическая и имитационная модели систем массового обслуживания с отказами, частичной взаимопомощью между каналами и перераспределением обслуживания.
8. Аналитическая и имитационная модели систем массового обслуживания с отказами, частичной взаимопомощью между каналами и отсутствием перераспределения обслуживания.
9. Неоднородный входящий поток. Аналитическая и имитационная векторная модель системы массового обслуживания с отказами.
10. Классическая система массового обслуживания с ожиданием. Классическая система массового обслуживания с ограниченной очередью.
11. Классическая система массового обслуживания с ожиданием и полной взаимопомощью между каналами. Классическая система массового обслуживания с ограниченной очередью и полной взаимопомощью между каналами.
12. Система массового обслуживания с очередью, частичной взаимопомощью между каналами и перераспределением обслуживания. Векторная модель системы массового обслуживания с ограниченной очередью.
13. Система массового обслуживания с ограниченной очередью, частичной взаимопомощью между каналами и перераспределением обслуживания.
14. Система массового обслуживания с очередью, частичной взаимопомощью между каналами и отсутствием перераспределения обслуживания. Система массового обслуживания с ограниченной очередью, частичной взаимопомощью между каналами и отсутствием перераспределения обслуживания.
15. Приоритеты. Свойства, особенности, виды. Относительные и абсолютные приоритеты. Внесистемные и внутрисистемные приоритеты. Динамические приоритеты. Сопоставление аналитических и имитационных моделей.
16. Система массового обслуживания с бесконечной очередью, одним обслуживающим прибором и двумя приоритетами.
17. Типовые задачи проектирования средств автоматизации, сетей электросвязи, инфокоммуникационных сетей, систем автоматизированного управления и информационной безопасности на основе моделей СМО.
18. Специальные модели СМО. Управляемые модели СМО.
19. Пример построения специализированной модели СМО для аналого-цифрового преобразователя нейронной архитектуры.
20. Типовые задачи анализа и синтеза средств автоматизации, сетей электросвязи, инфокоммуникационных сетей, систем автоматизированного управления и информационной безопасности.

## **Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:**

1. Построение аналитической и имитационной моделей системы массового обслуживания с очередью, частичной взаимопомощью между каналами и отсутствием перераспределения обслуживания. Граф, система уравнений. Построение системы массового обслуживания с ограниченной очередью, частичной взаимопомощью между каналами и отсутствием перераспределения обслуживания. Граф, система уравнений. Сопоставление моделей.

2. Типовые задачи проектирования средств автоматизации, сетей электросвязи, инфокоммуникационных сетей, систем автоматизированного управления и информационной безопасности на основе моделей СМО с отказами. Типовые задачи проектирования средств автоматизации, сетей электросвязи, инфокоммуникационных сетей, систем автоматизированного управления и информационной безопасности на основе моделей СМО с ограниченной очередью.

3. Типовые задачи проектирования аналого-цифрового преобразователя нейронной архитектуры на основе векторной моделей СМО с отказами.

4. Типовые задачи анализа и синтеза средств автоматизации, сетей электросвязи, инфокоммуникационных сетей, систем автоматизированного управления и информационной безопасности на основе моделей СМО с отказами. Типовые задачи анализа и синтеза средств автоматизации, сетей электросвязи, инфокоммуникационных сетей, систем автоматизированного управления и информационной безопасности на основе моделей СМО с ограниченной очередью.

### **2.4.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

## **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций**

### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций**

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.



Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.