

МИНИСТЕРСТВО ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ, СВЯЗИ И МАССОВЫХ
КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Ордена Трудового Красного Знамени федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования

«Московский технический университет связи и информатики» (МТУСИ)
Волго-Вятский филиал

УТВЕРЖДЕНА
(с учетом изменений и дополнений)
на заседании кафедры
инфокоммуникационных
и профессиональных дисциплин
Протокол заседания № 1
от «30» августа 2021 г.

Рабочая программа дисциплины

«Теория телетрафика»

Направление подготовки

11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Направленность (профиль) программы

«Инфокоммуникационные системы и сети»

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения

Очная, Заочная

Москва 2020 г.

Заведующий кафедрой ИКиПД
 В.В. Мазниченко

Авторы:



Доцент кафедры ИКиПД, к.ф.м.н.
доцент Чернявский А.Д.

Разработано на основе Федерального
государственного образовательного стандарта
высшего образования по направлению
подготовки

11.03.02

**Инфокоммуникационные технологии и
системы связи,**

утверждённого приказом Министерства
образования и науки РФ от 19 сентября 2017 г. №
930.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины являются изучение методов оценки качества обслуживания потоков сообщений в системах коммутации и сетях связи, анализ соотношений между величиной и характером информационной нагрузки, количеством обслуживающего оборудования и качеством обслуживания требований на установление соединений.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теория телетрафика» включена в часть, формируемую участниками образовательных отношений блока Б1 дисциплины учебного плана «Инфокоммуникационные системы и сети» (Б1.В.17). Дисциплина «Теория телетрафика» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению подготовки 11.03.02 *«Инфокоммуникационные технологии и системы связи»*, (направленность (профиль) программы *Инфокоммуникационные системы и сети*).

Для изучения дисциплины требуются знания, умения и навыки следующих дисциплин: «Теория вероятностей и математическая статистика», «Вычислительная техника», «Анализ случайных процессов», «Инфокоммуникационные системы и сети».

В свою очередь, данная дисциплина, помимо самостоятельного значения, является предшествующей дисциплиной для дисциплин: Технологии сетей доступа; Технологии коммутации в инфокоммуникационных сетях; Будущие сети; Системы сигнализации в инфокоммуникационных сетях; Проектирование инфокоммуникационных сетей.

Рабочая программа дисциплины «Теория телетрафика» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единицы (216 часов). Процесс изучения дисциплины реализуется при очной форме обучения в 6-м семестре, при заочной в 7-м. Промежуточная аттестация предусматривает курсовую работу и экзамен в 6-м и 7-м семестре соответственно.

Требования к результатам освоения дисциплины

Таблица 1

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индекс индикатора достижения компетенции	Содержание индикатора достижения компетенции
1.	ПК-1	Способен к развитию коммутационных подсистем и сетевых платформ, сетей передачи данных, транспортных сетей и сетей радиодоступа, спутниковых систем связи"	ПК-1.1	Знает принципы построения и работы сетей связи и протоколов сигнализации, стандарты качества передачи данных, голоса и видео, применяемых в организации сети организации связи, Законодательство Российской Федерации в области связи, принципы работы и архитектуру различных геоинформационных систем
2.	ПК-1	Способен к развитию коммутационных подсистем и сетевых платформ, сетей передачи данных, транспортных сетей и сетей радиодоступа, спутниковых систем связи"	ПК-1.2	Умеет анализировать статистические параметры трафика, проводить расчет интерфейсов внутренних направлений сети, вырабатывать решения по оперативному переконфигурированию сети, изменению параметров коммутационной подсистемы, сетевых платформ и оборудования новых технологий; изменять параметры коммутационной подсистемы, маршрутизации трафика, прописки кодов маршрутизации, организации новых и расширении имеющихся направлений связи
3.	ПК-1	Способен к развитию коммутационных подсистем и сетевых платформ, сетей передачи данных, транспортных сетей и сетей радиодоступа, спутниковых систем связи	ПК-1.3	Умеет анализировать статистику основных показателей эффективности радиосистем и систем передачи данных, разрабатывать мероприятия по их поддержанию на требуемом уровне, выполнять расчет пропускной способности сетей телекоммуникаций
4.	ПК-1	Способен к развитию коммутационных подсистем и сетевых платформ, сетей передачи данных, транспортных сетей и сетей радиодоступа, спутниковых систем	ПК-1.4	Владеет навыками разработки схемы организации связи и интеграции новых сетевых элементов, построения и расширения коммутационной подсистемы и сетевых платформ, работой на

		связи		коммутационном оборудовании по обеспечению реализации услуг, развертыванию оборудования сервисных платформ, оборудования новых технологий на сети, выполнению планов по расширению существующего оборудования сетевых платформ и новых технологий
5.	ПК-5	Способен осуществлять контроль использования и оценивать производительность сетевых устройств и программного обеспечения для коррекции производительности сетевой инфраструктуры инфокоммуникационной системы.	ПК-5.1	Знает общие принципы функционирования, архитектуру аппаратных, программных и программно-аппаратных средств администрируемой сети; протоколы различных уровней модели взаимодействия открытых систем
6.	ПК-5	Способен осуществлять контроль использования и оценивать производительность сетевых устройств и программного обеспечения для коррекции производительности сетевой инфраструктуры инфокоммуникационной системы.	ПК-5.2	Умеет пользоваться нормативно-технической документацией в области инфокоммуникационных технологий.
7.	ПК-5	Способен осуществлять контроль использования и оценивать производительность сетевых устройств и программного обеспечения для коррекции производительности сетевой инфраструктуры инфокоммуникационной системы.	ПК-5.3	Умеет использовать современные методы контроля и исследования производительности инфокоммуникационных систем.
8.	ПК-5	Способен осуществлять контроль использования и оценивать производительность сетевых устройств и программного обеспечения для коррекции производительности сетевой инфраструктуры инфокоммуникационной системы.	ПК-5.4	Владеет навыками исследования влияния приложений на производительность сетевых устройств и программного обеспечения администрируемых сетевых устройств информационно-коммуникационных систем, фиксацию оценки готовности системы в специальном документе

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зачётных единицы (216 часов), их распределение по видам работ по семестрам при очной и заочной форме обучения представлено в таблице 2а и 2б соответственно.

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2а

Вид учебной работы	Трудоёмкость			
	час.	В т.ч. по семестрам		Из них практическая подготовка
		6		
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	216	216		
1. Контактная работа:				
Аудиторная работа	72	72		
лекции (Л)	40	40		
практические занятия (ПЗ)	32	32		24
лабораторные работы (ЛР)	-	-		
2. Общая самостоятельная работа и контроль	144	144		
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)	36	36		
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.) (СР), иная контактная работа (ИКР) и подготовка к зачету (при его наличии):	72	72		
Подготовка к экзамену и контактная работа в сессию (КРС)	36	36		
Вид промежуточного контроля:	Экзамен			

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2б

Вид учебной работы	Трудоёмкость			
	час.	В т.ч. по семестрам		Из них практическая подготовка
		7		
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	216	216		
1. Контактная работа:				
Аудиторная работа	16	16		
лекции (Л)	8	8		
практические занятия (ПЗ)	8	8		6
лабораторные работы (ЛР)	-	-		
2. Общая самостоятельная работа и контроль	200	200		

Вид учебной работы	Трудоёмкость			
	час.	В т.ч. по семестрам		Из них практическая подготовка
		7		
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)	36	36		
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.) (СР), иная контактная работа (ИКР) и подготовка к зачету (при его наличии):	128	128		
Подготовка к экзамену и контактная работа в сессию (КРС)	36	36		
Вид промежуточного контроля:	Экзамен			

4.2. Содержание дисциплины

Тематический план учебной дисциплины

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3а

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ЛР	
Раздел 1. Потоки вызовов, нагрузка	34	6	8	-	20
Раздел 2. Системы обслуживания вызовов с отказами	54	14	10	-	30
Раздел 3. Системы обслуживания вызовов с ожиданием	34	8	6	-	20
Раздел 4. Методы расчёта многозвенных схем	42	8	6	-	28
Раздел 5. Расчёт пропускной способности оборудования мультисервисной сети связи	16	4	2	-	10
Всего за 6 семестр	180	40	32	-	108
Экзамен	36	-	-	-	36
Итого по дисциплине	216	40	32	-	144

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3б

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ЛР	
Раздел 1. Потоки вызовов, нагрузка	34	1,5	1,5	-	31
Раздел 2. Системы обслуживания вызовов с отказами	54	3	3	-	48
Раздел 3. Системы обслуживания вызовов с ожиданием	34	1	1	-	32
Раздел 4. Методы расчёта многозвенных схем	42	2	2	-	38

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ЛР	
Раздел 5. Расчёт пропускной способности оборудования мультисервисной сети связи	16	0,5	0,5	-	15
Всего за 7 семестр	180	8	8	-	164
<i>Экзамен</i>	36	-	-	-	36
Итого по дисциплине	216	8	8	-	200

4.3. Лекции/ лабораторные / практические занятия

Содержание лекций / практических занятий

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 4а

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций / лабораторных/ практических занятий	Формируемые компетенции	Кол-во часов
1.	Раздел 1. Поток вызовов, телефонная нагрузка			
	Тема 1. Введение. Цели и задачи дисциплины.	Лекция №1. Введение. Цели и задачи дисциплины.	ПК-1.1	2
		Практическое занятие (ПЗ) №1. Законы распределения случайных величин.	ПК-1.2	2
	Тема 2. Поток вызовов.	Лекция №2. Способы определения и задания потоков вызовов. Основные свойства и характеристики потоков вызовов. Простейший поток вызовов и его свойства. Длительность обслуживания. Поток освобождений	ПК-1.1	2
		ПЗ №2. Свойства потоков вызовов. Характеристики потоков.	ПК-1.2	2
	Тема 3. Телефонная нагрузка.	Лекция №3. Определение нагрузки, её основные параметры. Концентрация нагрузки. Методы распределения нагрузки.	ПК-5.1	2
		ПЗ № 3 и №4. Телефонная нагрузка, её параметры. Час наибольшей нагрузки. Распределение нагрузки.	ПК-5.2	4
2.	Раздел 2. Системы обслуживания вызовов с отказами			
	Тема 4. Марковские процессы. Первая формула Эрланга.	Лекция №4. Марковские процессы. Вывод первого распределения Эрланга Формула потерь Эрланга.	ПК-1.1 ПК-1.3	4
		ПЗ №5. Расчёты по первой формуле Эрланга.	ПК-1.2	2
	Тема 5. Распределение и формулы Энгсета.	Лекция №5. Вывод распределения Энгсета. Формулы потерь Энгсета.	ПК-1.1	2
		ПЗ №6. Расчёты по формулам потерь Энгсета.	ПК-1.2	2
	Тема 6. Расчёт систем с повторными вызовами	Лекция № 6. Расчёт систем с повторными вызовами.	ПК-5.1	2

		ПЗ №7. Расчёт систем с повторными вызовами.	ПК-5.2	1
	Тема 7. Однозвенные неполнодоступные системы с потерями.	Лекция №7. Однозвенные неполнодоступные (НПД) системы с потерями.	ПК-5.1	2
		ПЗ №8. Расчёт НПД- включений с потерями.	ПК-5.2	1
	Тема 8. Расчёт систем с обходными направлениями.	Лекции №8 и №9. Определение оптимального числа каналов в прямых направлениях. Расчёт числа каналов в обходных направлениях.	ПК-5.1	4
		ПЗ №9 и №10. Определение оптимального числа каналов в прямых направлениях. Расчёт числа каналов в обходных направлениях.	ПК-5.3	4
3.	Раздел 3. Системы обслуживания вызовов с ожиданием			
	Тема 9. Второе распределение Эрланга при случайной длительности обслуживания.	Лекция №10 и № 11. Вывод второго распределения Эрланга. Характеристики системы с ожиданием.	ПК-1.1	4
		ПЗ №11 и 12. Расчёты параметров вероятности больше 0 и больше t. Расчёты всех характеристик системы с ожиданием.	ПК-1.2	4
	Тема 10. Расчёт систем с ожиданием при постоянной длительности обслуживания.	Лекция 12. Расчёт систем с ожиданием при постоянной длительности обслуживания.	ПК-1.1	4
		ПЗ № 13. Расчёты с использованием кривых Кроммелина и Бёрке.	ПК-1.2 ПК-1.4	2
4.	Раздел 4. Методы расчёта многозвенных схем			
	Тема 11. Параметры многозвенных схем. Метод Якобеуса для расчётов блоков группового искания.	Лекция №13. Параметры многозвенных схем. Метод Якобеуса для расчётов блоков группового искания.	ПК-1.1	2
		ПЗ №14. Параметры многозвенных схем. Метод Якобеуса для расчётов блоков группового искания.	ПК-1.2	2
	Тема 12. Метод Якобеуса для расчётов блоков абонентского искания	Лекция №14. Метод Якобеуса для расчётов блоков абонентского искания	ПК-1.1	2
		ПЗ №15. Метод Якобеуса для расчётов блоков абонентского искания	ПК-1.2	2
	Тема 13. Метод эффективной доступности.	Лекция №15. Метод эффективной доступности	ПК-1.2	2
		ПЗ №16. Расчёт числа каналов методом эффективной доступности	ПК-5.3	1
	Тема 14. Расчет потерь методом вероятностных графов.	Лекция №16. Расчет потерь методом вероятностных графов	ПК-1.1	2
		ПЗ №17. Расчёт потерь методом вероятностных графов при входящей и исходящей связях связи.	ПК-5.4	1

5.	Раздел 5. Расчёт пропускной способности оборудования мультисервисной сети связи			
	Тема 15. Состав оборудования фрагмента сети. Кодирование и качество передачи сообщений.	Лекция 17. Состав оборудования фрагмента сети. Кодирование и качество передачи сообщений.	ПК-1.1	4
	Тема 16. Расчёт пропускной способности шлюзов и коммутаторов.	ПЗ №18. Расчёт пропускной способности шлюзов и коммутаторов.	ПК-5.1	2

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 46

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций / лабораторных/ практических занятий	Формируемые компетенции	Кол-во часов
1.	Раздел 1. Поток вызовов, телефонная нагрузка			
	Тема 1. Введение. Цели и задачи дисциплины.	Лекция №1. Введение. Цели и задачи дисциплины.	ПК-1.1	0,5
		Практическое занятие (ПЗ) №1. Законы распределения случайных величин.	ПК-1.2	0,5
	Тема 2. Поток вызовов.	Лекция №2. Способы определения и задания потоков вызовов. Основные свойства и характеристики потоков вызовов. Простейший поток вызовов и его свойства. Длительность обслуживания. Поток освобождений	ПК-1.1	0,5
		ПЗ №2. Свойства потоков вызовов. Характеристики потоков.	ПК-1.2	0,5
	Тема 3. Телефонная нагрузка.	Лекция №3. Определение нагрузки, её основные параметры. Концентрация нагрузки. Методы распределения нагрузки.	ПК-5.1	0,5
		ПЗ № 3 и №4. Телефонная нагрузка, её параметры. Час наибольшей нагрузки. Распределение нагрузки.	ПК-5.2	0,5
2.	Раздел 2. Системы обслуживания вызовов с отказами			
	Тема 4. Марковские процессы. Первая формула Эрланга.	Лекция №4. Марковские процессы. Вывод первого распределения Эрланга Формула потерь Эрланга.	ПК-1.1 ПК-1.3	0,5
		ПЗ №5. Расчёты по первой формуле Эрланга.	ПК-1.2	0,5
	Тема 5. Распределение и формулы Энгсета.	Лекция №5. Вывод распределения Энгсета. Формулы потерь Энгсета.	ПК-1.1	0,5
		ПЗ №6. Расчёты по формулам потерь Энгсета.	ПК-1.2	0,5
	Тема 6. Расчёт систем с повторными	Лекция № 6. Расчёт систем с повторными вызовами.	ПК-5.1	0,5

	вызовами			
		ПЗ №7. Расчёт систем с повторными вызовами.	ПК-5.2	0,5
	Тема 7. Однозвенные неполнодоступные системы с потерями.	Лекция №7. Однозвенные неполнодоступные (НПД) системы с потерями.	ПК-5.1	0,5
		ПЗ №8. Расчёт НПД- включений с потерями.	ПК-5.2	0,5
	Тема 8. Расчёт систем с обходными направлениями.	Лекции №8 и №9. Определение оптимального числа каналов в прямых направлениях. Расчёт числа каналов в обходных направлениях.	ПК-5.1	1
		ПЗ №9 и №10. Определение оптимального числа каналов в прямых направлениях. Расчёт числа каналов в обходных направлениях.	ПК-5.3	1
3.	Раздел 3. Системы обслуживания вызовов с ожиданием			
	Тема 9. Второе распределение Эрланга при случайной длительности обслуживания.	Лекция №10 и № 11. Вывод второго распределения Эрланга. Характеристики системы с ожиданием.	ПК-1.1	0,5
		ПЗ №11 и 12. Расчёты параметров вероятности больше 0 и больше t. Расчёты всех характеристик системы с ожиданием.	ПК-1.2	0,5
	Тема 10. Расчёт систем с ожиданием при постоянной длительности обслуживания.	Лекция 12. Расчёт систем с ожиданием при постоянной длительности обслуживания.	ПК-1.1	0,5
		ПЗ № 13. Расчёты с использованием кривых Кроммелина и Бёрке.	ПК-1.2 ПК-1.4	0,5
4.	Раздел 4. Методы расчёта многозвенных схем			
	Тема 11. Параметры многозвенных схем. Метод Якобеуса для расчётов блоков группового искания.	Лекция №13. Параметры многозвенных схем. Метод Якобеуса для расчётов блоков группового искания.	ПК-1.1	0,5
		ПЗ №14. Параметры многозвенных схем. Метод Якобеуса для расчётов блоков группового искания.	ПК-1.2	0,5
	Тема 12. Метод Якобеуса для расчётов блоков абонентского искания	Лекция №14. Метод Якобеуса для расчётов блоков абонентского искания	ПК-1.1	0,5
		ПЗ №15. Метод Якобеуса для расчётов блоков абонентского искания	ПК-1.2	0,5
	Тема 13. Метод эффективной доступности.	Лекция №15. Метод эффективной доступности	ПК-1.2	0,5
		ПЗ №16. Расчёт числа каналов методом эффективной доступности	ПК-5.3	0,5
	Тема 14. Расчет потерь методом	Лекция №16. Расчет потерь методом вероятностных графов	ПК-1.1	0,5

	вероятностных графов.	ПЗ №17. Расчёт потерь методом вероятностных графов при входящей и исходящей связях связи.	ПК-5.4	0,5
5.	Раздел 5. Расчёт пропускной способности оборудования мультисервисной сети связи			
	Тема 15. Состав оборудования фрагмента сети. Кодирование и качество передачи сообщений.	Лекция 17. Состав оборудования фрагмента сети. Кодирование и качество передачи сообщений.	ПК-1.1	0,5
	Тема 16. Расчёт пропускной способности шлюзов и коммутаторов.	ПЗ №18. Расчёт пропускной способности шлюзов и коммутаторов.	ПК-5.1	0,5

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся. Оценочные материалы для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

5.1. Контрольные вопросы и задания

1. Назовите основные элементы математической модели теории телетрафика.
2. Дайте определение случайного потока вызовов.
3. Поясните, что понимается под дисциплиной обслуживания вызовов?
4. Поясните назначение символов в компактной записи математической модели теории телетрафика, предложенной Дж. Кендаллом.
5. Назовите основные задачи теории телетрафика и их содержание.
6. Назовите основные методы решения задач в теории телетрафика.
7. Поясните условие статистического равновесия случайного процесса.
8. Приведите основные способы определения и задания потоков вызовов.
9. Каковы основные характеристики потоков вызовов? Дайте определения понятиям: интенсивность и параметр потока.
10. Каковы принципы классификации потоков вызовов?
11. Дайте определения понятиям: стационарность потока, ординарность потока, поток без последствия, поток с последствием.
12. Дайте определение понятию простейшего потока вызовов. Покажите математическую модель такого потока.
13. Каковы основные характеристики простейшего потока? Покажите характер зависимости вероятности $p_k(t)$ от k при различных значениях параметра λ .

14. Какому закону следует функция распределения промежутков между вызовами простейшего потока? Покажите характер зависимости этой функции от параметра потока.
15. В чем заключается основное свойство показательного закона распределения промежутков между вызовами?
16. Дайте определение понятию «нестационарный поток».
17. Дайте определение понятию «неординарный поток».
18. Дайте определение понятию «поток с простым последствием».
- Каковы особенности симметричного и примитивного потоков?
19. Каковы особенности потока с повторными вызовами?
20. Дайте определение понятию «поток с ограниченным последствием».
21. В каких единицах измеряются нагрузка и интенсивность нагрузки?
22. Сформулируйте теорему о количественной оценке интенсивности обслуженной нагрузки.
23. Сформулируйте теорему о количественной оценке интенсивности поступающей нагрузки.
24. Дайте определение часа наибольшей нагрузки, поясните способ определения интенсивности нагрузки в ЧНН.
25. Что такое коэффициент концентрации нагрузки?
26. По каким признакам различают категории источников телефонной нагрузки?
27. Каким параметром оценивается уровень удовлетворения потребностей в телефонной связи?
28. Какими результатами может закончиться поступающий на АТС вызов?
29. Какое отношение числа состоявшихся разговоров к числу поступивших на АТС вызовов следует считать удовлетворительным?
30. Какие показатели используются для количественной оценки качества обслуживания с явными потерями и с ожиданием?
31. Дайте простейшую классификацию дисциплин обслуживания поступающих вызовов.
32. От каких параметров зависит пропускная способность коммутационной системы?
33. В каких предположениях выведена первая формула Эрланга?
34. Какой поток называется простейшим? Поясните условие полного включения линий.
35. Какое распределение вероятностей случайной величины называется марковским.
36. Распределения вероятностей каких двух случайных величин закодированы символами M/M в выражении $M/M/v$?

37. Поясните порядок обслуживания вызовов по дисциплине с явными потерями.
38. Изобразите диаграмму состояний и переходов марковского процесса при обслуживании полнодоступным неблокируемым пучком линий вызовов простейшего потока.
39. На диаграмме состояний переходов поясните, что обозначают состояния $x_0, \dots, x_p, \dots, x_v$?
40. Почему на диаграмме состояний и переходов показаны переходы только в соседние (смежные) состояния?
41. Вследствие какого свойства простейшего потока во всех состояниях диаграммы состояний и переходов параметр потока занятий принят один и тот же и равный λ ?
42. Запишите для состояния i диаграммы состояний и переходов параметр потока освобождений.
43. Сколько состояний диаграммы состояний и переходов образуют полную группу событий?
44. Поясните, что понимается под макросостояниями и микросостояниями пучка линий?
45. Почему при рассмотрении процесса обслуживания полнодоступным пучком вызовов простейшего потока вызовов можно ограничиться исследованием макросостояний пучка?
46. По каким соображениям случайный процесс обслуживания полнодоступным пучком вызовов простейшего потока является марковским процессом и может быть описан процессом рождения и гибели?
47. Запишите формулу Эрланга для определения вероятности того, что в полнодоступном пучке из v линий, обслуживающем вызовы простейшего потока, занято точно i любых линий.
48. Приведите формулу Эрланга для определения вероятностей потерь по времени, вызовам и нагрузке.
49. Как определить вероятность потерь в полнодоступном пучке из v линий, используя рекуррентное соотношение первой формулы Эрланга?
50. Запишите формулу для расчёта среднего использования одной линии в пучке из v линий.
51. Поясните характер зависимости среднего использования линий полнодоступного пучка от ёмкости пучка при заданном качестве обслуживания.
52. Поясните характер зависимости емкости полнодоступного пучка линий от интенсивности поступающей нагрузки при заданном качестве обслуживания.

53. Каково влияние емкости полnodоступных пучков на пропускную способность этих пучков при заданном качестве обслуживания?
54. Каково влияние величины потерь на пропускную способность полnodоступных пучков линий?
55. Каково соотношение между потерями по вызовам, по нагрузке и по времени при использовании распределений Эрланга и Энгсета?
56. Сравните пропускную способность полnodоступного пучка линий, обслуживающих вызовы примитивного и простейшего потоков вызовов.
57. На диаграмме состояний и вероятностей переходов системы с ожиданием необходимо уметь пояснить, что означает любое состояние системы.
58. Поясните, как определяются параметры потоков занятий и освобождений для различных состояний системы с ожиданием.
59. Поясните, при каком соотношении интенсивности поступающей нагрузки A и числе линий v выведено второе распределение вероятностей Эрланга.
60. Поясните все составляющие в выражении для вероятности состояния полnodоступного пучка линий, работающего по системе с ожиданием при показательном распределении длительности занятия и неограниченной ёмкости буфера.
61. Поясните, почему вероятность $P(\gamma > t)$ называют условными потерями?
62. Поясните характер графических зависимостей $P(\gamma > 0)$ от величины интенсивности поступающей нагрузки A при фиксированных значениях числа линий v . Сопоставьте характер и количественные оценки значений $P(\gamma > 0)$ и $E_{v,v}(A)$ в системе с ожиданием и в системе с явными потерями соответственно.
63. Сравните формулы, определяющие математические ожидания времени ожидания начала обслуживания для любого поступившего вызова γ и вызова, поступающего на ожидание γ_3 .
64. В чем заключается сущность теории Кроммелина? Поясните все параметры кривых Кроммелина.
65. Сопоставьте характер распределения времени ожидания и пропускную способность систем с ожиданием при обслуживании ожидающих вызовов в порядке поступления для двух распределений вероятностей длительности занятия: постоянного и показательного распределенного.
66. Приведите формулу Полячека-Хинчина для среднего времени ожидания начала обслуживания в однолинейной системе с произвольным распределением длительности занятия. Какой вид получает эта формула при постоянной и показательно распределенной длительностях занятия?
67. Сопоставьте распределение времени ожидания начала обслуживания при постоянной и показательно распределенной длительностях

занятия для двух дисциплин выбора ожидающих вызовов из очереди: в случайном порядке и порядке поступления.

68. Поясните сущность относительного и абсолютного приоритетов обслуживания.

69. Укажите рациональную область применения систем с ожиданием.

70. Поясните необходимые условия неполнодоступного включения линий.

71. Поясните физический смысл коэффициента уплотнения γ .

72. Укажите основные особенности ступенчатой и равномерной неполнодоступных схем и их отличие.

73. Поясните, с какой целью в ступенчатых НПД схемах применяют включения с перехватом?

74. Какими параметрами характеризуется структура ступенчатой НПД схемы?

75. Какими параметрами характеризуется структура равномерной НПД схемы?

76. Определите структурные параметры двух групповой ($g=2$) ступенчатой НПД схемы на 14 выходов ($v=14$) при доступности $D=10$.

77. Определите структурные параметры четырех групповой ($g=4$) равномерной НПД схемы при $D=10$ и $v=16$.

78. Укажите, как зависит число выходов НПД схемы от доступности при заданных интенсивности нагрузки и вероятности потерь.

79. Укажите, как зависит число выходов НПД схемы от качества обслуживания (вероятности потерь) при заданных интенсивности нагрузки и доступности.

80. Изобразите характер зависимости среднего использования линий НПД схемы от интенсивности нагрузки при заданных доступности и вероятности потерь.

81. Приведите общее выражение для вероятности потерь в двухзвенной односвязной полнодоступной схеме при использовании комбинаторного метода Якобеуса и укажите, при каких предположениях оно справедливо.

82. Какие распределения используются для аппроксимации вероятностей занятия промежуточных линий и выходов схемы в комбинаторном методе Якобеуса?

83. Назовите условия применения распределений Бернулли и Эрланга в методе Якобеуса.

84. Чему равна максимальная и минимальная доступности в двухзвенном блоке с параметрами $n_A=10$, $m_A=20$, $q=2$?

85. Каким методом можно рассчитать число линий при известном значении эффективной доступности?

86. Каким образом устанавливается однозначное соответствие между коммутационной схемой и графом?

87. Как записывается выражение для вероятности потерь в параллельно-последовательном графе?
88. Изобразите графы, соответствующие двухзвенным схемам в режимах свободного, группового и индивидуального исканий.
89. Поясните с использованием семиуровневой ЭМВОС (эталонной модели взаимодействия открытых систем) последовательность формирования кадра канального уровня при использовании технологии VoIP.
90. Поясните, как образуется задержка пакетизации?
91. Сравните технологии коммутации каналов и коммутации пакетов по возможностям преобразования скоростей и по показателям качества обслуживания сообщений.
92. Поясните разницу в обслуживании трафика данных (эластичного трафика) и трафика реального времени (потокowego трафика).
93. Назовите требования к скорости передачи различных услуг по МСС.
94. Назовите уровни функциональной модели NGN.
95. На рис. 7.2 покажите все шлюзы и перечислите их функции.
96. Поясните, что принимается за единицу канального ресурса в модели звена МСС?
97. Поясните, что означает каждый элемент математической модели звена МСС в выражениях (7.1) и (7.2)?
98. Поясните способы нормирования качества обслуживания потоков сообщений при совместном их обслуживании на звене МСС.
99. Поясните приближенный метод расчёта транспортного ресурса на выходе шлюза доступа.
100. Поясните приближенный метод расчёта транспортного ресурса на выходе транспортного шлюза.

5.2. Темы письменных работ

Не предусмотрено.

5.3. Оценочные средства

Оценочные материалы (оценочные средства) для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине «Теория телетрафика» прилагаются.

5.4. Перечень видов оценочных средств

1. Вопросы к экзамену.
2. Контрольные задания для текущего контроля успеваемости.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Основная литература

1. Пшеничников А. П. Теория телетрафика// Учебник. – М.: Горячая линия-Телеком, 2019. -212 с. http://elib.mtuci.ru/catalogue/author_book.php?r=133

6.2. Дополнительная литература

1.Степанов С.Н. Теория телетрафика: Концепции, модели, приложения. 2015г., 868стр. ЭБС МТУСИ. <http://elib.mtuci.ru/catalogue/index.php>

6.3. Периодические издания

Профильные журналы «Электросвязь», «Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт», «Вестник связи», «Первая миля».

6.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Нормативно-правовые документы Министерства цифровой экономики, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации – <https://digital.gov.ru/ru/>

2. Рекомендации Международного союза электросвязи – ITU-T – International Telecommunication Union – Telecommunication standardization sector – Сектор стандартизации телекоммуникаций Международного союза электросвязи – МСЭ-Т - <http://www.rfcmd.ru>

3. Рекомендации Европейского института стандартизации телекоммуникаций — ETSI – European Telecommunications Standards Institute - <http://www.etsi.org>

4. Документы инженерной рабочей группы Интернет – RFC IETF – Request For Comment - Internet Engineering Task Force - <http://rfc.com.ru>

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. ЭБС издательства «Лань»: <http://www.e.lanbook.com/>
2. ЭБС IPRbooks: <http://iprbookshop.ru>
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: <https://elibrary.ru/>
4. ЭБС POLPRED.COM: <https://polpred.com/>
5. Российская государственная библиотека (РГБ): <https://www.rsl.ru/>
6. Российская национальная библиотека (РНБ): <http://nlr.ru/>
7. Государственная публичная научно-техническая библиотека (ГПНТБ): <http://www.gpntb.ru/>
8. Президентская библиотека: <https://www.prlib.ru/>
9. Российский фонд фундаментальных исследований: <https://podpiska.rfbr.ru/>
10. Информационная система «Регламент»: <https://www.reglament.pro/>
11. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»: <http://window.edu.ru/>

12. Росстандарт: <http://www.gost.ru/>
13. Сайт Европейской организации по стандартизации (ETSI): <http://www.etsi.org>
14. Сайт Международного союза электросвязи: <http://www.itu.int>

8. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. ОС Astra Linux Common Edition релиз «Орел» (свободно распространяемое ПО);
2. 7-Zip (свободно распространяемое ПО);
3. Mozilla Firefox (свободно распространяемое ПО);
4. Foxit Reader (свободно распространяемое ПО);
5. Yandex Browser (свободно распространяемое ПО);
6. VSCodium (свободно распространяемое ПО);
7. Pinta (свободно распространяемое ПО);
8. Adobe Reader (свободно распространяемое ПО);
9. LibreOffice (свободно распространяемое ПО).

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: наборами демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочей программе дисциплины.
2. Учебная аудитория для проведения консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная компьютерной техникой.
3. Помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МТУСИ и в электронно-библиотечную систему МТУСИ.

10. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

В процессе изучения дисциплины предусмотрены следующие формы контроля по овладению компетенциями: текущий, промежуточный контроль (экзамен), контроль самостоятельной работы обучающихся.

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в виде устного опроса на практических занятиях.

Промежуточный контроль осуществляется в форме экзамена в конце семестра.

Контроль самостоятельной работы обучающихся осуществляется в течение всего семестра. Преподаватель самостоятельно определяет формы

контроля самостоятельной работы в зависимости от содержания разделов и тем, выносимых на самостоятельное изучение. Такими формами могут являться: тестирование, презентации, контрольные работы (для обучающихся ЗФО) и т.д. Результаты контроля самостоятельной работы обучающихся учитываются при осуществлении промежуточного контроля по дисциплине.

Самостоятельная работа является неотъемлемой частью обучения. На этот вид работы отводится от 50 % от общего объема часов.

На самостоятельное изучение выносятся задания, направленные на:

- работу с электронными информационными и образовательными ресурсами;
- овладение и закрепление основной терминологии по направлению;
- работу со специальной литературой как способом приобщения к последним мировым научно-техническим достижениям в профессиональной сфере;
- овладение основными приемами составления аннотаций и написания рефератов, подготовки презентаций и выступлений.

Самостоятельная работа может быть аудиторной (выполнение отдельных заданий на занятиях) и внеаудиторной.

Для выполнения самостоятельной работы используются:

1. Учебник и учебные пособия.
2. Профильные периодические издания.
3. Электронные ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине включает:

- проработку лекционного материала, а также материала, изучаемого на практических занятиях;
- подготовку к практическим занятиям;
- подготовку к экзамену.

УТВЕРЖДАЮ

Зам. Директора ВВФ МТУСИ по УМО

С.А. Маринин

«__»_____ 2022 г.

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины
«Теория телетрафика»**

Направление: 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Направленность (профиль): Инфокоммуникационные системы и сети

Форма обучения: Очная, заочная. Рабочая программа действует без изменений.

Разработчик (и): к.ф.-м.н. Чернявский А.Д.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ИКиПД,
протокол № 7 от 28 августа 2022 года

И.о. заведующий кафедрой



Мазниченко В.В.