

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



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе


_____ Н.В.Лобов

« 04 » декабря 20 19 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: _____ Основы теории систем массового обслуживания
(наименование)

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

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

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

Направление подготовки: 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и
производств
_____ (код и наименование направления)

Направленность: Автоматизация и управление химико-технологическими
процессами и производствами
_____ (наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

овладение системой знаний основ теории случайных процессов с дискретными состояниями и непрерывным временем и моделирования систем массового обслуживания (СМО), приобретение умений и навыков формализации объектов предметных областей как систем массового обслуживания, построения математических моделей СМО, компьютерного моделирования и расчета характеристик СМО.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

математический аппарат теории систем массового обслуживания; методики построения моделей СМО; алгоритмы расчета характеристик СМО.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

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
ПК-1.1	ИД-1ПК-1.1	знает основы теории случайных процессов с дискретными состояниями и непрерывным временем; математический аппарат построения моделей систем массового обслуживания;	Знает основные методы анализа функционирования АСУП; национальную и международную нормативную базу в области проектирования АСУП	Контрольная работа
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	умеет разрабатывать математические модели СМО и осуществлять их аналитическое исследование;	Умеет применять основные методы анализа функционирования АСУП; решать задачи аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач	Защита лабораторной работы
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	владеет навыками аналитических преобразований при исследовании математических моделей СМО; навыками компьютерного моделирования СМО.	Владеет навыками разработки моделей технологических объектов и элементов АСУП	Защита лабораторной работы

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-3.1	ИД-1ПК-3.1	знает методики разработки и анализа конкретных СМО;	Знает основы общепрофессиональных, естественнонаучных и технических дисциплин по профилю деятельности; имеет базовые знания по технологии, технологическим системам, системе контроля и управления и регламенту эксплуатации автоматизированных систем; назначение, принципы действия, параметры, алгоритмы работы средств измерения, средств автоматизации и аппаратуры систем управления и защиты; регламенты и технологии технического обслуживания и ремонта технических средств КИПиА и аппаратуры систем управления и защиты; нормы и правила ведения производственно-технической документации; основы экономики, организации производства, труда и управления; информационные технологии, используемые при реализации профессиональной деятельности; требования охраны труда;	Контрольная работа
ПК-3.1	ИД-2ПК-3.1	умеет анализировать процессы организации и проведения технического обслуживания и ремонта средств автоматизации с целью представления соответствующего подразделения предприятия как СМО;	Умеет выполнять штатные процедуры технического обслуживания и ремонта технических средств КИПиА и аппаратуры систем управления и защиты; разрабатывать производственно-техническую документацию; использовать информационные технологии для организации и	Контрольная работа

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			обеспечения профессиональной деятельности; организовывать и контролировать деятельность подчиненного персонала; вести оперативную и производственную документации	
ПК-3.1	ИД-3ПК-3.1	владеет навыками разработки моделей систем массового обслуживания для организации технического обслуживания и ремонта средств автоматизации с разработкой и ведением документации по техническому обслуживанию и ремонту;	Владеет навыками организации и проведения диагностики технического состояния, проверки работоспособности оборудования КИПиА и аппаратуры систем управления и защиты; организации и обеспечения регламентного обслуживания средств измерения, средств автоматизации, аппаратуры систем управления и защиты; организации и контроля проведения профилактических осмотров, текущего и планово-предупредительного ремонта средств измерения, средств автоматизации и аппаратуры систем управления и защиты, работ по устранению дефектов; обеспечения метрологической поверки и паспортизации средств измерения и автоматики; разработки и ведения документации по техническому обслуживанию и ремонту средств измерения, средств автоматизации и аппаратуры систем управления и защиты, анализа производственно-технической	Зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			документации на соответствие действующим правилам и нормам	

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		2	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)	18	18	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	16	16	
- 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	СРС
2-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
Основы теории случайных процессов с дискретными состояниями и непрерывным временем	8	3	6	17
Системы массового обслуживания (СМО) в предметных областях производственной деятельности. Марковские случайные процессы (МСП) с дискретными состояниями и непрерывным временем, размеченный граф состояний. Потоки событий в системе, интенсивность потока. Пуассоновский (простейший) поток событий, регулярность, стационарность, ординарность и отсутствие последствия в потоке событий. Распределение интервалов времени между событиями, математическое ожидание, среднее квадратичное отклонение и коэффициент вариации распределения. Элемент вероятности для потока событий, поток Пальма (рекуррентный), поток Эрланга. Дифференциальные уравнения Колмогорова для процессов с дискретными состояниями и непрерывным временем, составление уравнений по размеченному графу состояний, финальные вероятности состояний.				
Теоретические основы и модели систем массового обслуживания.	8	13	8	25
Понятия, определения, задачи СМО. Математические модели СМО на основе схемы «гибели и размножения», размеченный граф состояний и уравнения Колмогорова для схемы, формулы Литтла для времени пребывания заявок в СМО и очереди. Простейшие системы массового обслуживания и их характеристики: n-канальная СМО (задачи Эрланга); одноканальная СМО с неограниченной очередью; n-канальная СМО с неограниченной очередью; одноканальная СМО с ограниченной очередью. Немарковские СМО. Непуассоновские потоки событий, особенности немарковской теории массового обслуживания. Статистическое моделирование случайных процессов. Метод Монте-Карло, единственный жребий, его организация. Моделирование методом Монте-Карло немарковской одноканальной СМО с очередью. СМО с простейшим потоком заявок и произвольным временем обслуживания. Одноканальная СМО с произвольным потоком заявок и произвольным распределением времени обслуживания.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Конкретные примеры систем массового обслуживания	2	2	2	12
Пример телефонной линии как СМО. Пример планирования численности дежурного персонала, обслуживающего АСУ ТП с отказами и восстановлениями. Пример железнодорожной сливо-наливной эстакады нефтеперерабатывающего завода со штрафованием за пребывание на внешних путях.				
ИТОГО по 2-му семестру	18	18	16	54
ИТОГО по дисциплине	18	18	16	54

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Марковские случайные процессы с дискретными состояниями и непрерывным временем (МСП), потоки событий и состояния системы, составление размеченных графов состояний систем с МСП.
2	Математические модели МСП. Составление уравнений Колмогорова по размеченным графам систем.
3	Стационарные режимы функционирования систем с МСП. Вычисление финальных вероятностей систем с МСП.
4	Марковские процессы гибели и размножения с непрерывным временем. Составление схем гибели и размножения для систем с МСП по их описанию, модели систем массового обслуживания (СМО).
5	Характеристики эффективности СМО. Примеры вычисления характеристик.
6	Статистическое моделирование случайных процессов (метод Монте-Карло). Моделирование методом Монте-Карло работы немарковской одноканальной СМО с очередью, вычисление характеристик стационарного случайного процесса и эффективности СМО по одной реализации..
7	Разбор примеров известных СМО.

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Моделирование простейшего (пуассоновского) потока событий, суммирование простейших потоков.
2	Исследование системы массового обслуживания с отказами.
3	Моделирование реального процесса обслуживания СМО с отказами.
4	Исследование n-канальной СМО с ожиданием.
5	Моделирование реального процесса обслуживания СМО с неограниченной очередью.

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой 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 установления 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 лабораторных 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, лабораторным работам 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
1. Основная литература		
1	Вентцель Е. С. Исследование операций: задачи, принципы, методология : учебное пособие для вузов / Е. С. Вентцель. - Москва: Высш. шк., 2007.	9
2	Вентцель Е. С. Прикладные задачи теории вероятностей / Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. - Москва: Радио и связь, 1983.	17

3	Вентцель Е. С. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения : учебное пособие для вузов / Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. - Москва: Academia, 2003.	35
4	Ивченко Г. И. Теория массового обслуживания : учебное пособие для вузов / Г. И. Ивченко, В. А. Каштанов, И. Н. Коваленко. - Москва: Либроком, 2012.	12
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Высоцкий Л.Л. Марковские процессы. Системы массового обслуживания : Лекции и задачи / Л.Л.Высоцкий. - Новосибирск: Изд-во НИИХ, 1994.	5
2	Назаров А.А. Управляемые системы массового обслуживания и их оптимизация / А.А. Назаров. - Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1984.	1
2.2. Периодические издания		
	Не используется	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	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	Алпатов Ю.Н. Моделирование процессов и систем управления: Учебное пособие. – СПб: Изд-во Лань. 2018. –140с.	https://e.lanbook.com/reader/book/106730/#1	сеть Интернет; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Самусевич, Г. А. Основы теории массового обслуживания : практикум / Г. А. Самусевич. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 44 с. — ISBN 978-5-321-02374-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS :	http://www.iprbookshop.ru/68270.html	сеть Интернет; авторизованный доступ
Методические указания для студентов по освоению дисциплины	Алиев Т.И., Муравьева-Витковская Л.А., Соснин В.В. Моделирование: задачи, задания, тесты. – СПб: НИУ ИТМО, 2011. –197с.	https://e.lanbook.com/reader/book/40710/#1	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	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATLAB 7.9 + Simulink 7.4 Academic, ПНИПУ 2009 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	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Проектор, экран настенный; маркерная доска, компьютерные столы (10 шт.), персональные компьютеры (10 шт.)	1
Лекция	Мультимедиа комплекс (проектор, экран, ноутбук), доска, парты, стол преподавателя	1
Практическое занятие	Парты, доска, стол преподавателя	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

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

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

Направление подготовки:	15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
Направленность (профиль) образовательной программы:	Автоматизация и управление химико-технологическими процессами и производствами
Квалификация выпускника:	магистр
Выпускающая кафедра:	Оборудование и автоматизация химических производств
Форма обучения:	очная
Курс: <u>1</u>	Семестр(ы): <u>2</u>
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	<u>3</u> ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	<u>108</u> ч
Форма промежуточной аттестации:	
Зачет:	2 семестр

Пермь 2019 г.

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 рабочей программы дисциплины (РПД) освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (2-го семестра учебного плана) и разбито на 3 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные, лабораторные 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 (таблица 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, выполнении заданий на практических занятиях с оформлением отчетов. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

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

Таблица 1.1 – Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					Итоговый зачет
	Текущий		Рубежный			
	С	ТО	ОЛР	Т/КР		
Усвоенные знания						
З.1 знать основы теории случайных процессов с дискретными состояниями и непрерывным временем;		+		+		ТВ
З.2 знать математический аппарат построения моделей систем массового обслуживания;		+		+		ТВ
З.3 знать методики разработки и анализа конкретных СМО;		+		+		ТВ
Освоенные умения						
У.1 уметь разрабатывать математические модели СМО и осуществлять их аналитическое исследование;			+			ПЗ
У.2 уметь анализировать процессы организации и проведения технического обслуживания и ремонта средств автоматизации с целью представления соответствующего подразделения предприятия как СМО;			+			ПЗ
Приобретенные владения						
В.1 владеть навыками преобразований при математических моделях СМО; аналитических исследований			+			ПЗ

В.2 владеть навыками компьютерного моделирования СМО.			+			ПЗ
В.3 владеть навыками разработки моделей систем массового обслуживания для организации технического обслуживания и ремонта средств автоматизации с разработкой и ведением документации по техническому обслуживанию и ремонту;			+			ПЗ

С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание.

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 4х-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, освоенных умений и приобретенных владений (таблица 1.1) проводится в форме защиты отчетов по лабораторным работам и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля

(раздела) учебной дисциплины).

2.2.1 Выполнение и защита отчетов по лабораторным работам

Всего запланировано 5 лабораторных работ. Темы лабораторных работ приведены в РПД. Защита отчетов проводится индивидуально каждым студентом.

Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.2 Рубежная контрольная работа

Запланировано две рубежные контрольные работы после освоения студентами учебных модулей дисциплины.

Типовые вопросы к контрольной работе №1.

Модуль 1. Основы теории случайных процессов с дискретными состояниями и непрерывным временем

1. Понятие системы массового обслуживания (СМО), модели СМО.
2. Марковские процессы. Понятие о марковском процессе, марковские случайные процессы (МСП) с дискретными состояниями и непрерывным временем, граф состояний.
3. МСП. Модель МСП, потоки событий, интенсивность потока событий, регулярность потока событий.
4. МСП. Простейший поток событий, понятия «стационарность», «отсутствие последствий», «ординарность» для потока событий.
5. МСП. Распределение вероятностей для простейшего потока событий, параметры распределения, коэффициент вариации.

Типовые вопросы к контрольной работе №2.

Модуль 2. Теоретические основы и модели систем массового обслуживания.

1. Системы массового обслуживания (СМО). Основы теории массового обслуживания (ТМО), понятия, определения, задачи СМО, предмет и метод ТМО.
2. Типы (классы) СМО по некоторым признакам.
3. Методические приемы построения математических моделей СМО, схема «гибели и размножения», размеченный граф состояний СМО, финальные вероятности для схемы.
4. СМО. Формулы Литтла.
5. Простейшие системы массового обслуживания и их характеристики: n -канальная СМО (задачи Эрланга).

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

Результаты рубежных (промежуточных) контрольных работ по 4-балльной шкале оценивания знаний, умений и владений заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации по дисциплине.

2.4. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Промежуточная аттестация обучающихся ориентирована на оценку освоения заданных компетенций по достигнутым результатам обучения по дисциплине: приобретенным знаниям, умениям и владениям.

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. Зачёт по дисциплине выставляется по итогам проведённого текущего и рубежного контроля и при условии выполнения всех 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 и практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и приобретенных владений всех заявленных компетенций.

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

2.4.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Марковские процессы. Понятие о марковском процессе, марковские случайные процессы (МСП) с дискретными состояниями и непрерывным временем, граф состояний.
2. МСП. Распределение вероятностей для простейшего потока событий, параметры распределения, коэффициент вариации.
3. Немарковские СМО. Одноканальная СМО с произвольным потоком заявок и произвольным распределением времени обслуживания.
4. *n*-канальная СМО с отказами.

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений и приобретенных владений:

1. Составить размеченный граф состояний для одноканальной СМО с ограниченной очередью.
2. Составить на основе размеченного графа состояний систему уравнений Колмогорова.
3. По аналитическому решению системы уравнений Колмогорова для финальных вероятностей состояний при заданных значениях интенсивностей потоков заявок и обслуживаний рассчитать характеристики *n*-канальной СМО с отказами.

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.